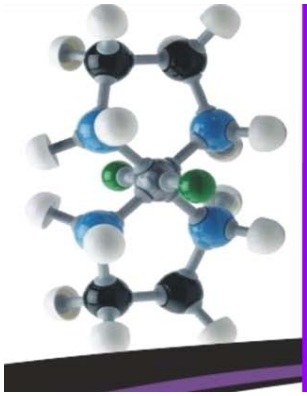


NANOTECH'2012

Russia, Kazan,
November, 27 - 29, 2012

МАТЕРИАЛЫ

IV МЕЖДУНАРОДНОГО КАЗАНСКОГО ИННОВАЦИОННОГО НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ФОРУМА

NANOTECH'2012

4th INTERNATIONAL KAZAN INNOVATION NANOTECHNOLOGY FORUM

Казань, 27 – 29 ноября 2012 года

Казань, 2012

ББК 39.33
А 23

Материалы IV Международного Казанского инновационного нанотехнологического форума (NANOTECH'2012). Казань, 27-29 ноября 2012 г., Казань: Изд-во ГУП РТ «Татарстанский ЦНТИ», 2012. 495 с.

ISBN 978-5-9638-0010-2

Представлены доклады и тезисы выступлений участников IV Международного Казанского инновационного нанотехнологического форума (NANOTECH'2012), проведенного в г. Казани 27 - 29 ноября 2012 г. Материалы форума посвящены актуальным проблемам развития наноиндустрии в Российской Федерации и за рубежом.

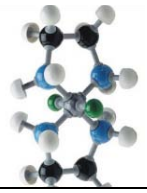
Материалы сборника предназначены для специалистов всех отраслей экономики, преподавателей учебных заведений, аспирантов и студентов.

Под общей редакцией: А.Т. Насырова.

Все права защищены. Материалы сборника не могут быть воспроизведены в любой форме или любыми средствами, электронными или механическими, включая фотографирование или иные средства копирования или сохранения информации без письменного разрешения ГУП РТ «Татарстанский ЦНТИ».

Все запросы направлять по адресу: Россия, 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. 8 Марта, д. 13 А, Р.И. Салимову.

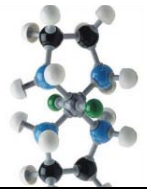
ISBN 978-5-9638-0010-2 © ГУП РТ «Татарстанский ЦНТИ», 2012



Форум проводится под патронатом Президента Республики Татарстан

ОРГАНИЗАТОРЫ ФОРУМА

- Министерство экономики Республики Татарстан;
- Министерство промышленности и торговли Республики Татарстан;
- Министерство образования и науки Республики Татарстан;
- ОАО «РОСНАНО»;
- Фонд инфраструктурных и образовательных программ;
- Ассоциация инновационных регионов России;
- Нанотехнологическое общество России (НОР);
- Казанский научный центр Российской академии наук;
- Академия наук Республики Татарстан;
- Татарстанский центр научно-технической информации (ЦНТИ);
- ФБУ «Государственный региональный центр метрологии, стандартизации и испытаний в Республике Татарстан»;
- ОАО «Инновационно-производственный технопарк «Идея»;
- Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ (КНИТУ-КАИ);
- Казанский (Приволжский) федеральный университет (КФУ);
- Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ);
- Казанский государственный медицинский университет (КГМУ);
- Казанский государственный архитектурно-строительный университет (КГАСУ);
- ОАО «КНИАТ»;
- ММОО «Казанский клуб нанотехнологий»;
- Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности;
- Технопарк в сфере высоких технологий «IT-парк»;
- ОАО «Казанская ярмарка».



ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ ФОРУМА NANOTEH'2012

ШАГИАХМЕТОВ Мидхат Рафкатович	Министр экономики Республики Татарстан, председатель организационного комитета
ЗДУНОВ Артем Алексеевич	Заместитель министра экономики Республики Татарстан, заместитель председателя организационного комитета
МИНГАЛЕЕВ Ильдар Равильевич	Заместитель министра промышленности и торговли Республики Татарстан, заместитель председателя организационного комитета
БЫКОВ Виктор Александрович	Президент общероссийской общественной организации «Нанотехнологическое общество России», генеральный директор ЗАО «Нанотехнология МДТ», заместитель председателя организационного комитета (по согласованию)
АНИСКИН Иван Петрович	Начальник отдела инновационной деятельности Министерства экономики Республики Татарстан, секретарь организационного комитета

Члены организационного комитета:

АЙДЕЛЬДИНОВ Айнур Тауфикович	Директор государственной некоммерческой организации «Инвестиционно-венчурный фонд Республики Татарстан» (по согласованию)
ГАФУРОВ Ильшат Рафкатович	Ректор ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» (по согласованию)
ГИЛЬМУТДИНОВ Альберт Харисович	Исполняющий обязанности ректора ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ (по согласованию)

ГОГИН Валерий Алексеевич	Директор Федерального бюджетного учреждения «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Республике Татарстан» (по согласованию)
ДЬЯКОНОВ Герман Сергеевич	Ректор ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (по согласованию)
ИВАНОВ Аркадий Васильевич	Директор ФГБУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности» (по согласованию)
КРИНИЦКИЙ Дмитрий Владимирович	Директор Департамента по региональной политике и взаимодействию с органами власти ОАО «РОСНАНО» (по согласованию)
МАЗГАРОВ Ахмет Мазгарович	Президент Академии наук Республики Татарстан (по согласованию)
НАСЫРОВ Айрат Талгатович	Генеральный директор государственного унитарного предприятия Республики Татарстан «Татарстанский центр научно-технической информации» (по согласованию)
ПАВЛОВ Борис Петрович	Вице-президент – управляющий филиалом ОАО «Газпромбанк» в г. Казани, советник Премьер-министра Республики Татарстан (по согласованию)
ПАШИН Дмитрий Михайлович	Генеральный директор Центра нанотехнологий Республики Татарстан (по согласованию)
НИЗАМОВ Рашит Курбангалиевич	Ректор ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет» (по согласованию)
САФИН Ленар Ринатович	Министр транспорта и дорожного хозяйства Республики Татарстан
СЕМЕНОВ Лев Леонидович	Генеральный директор ОАО «Казанская ярмарка» (по согласованию)
СИНЯШИН Олег Герольдович	Председатель Президиума Казанского научного центра Российской академии наук – директор Института органической и физической химии им. А.Е. Арбузова Казанского научного центра Российской академии наук (по согласованию)

ФАЙЗУЛЛИН Ирек Энварович	Министр строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Республики Татарстан
ФАТТАХОВ Энгель Навапович	Министр образования и науки Республики Татарстан
ЮШКО Сергей Владимирович	Генеральный директор ЗАО «Инновационно-производственный технопарк «Идея» (по согласованию)
ЯКУПОВ Линар Габдельнурович	Руководитель Агентства инвестиционного развития Республики Татарстан
ЯРУЛЛИН Рафинат Саматович	Генеральный директор ОАО «Татнефтехиминвест-холдинг» (по согласованию)

Приветственное слово Президента Республики Татарстан Р.Н. Минниханова к участникам Международного Казанского инновационного нанотехнологического форума«NANOTECH'2012»

Уважаемые участники и гости форума!

Приветствую вас на IV Международном Казанском инновационном на нанотехнологическом форуме «NANOTECH'2012».

Современный стратегический курс развития государства, направленный на повышение инновационной активности и экономического эффекта от внедрения инноваций, требует объединения усилий российских регионов, и этому во многом способствуют такие мероприятия, как Казанский инновационный форум.

Для Республики Татарстан, одного из субъектов Российской Федерации с мощными интеллектуальными возможностями, вопросы инновационного развития представляют особую значимость. К числу приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в республике относятся нанотехнологии, биотехнологии, фундаментальная и прикладная медицина, полимерные, композиционные и энергонасыщенные материалы, энергетика и энергоэффективность, наукоемкое машиностроение и другие. Успехи в этих направлениях во многом определяют инновационную составляющую экономики Республики Татарстан, но не меньшую роль играют вопросы эффективности межрегионального сотрудничества и обмена международным опытом. Поэтому стратегический выбор республики – инновационная экономика, в основе которой лежат наукоемкое производство, современные технологии и активное научно-техническое сотрудничество.

Уверен, что работа в рамках данного форума станет для всех участников и гостей плодотворной, насыщенной и будет способствовать успешному обмену опытом между регионами.

Желаю всем участникам новых встреч, интересного и конструктивного диалога, здоровья и удачи во всех начинаниях!

Президент Республики Татарстан **Р.Н. Минниханов**

Приветственное слово председателя ОАО «РОСНАНО» А.Б. Чубайсак участникам IV Международного Казанского инновационного нанотехнологического форума «NANOTECH'2012»

Уважаемые участники Форума!

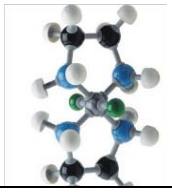
Позвольте приветствовать Вас от лица руководства РОСНАНО и от себя лично!

Я убежден, что вопрос о судьбе инновационной России будет решаться не в Москве, а в российских регионах. И в первую очередь таких, как Республика Татарстан. Благодаря энергичным действиям и грамотной экономической политике руководства субъекта федерации, сегодня Татарстан является одним из безусловных лидеров в инновационной сфере, в том числе в области наноиндустрии.

Лучшее тому подтверждение - внимание, которое привлечено к событиям Форума NANOTECH'2012 со стороны органов федеральной и региональной власти, научного и инновационного сообщества, ведущих вузов, крупных производителей и потребителей нанопродукции.

Уверен, что Форум станет хорошей площадкой для эффективного диалога между его участниками.

Председатель Правления
ОАО «РОСНАНО» **А.Б. Чубайс**



ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

Ж.И. Алфёров

Новые технологии для новой экономики России

Санкт-Петербургский академический университет —
научно-образовательный центр нанотехнологий РАН

- Научные исследования — основа новых технологий
- Технологические прорывы после Второй мировой войны
- Новые технологии для новой экономики России
- Проблемы специального образования для новых технологий

Политехнический институт

Семинар А.Ф. Иоффе в Политехническом институте. 1916

Олег Владимирович Лосев

1903–1942

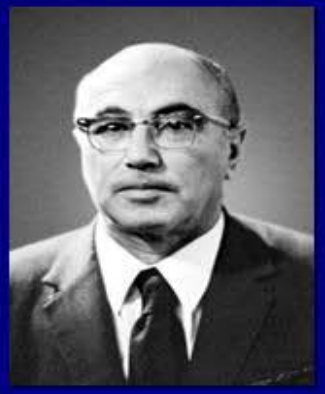
Открытие «кристадина» и «светодиода» Олегом Лосевым почти 100 лет назад в кристаллах карбида кремния и оксида цинка могли стать основой современной полупроводниковой электроники

Советский атомный проект

И.В. Курчатов
1902–1960

Ю.Б. Харитон
1904–1996

А.П. Александров
1903–1994



Я.Б. Зельдович
1914–1987

А.Д. Сахаров
1921–1989

The Nobel Prize in Physics 1956

"for their researches on semiconductors and their discovery of the transistor effect"

William Bradford
Shockley
1910–1989

John
Bardeen
1908–1991

Walter Houser
Brattain
1902–1987

The Nobel Prize in Physics 1964

"for fundamental work in the field of quantum electronics, which has led to the construction of oscillators and amplifiers based on the maser-laser principle"

Charles Hard
Townes
b. 1915

Nicolay
Basov
1922–2001

Aleksandr
Prokhorov
1916–2002

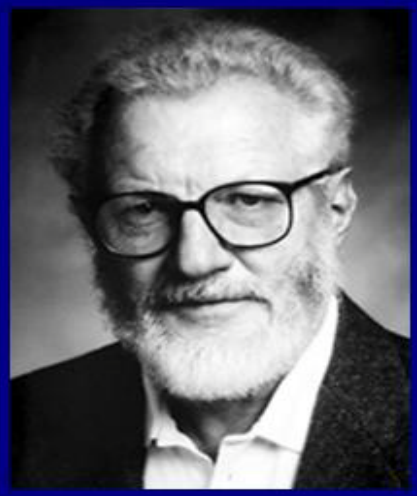
The Nobel Prize in Physics 2000

"for basic work on information and communication technology"

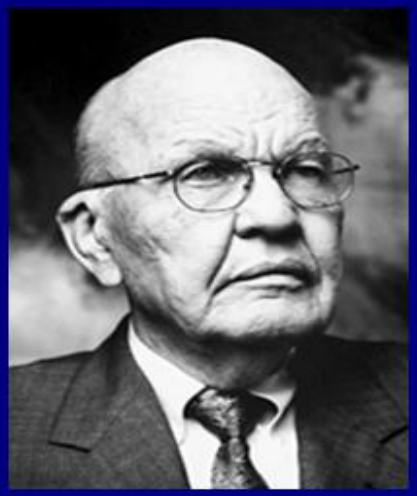
"for developing semiconductor heterostructures used in high-speed- and opto-electronics"

"for his part in the invention of the integrated circuit"

Zhores I. **Alferov**
b. 1930

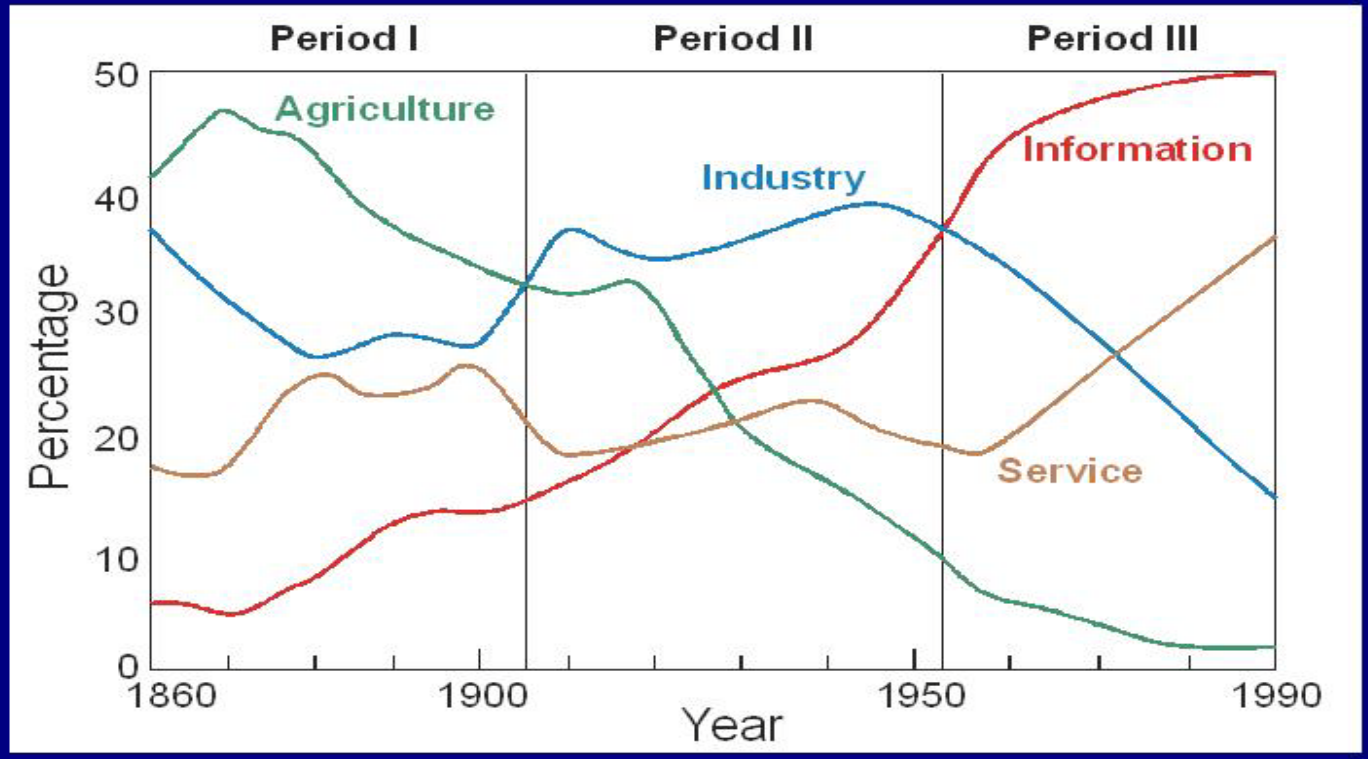


Herbert **Kroemer**
b. 1928



Jack S. **Kilby**
1923–2005

Changing composition of work force in the United States



S.M. Sze,
J. Appl. Phys.
Vol. 22 (1983)

Moore's law I: device downsizing

First silicon transistor
Texas Instruments introduced the first silicon transistor n 1954

10^8 nm

10^7 nm

10^6 nm

10^5 nm

10^4 nm

10^3 nm

100 nm

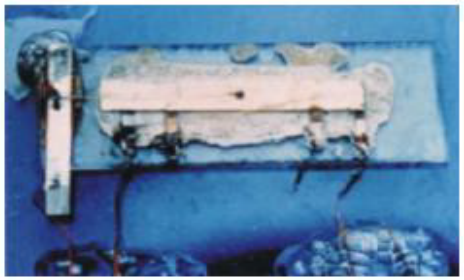
10 nm

Small talk
The transistors in Intel's Pentium 4 processor are just 45 nm in size

Size matters
Transistors in the first microprocessor (the Intel 4004) measured 10 µm

Vacuum tube
The first active electronic device to be invented was the vacuum tube

The first Integrated circuit
Jack Kilby developed the first integrated circuit in 1958



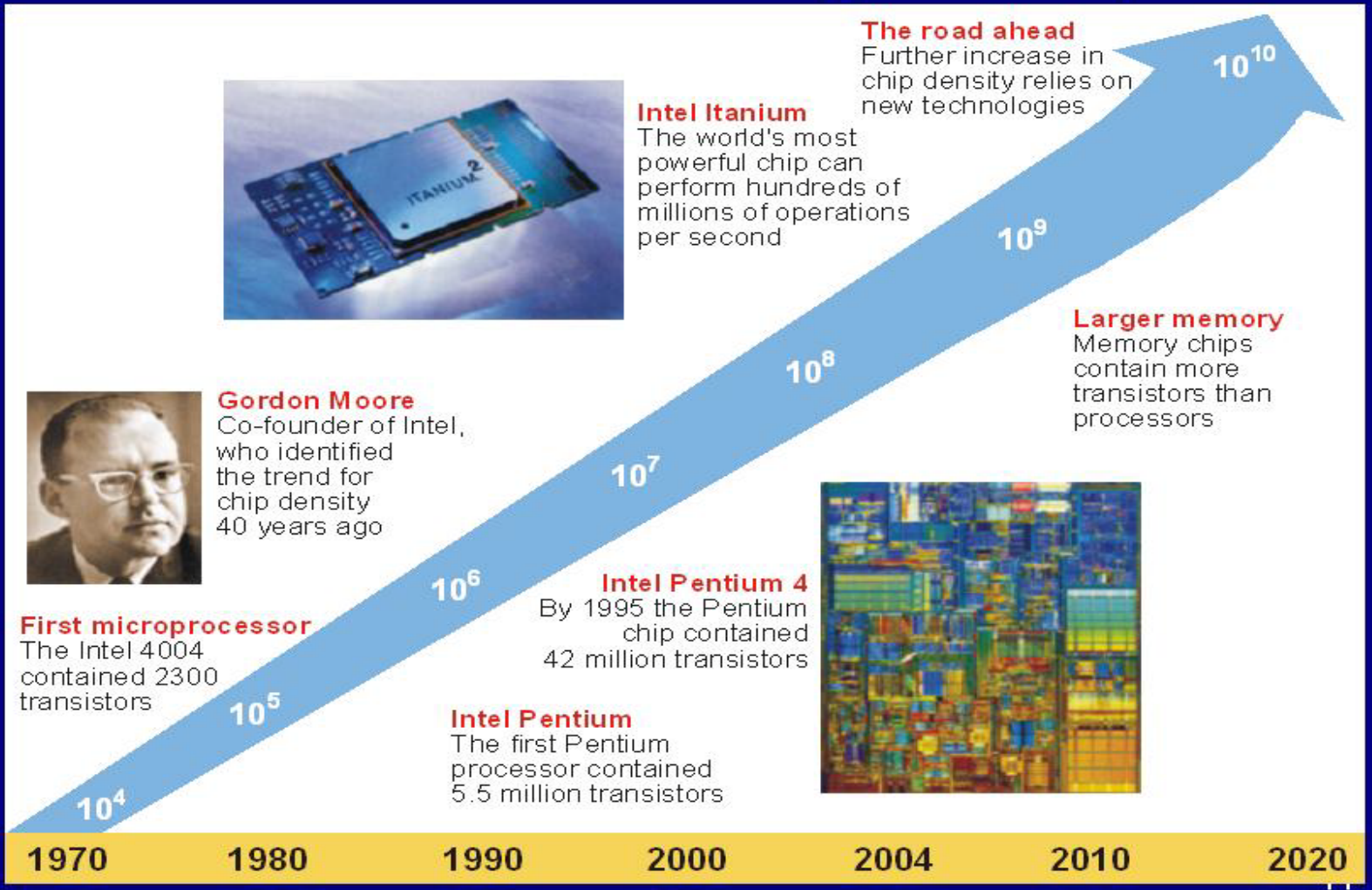
How low can you go?
Further downsizing may not prove to be economically viable

Trade-off
Smaller devices suffer from larger leakage currents

1900 1950 1960 1970 1980 1990 2000 2010 2020

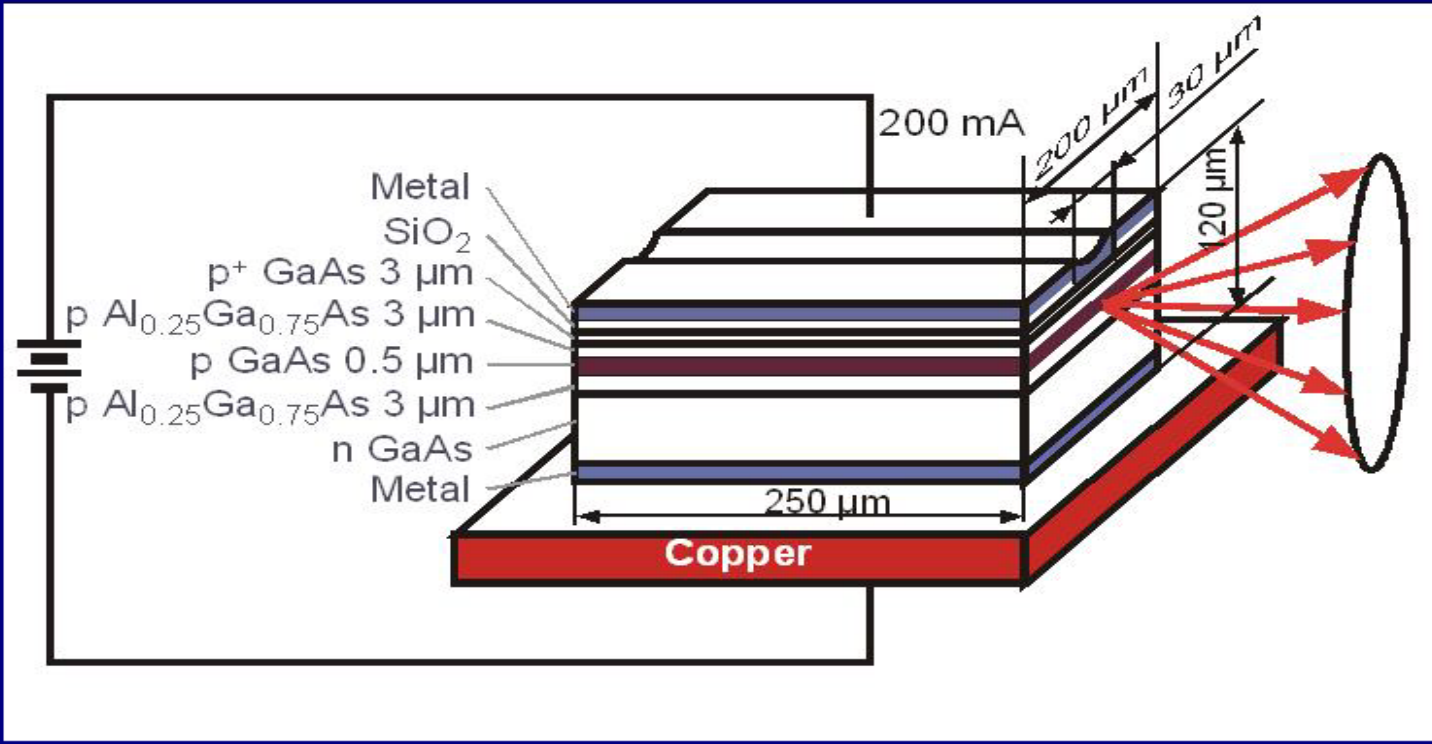
H. Iwai, H. Wang, *Phys. World* Vol. 18, 09 2005

Moore's law II: chip density



H. Iwai, H. Wang, *Phys. World* Vol. 18, 09 2005

Схематическое изображение структуры первого инжекционного ДГС-лазера, работающего в непрерывном режиме при комнатной температуре



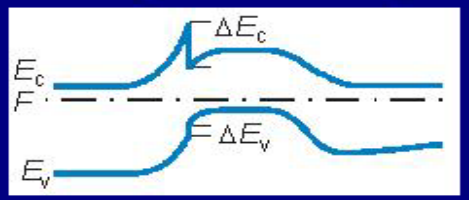
Первые AlGaAs/GaAs солнечные батареи были созданы в 1969–70 в ФТИ им. Иоффе

Созданная технология была использована в крупномасштабном производстве солнечных батарей для советских космических аппаратов в1970–80-е гг.

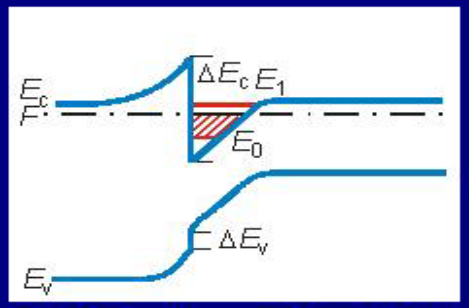
AlGaAs/GaAs солнечные батареи площадью 70 м^2 были установлены на космической станции «Мир» в 1986 г.

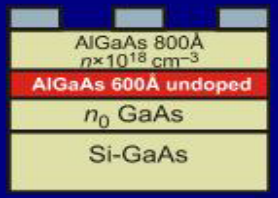
Heterostructure microelectronics

Heterojunction Bipolar Transistor



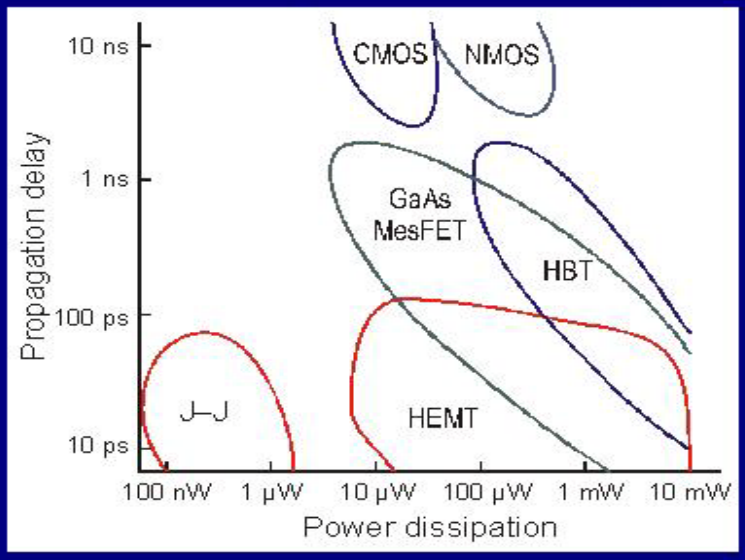
Suggestion — 1948 (W. Shockley)
Theory — 1957 (H. Kroemer)
Experiment — 1972 (Zh. Alferov *et al.*)
AlGaAs HBT





***N*AlGaAs-*n* GaAs Heterojunction**

HEMT—1980 (T. Mimura *et al.*)



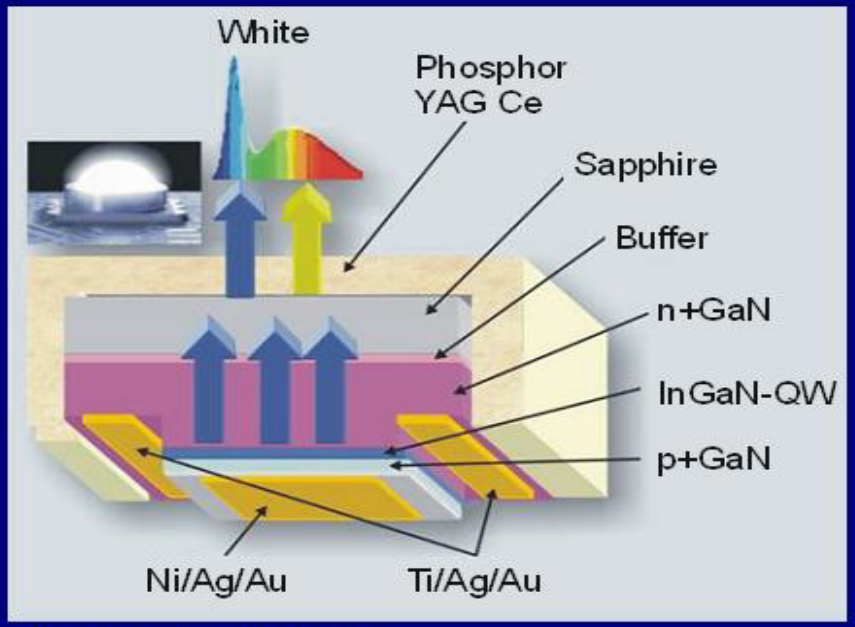
Speed-power performances

White light-emitting diodes:

efficiency, controllability, reliability, life time

Today:

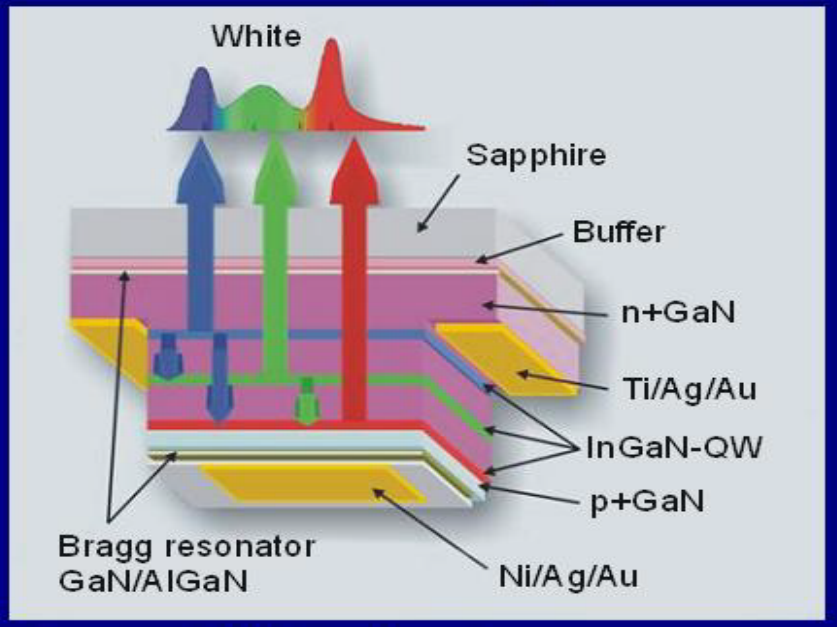
InGaN-QW/GaN/sapphire
light-emitting chip + YAG Ce phosphor



+ simple design
– phosphor loss

Outlook:

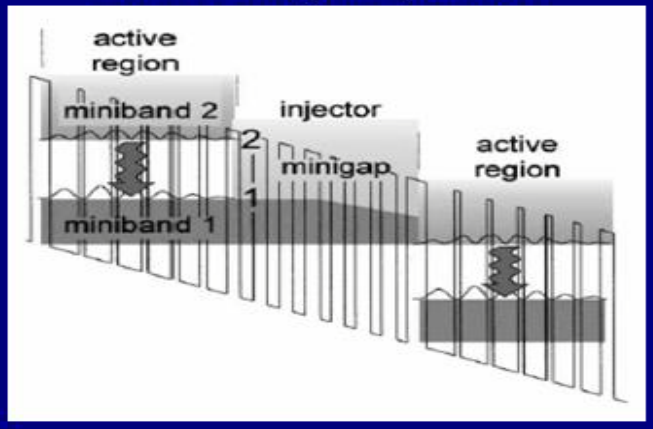
Monolithic microcavity LED with
InGN/GN MQW active region



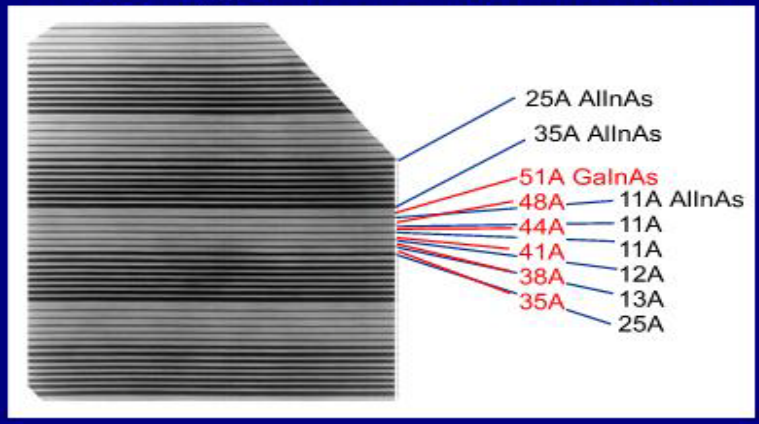
+ monolithic nature
+ absence of additional loss

Квантовые каскадные лазеры

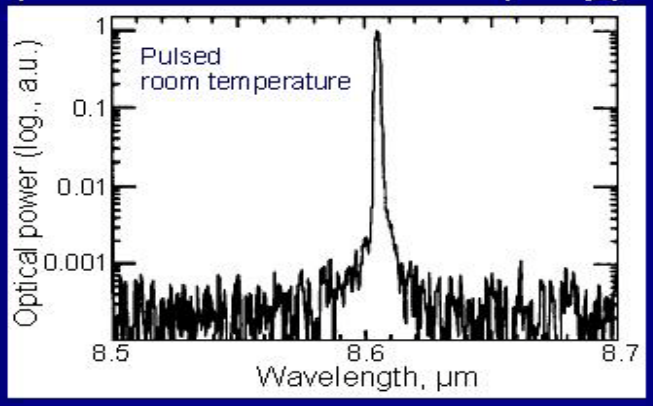
Зонная диаграмма



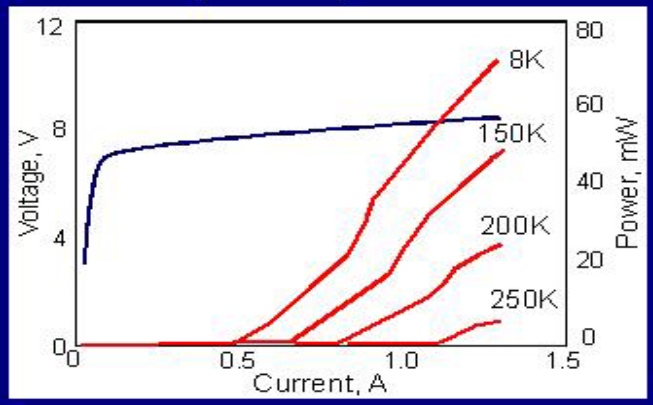
Последовательность слоев



Спектр лазерного излучения при комнатной температуре



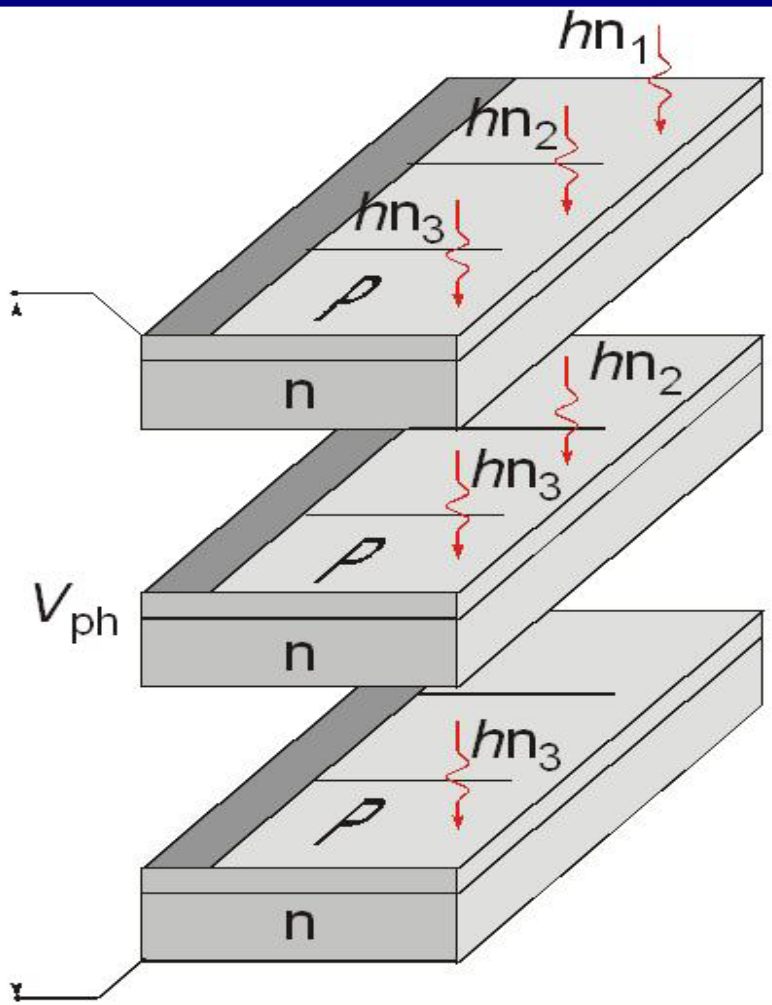
Ватт- и вольт-амперные характеристики



“Шагреневая кожа” энергетики

Energy Carrier	Total throughout the world		
	Reserves (known and extractive) (GWatt × year)	**Consumption rate** (GWatt)	**Period of exhaust** (years)
Oil	200 000	4 600	40–50
Gas	150 000	2 200	60–70
Coal	1 000 000	3 000	300–400
Nuclear Power (thermal reactors)	90 000	750*	120
Total	1 440 000	11 000	130
Nuclear Power (fast reactors)	15 000 000	11 000*	1 500

*Calculated value



Photocell with E_{q1}

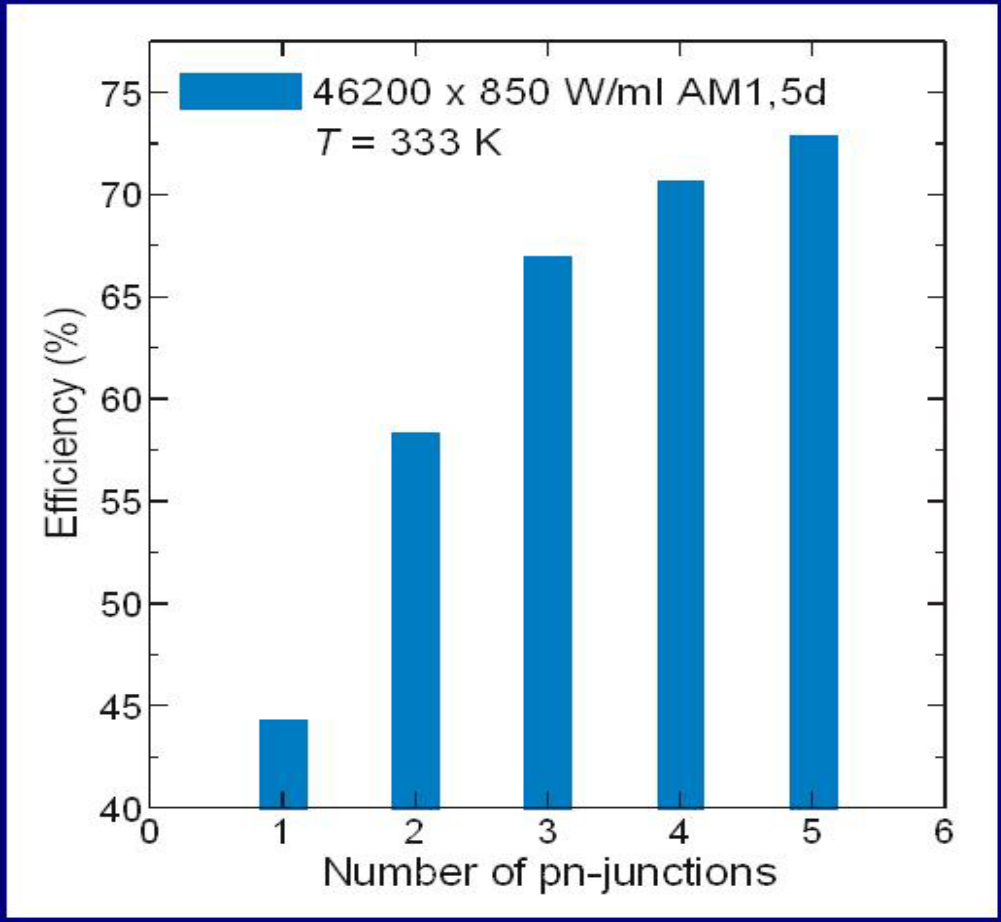
Photocell with E_{q2}

Photocell with E_{q3}

$E_{q1} > E_{q2} > E_{q3}$

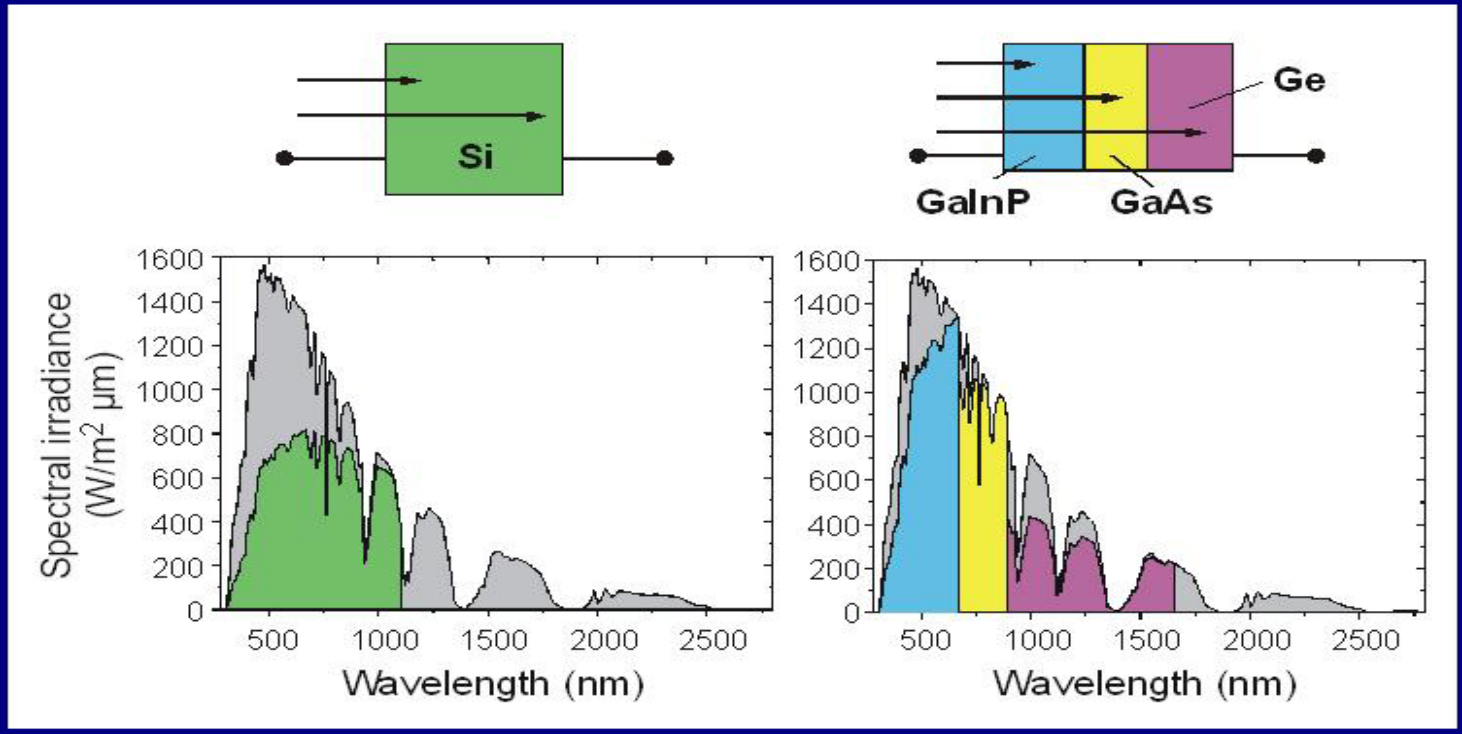
The theoretical limit for MJ cells

- Calculation made in the radiative limit
- Calculated for the concentration limit
- Optimum band gaps assumed

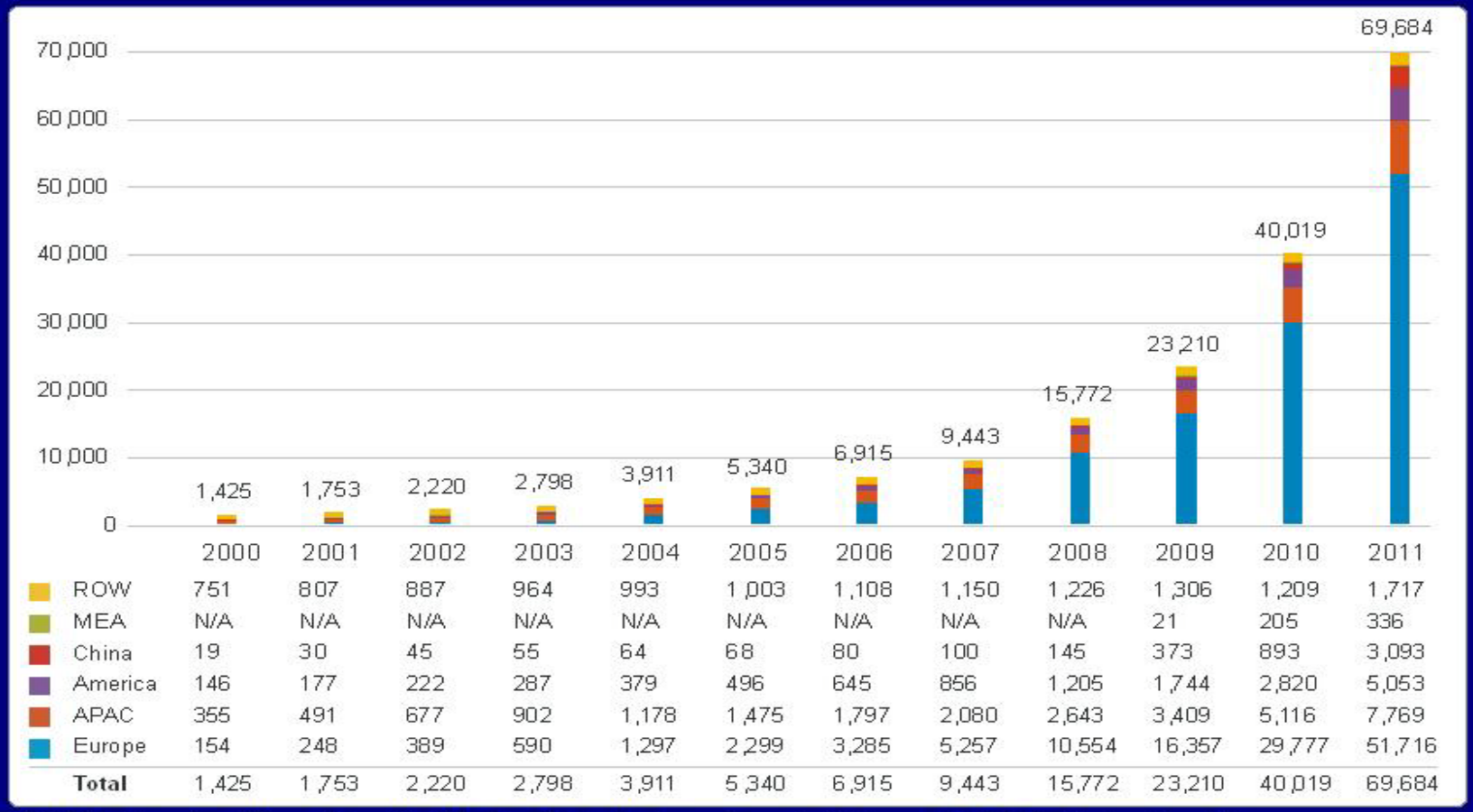


Multijunction solar cells provide conversion of the solar spectrum with higher efficiency.

Achievable efficiency of multijunction cells is > 50%



Эволюция мирового ежегодного производства солнечных фотоэнергосистем в 2000–2011 гг. (МВт/год)



	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
ROW	751	807	887	964	993	1,003	1,108	1,150	1,226	1,306	1,209	1,717
MEA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	21	205	336
China	19	30	45	55	64	68	80	100	145	373	893	3,093
America	146	177	222	287	379	496	645	856	1,205	1,744	2,820	5,053
APAC	355	491	677	902	1,178	1,475	1,797	2,080	2,643	3,409	5,116	7,769
Europe	154	248	389	590	1,297	2,299	3,285	5,257	10,554	16,357	29,777	51,716
Total	1,425	1,753	2,220	2,798	3,911	5,340	6,915	9,443	15,772	23,210	40,019	69,684

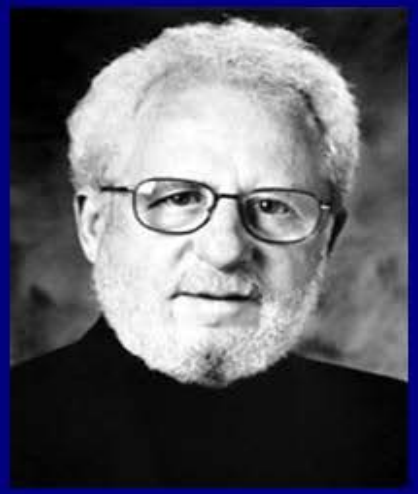
ROW: Rest of the World, **MEA**: Middle East and Africa, **APAC**: Asia Pacific

Source: Global Market Outlook for photovoltaics until 2016, EPIA, May 2012

21

The Nobel Prize in Chemistry 2000

"for the discovery and development of conductive polymers "



Alan J.
Heeger
b. 1936

Alan G.
MacDiarmid
1927–2007

Hideki
Shirakava
b. 1936

22

SEMICONDUCTING AND METALLIC POLYMERS: THE FOURTH GENERATION OF POLYMERIC MATERIALS

Nobel Lecture, December 8, 2000

by

ALAN J. HEEGER

.....

Finally – and perhaps most important – conducting polymers offered the promise of achieving a new generation of polymers: Materials which exhibit the electrical and optical properties of metals or semiconductors *and* which retain the attractive mechanical properties and processing advantages of polymers.

NANOTECH'2012

RUSSIA, KAZAN
November, 27-29, 2012

А.И.Коновалов

Образование наноразмерных молекулярных ансамблей («наноассоциатов») в высокоразбавленных водных растворах. Эффект электромагнитных полей.

(ИОФХ КазНЦ РАН)

Публикации

1. Известия Академии наук. Серия химическая, 2008, № 6, С. 1207-1214.
2. Доклады академии наук, 2009, том 429, № 1, С. 128-131.
3. Доклады академии наук, 2009, том 428, № 4, С. 487–491
4. Доклады академии наук, 2009, том 428, № 5, С. 628–632.
5. Доклады академии наук, 2010, том 433, № 5, С. 647–651.
6. Mendeleev Commun, 2010, № 20, С. 148-150.
7. Chemical Physics Letters, 2011, V.511, P.247-250.
8. Доклады академии наук, 2011, том 438, № 2, С. 207-211.
9. Доклады академии наук, 2011, том 438, № 5, С. 635–639.
10. Доклады академии наук, 2011, том 440, №6, С.778-781.
11. Доклады академии наук, 2011, том 440, №1, С.59-63.
12. Доклады академии наук, 2012, том 446, № 3, С. 303–307.
13. Доклады академии наук, 2012, том 446, №6, С. 646-652.
14. Доклады академии наук, 2012, том 447, № 2, С. 179–182.
15. Доклады академии наук, 2012, том 447, №1, С. 56-62.

Казань: ИОФХ, КФТИ, КИББ, КФ(П)У

Москва: Кафедра биофизики МГУ,
ИОФ РАН

Иваново: Международная конференция
по химии растворов

С.Петербург: Международная конференция
по влиянию слабых полей

Н.Новгород: IV съезд биофизиков России

Страсбург: VII Международный симпозиум
«SupraChem»

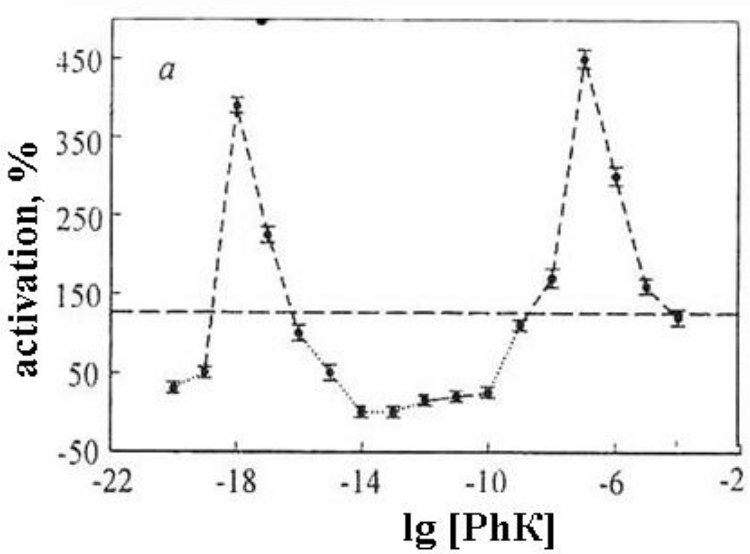
Москва: Научный совет РАН по физической
химии

Казань: Совещание «Молекулярная структура
воды: фундаментальные и прикладные
проблемы»

Вермонт: VII ежегодная конференция «Физика,
США химия и биология воды»

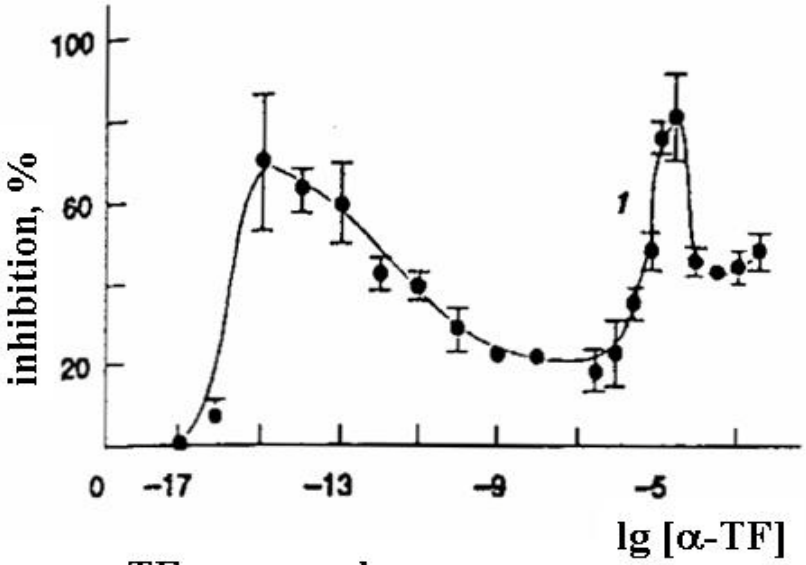
Бимодальная зависимость «концентрация-биоэффект»

Е.Б.БУРЛАКОВА с сотр., 1983



PhK – фенозан калия

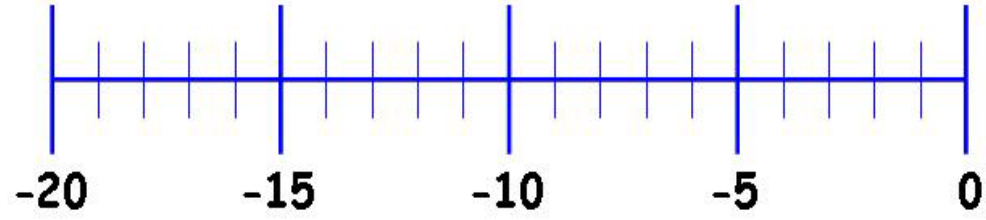
Mal'tseva E.L. et al. Biological membranes, 1998, 15, 2, 191-198.



α-TF - α-токоферол

N. P. Palmina et al. Biochemistry, 1994, 59, 2, 193-200.

Биоэффект – степень активации и ингибирования протеинкиназы С



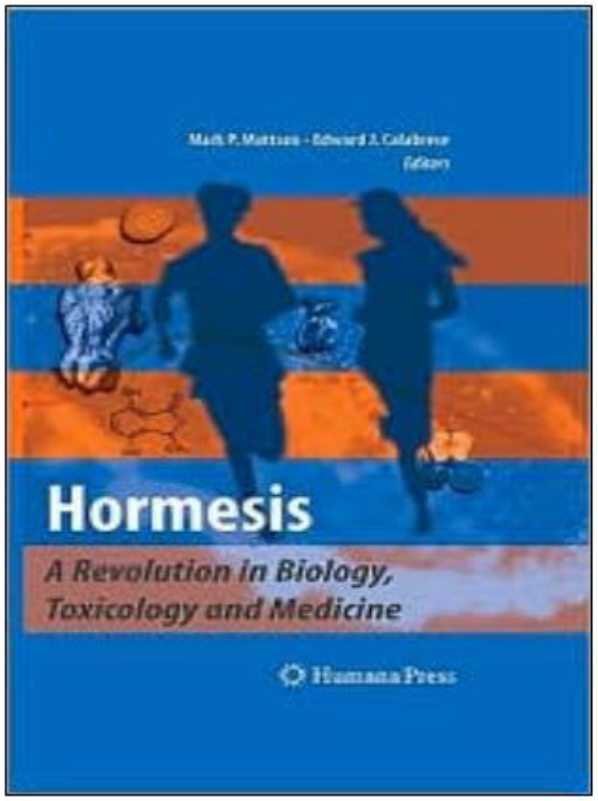
lg C (C mol/L)

$6 \cdot 10^{3}$	$6 \cdot 10^{8}$	$6 \cdot 10^{13}$	$6 \cdot 10^{18}$	$6 \cdot 10^{23}$	Число молекул в литре раствора
6	$6 \cdot 10^{5}$	$6 \cdot 10^{10}$	$6 \cdot 10^{15}$	$6 \cdot 10^{20}$	Число молекул в миллилитре раствора

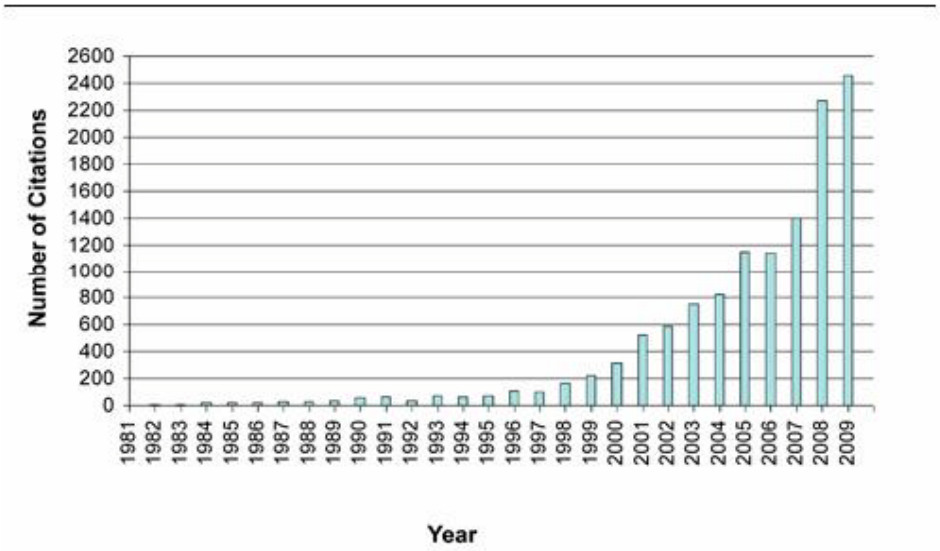
Согласно концепции бесконечно разбавленных растворов

Свойства растворов —разбавление→ Свойства растворителей

(вода)



Hormesis: A Revolution in Biology, Toxicology and Medicine, Springer Verlag, New York, 2009



BELLE Newsletter.-Vol.16.-No.1, April, 2010

Более, чем 8 тысяч примеров

Нанобиотехнологии отвечают на вызовы XXI века

Константин Скрябин

centre bioengineering
russian academy of sciences

27 ноября 2012 г., Казань

Крупнейшие глобальные проблемы XXI века

▲ Глобальное изменение климата, устойчивость экосистем планеты

▲ Чистая вода

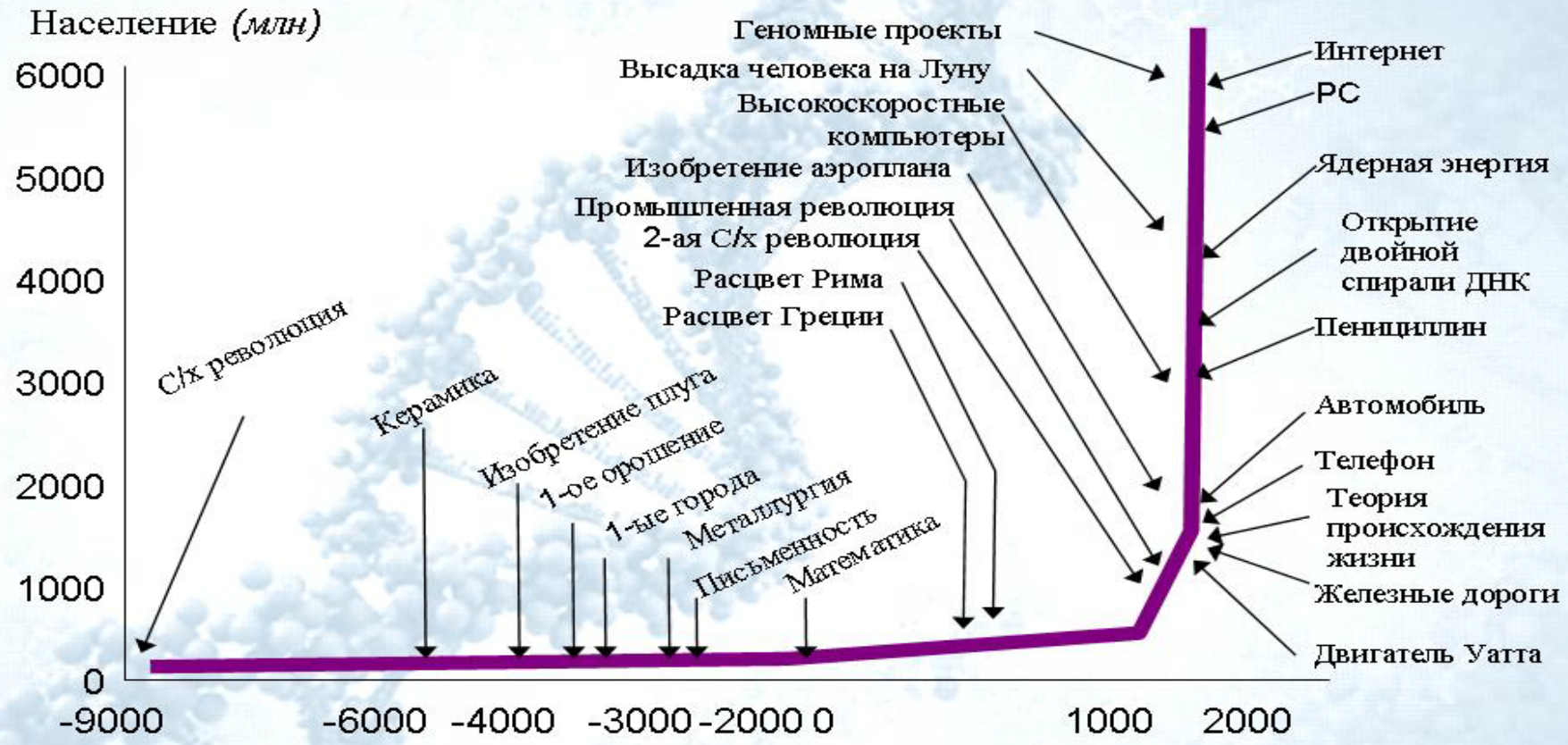
▲ Энергетическая безопасность, энергетическая самодостаточность

▲ Продовольственная безопасность и производство продовольствия

▲ Здравоохранение и «реформа» здравоохранения

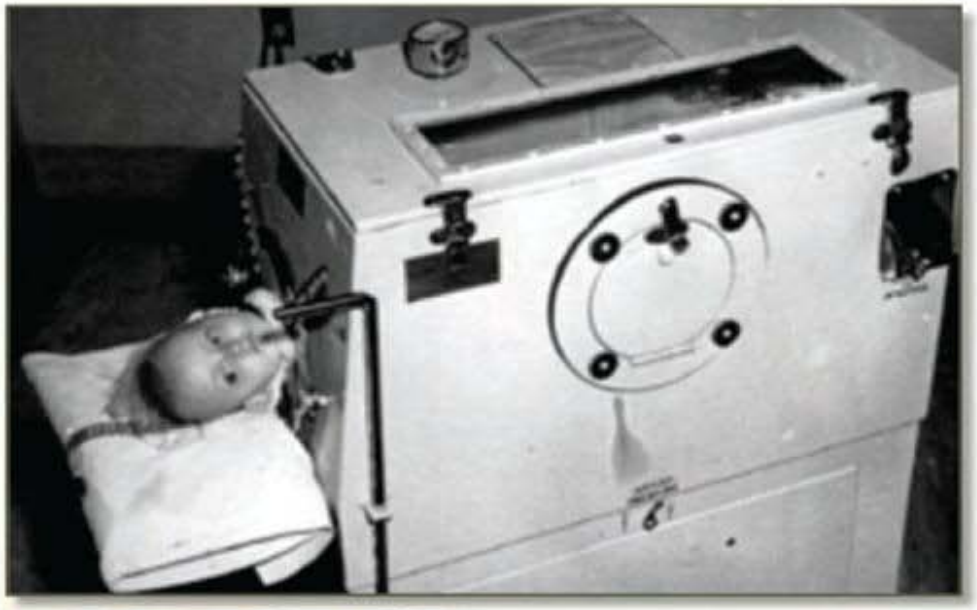
centre bioengineering
russian academy of sciences

ИСТОРИЯ ТЕХНОЛОГИЙ



Исп.: Milken Institute, Robert Fogel/University of Chicago

РЕШЕНИЕ МЕДИЦИНСКИХ ПРОБЛЕМ



1950: Было рассчитано, что лечение полиомиелита к концу столетия будет стоить человечеству $100 ***миллиардов***

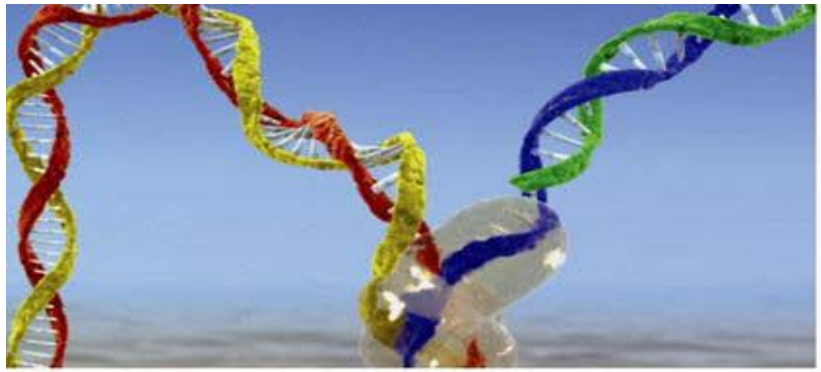
Исп.: Milken Institute

Решение медицинских проблем

1955 : Изобретена вакцина Солка.

К 2000 году стоимость лечения полиомиелита составила $100 *миллионов* –1/1000 от прогноза 1950 года

ucm.: Milken Institute



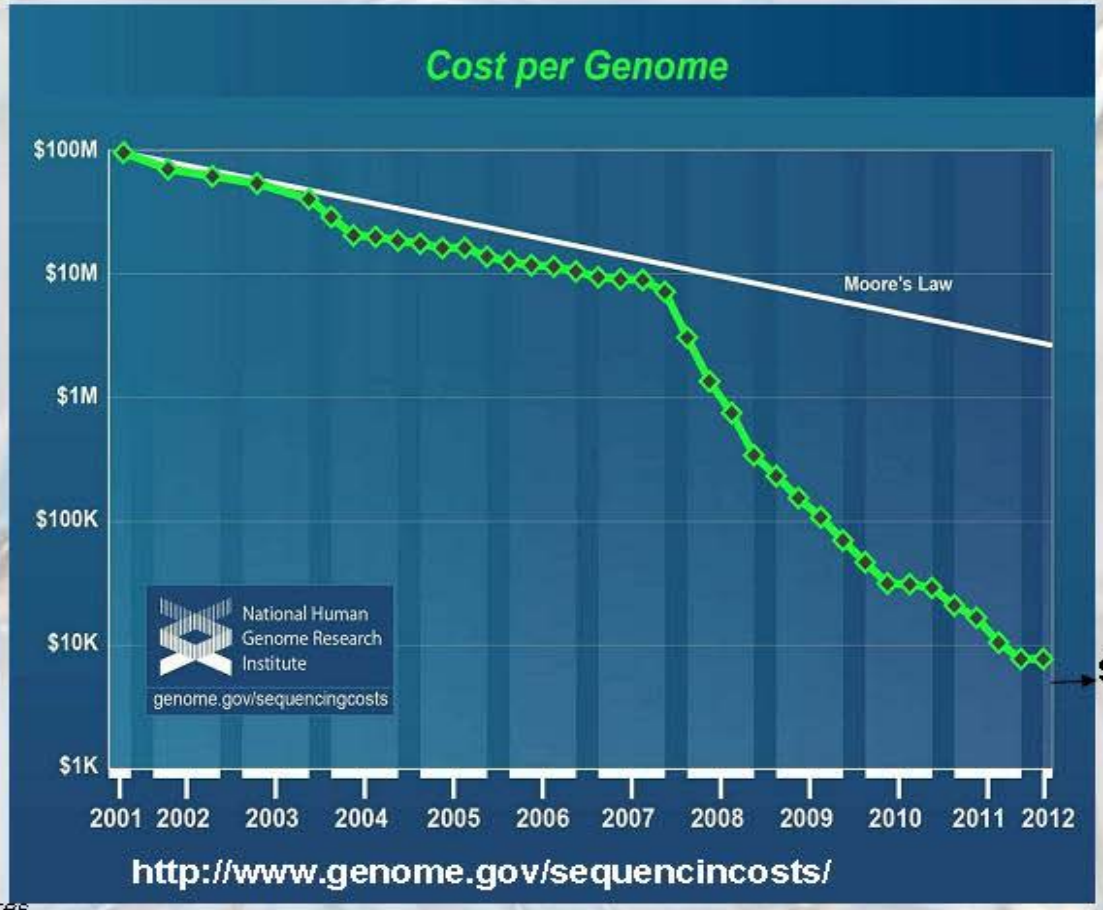
Создание рукотворных генетических программ

Чтение и анализ генетических текстов

Манипулирование известными и создание новых, ранее не существовавших в природе, генетических текстов

Создание органов и организмов с рукотворными генетическими программами

Методы секвенирования нового поколения: возможности



centre bioengineering
russian academy of sciences

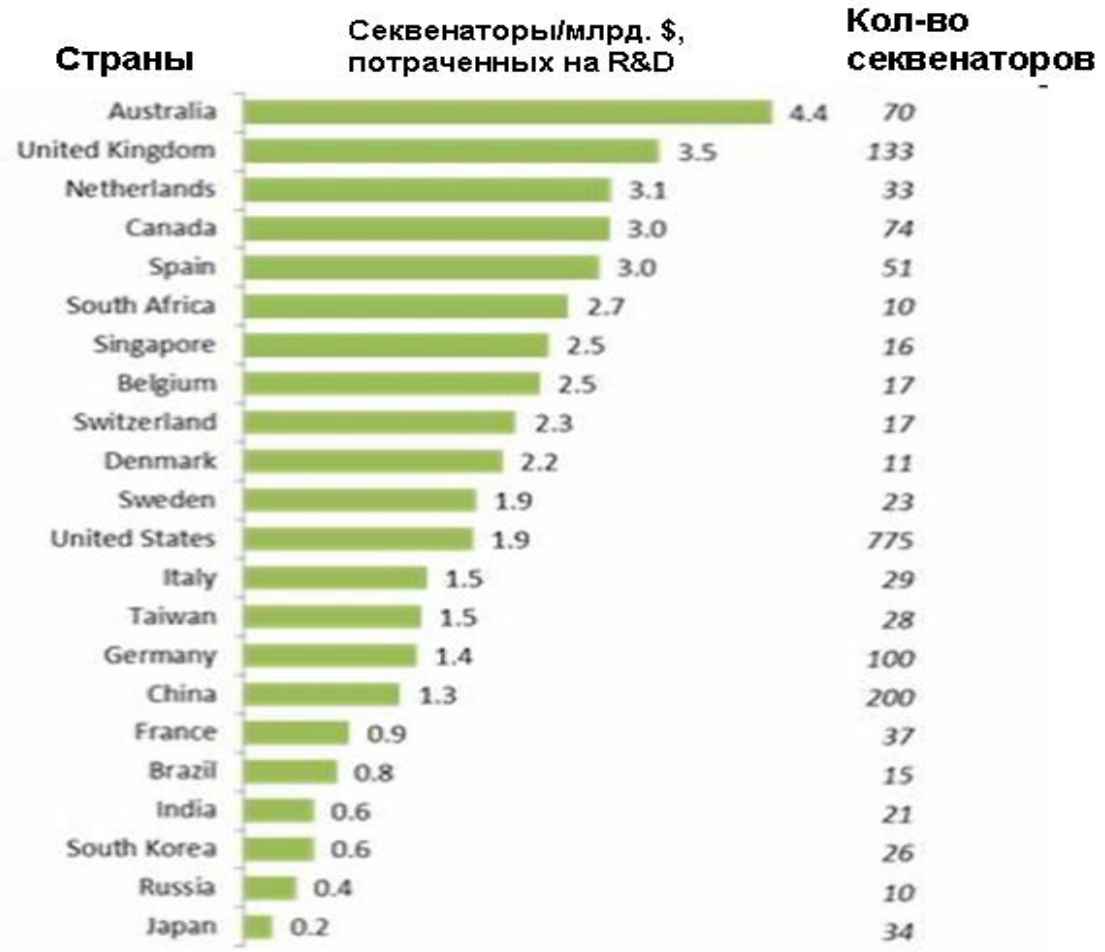
стоимость секвенирования одного генома человека в долларах США	время секвенирования одного генома человека
3 000 000 000 $ 2001 год	3650 дней
200 000 000 $ 2007 год	365 дней
2 000 000 $ 2008 год	100 дней
1 000 $ в перспективе	1 день

стоимость секвенирования одного генома человека в долларах США
технология измерения в нанометрах
3 000 000 000 $
2001 год
1 000 000 нм
капиллярный электрофорез
200 000 000 $
2007 год
2 000 000 нм
капиллярный электрофорез
2 000 000 $
2008 год
1 000 нм
новейшие технологии
1 000 $
в перспективе
10 нм
в перспективе

Методы нового секвенирования: возможности

Технология	ABI	454/Roche	Illumina	SOLID	Ion Torrent
Нуклеотидов за рабочий цикл	80 тысяч	400 млн	300 млрд	75 млрд	1 млрд
Продолжительность запуска	3 часа	12 часов	10 суток	8 суток	3 часа
Длина чтения нт	800	800	150	75	300
Стоимость реактивов на 1 запуск (в России, тысяч евро)	0,2	10	16	10	0,6

Количество ДНК-секвенаторов на каждый 1 млрд. $, потраченный на R & D



СЕКВЕНИРОВАНИЕ ГЕНОМА ЕДИНИЧНОЙ КЛЕТКИ

ТЕХНОЛОГИЯ!

Электронные схемы, интегрированные под кожу

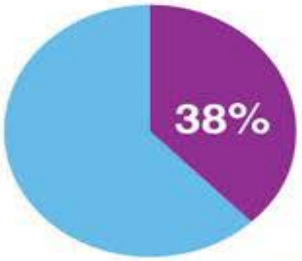
- Подкожные чипы – обладают гибкостью, адаптированы для растяжения и скручивания

- “Вторая кожа” позволяет вести мониторинг заболеваний сердца и обмена веществ; или оценивать когнитивность и состояние сознания

- Обладают способностью стимулировать мышечные ткани и могут внести значительный вклад в физиотерапию

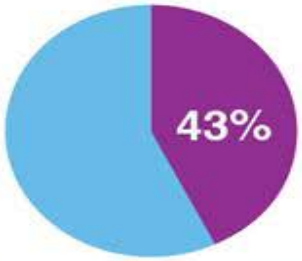
ОДИН РАЗМЕР НЕ ПОДХОДИТ ВСЕМ

Население (в %), для которого не работают общераспространенные классы лекарственных средств



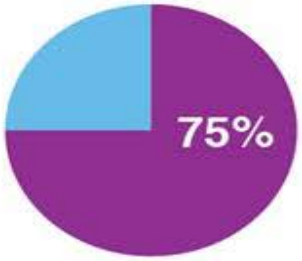
Антидепрессанты

Противоастматические средства



Антидиабетические препараты

Противоартритные препараты



Противораковые средства

ucm.: Personalized Medicine Coalition

Но Миллиарды тратятся на неэффективную терапию

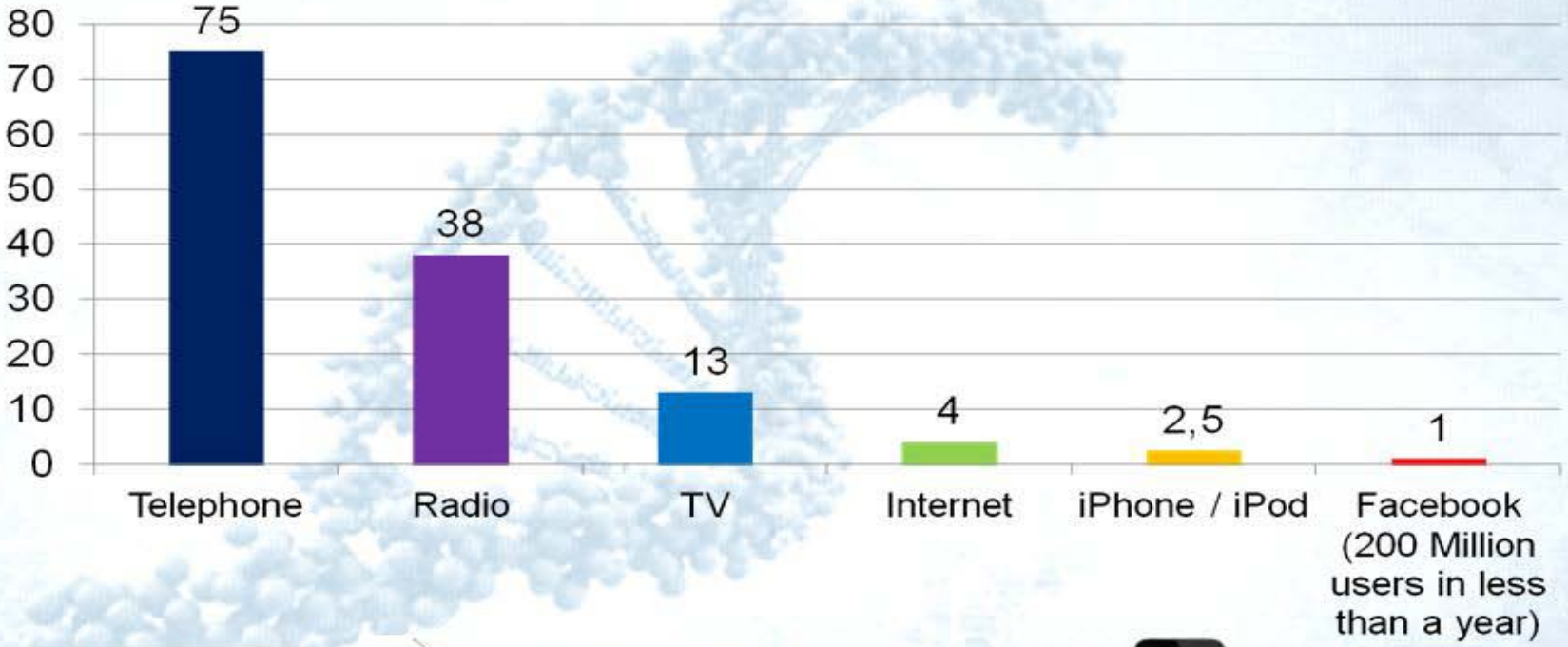
- Около 90% лекарств эффективны только для 30% - 50% населения

- Мировая продажа лекарственных средств составила около $880 миллиардов в 2011

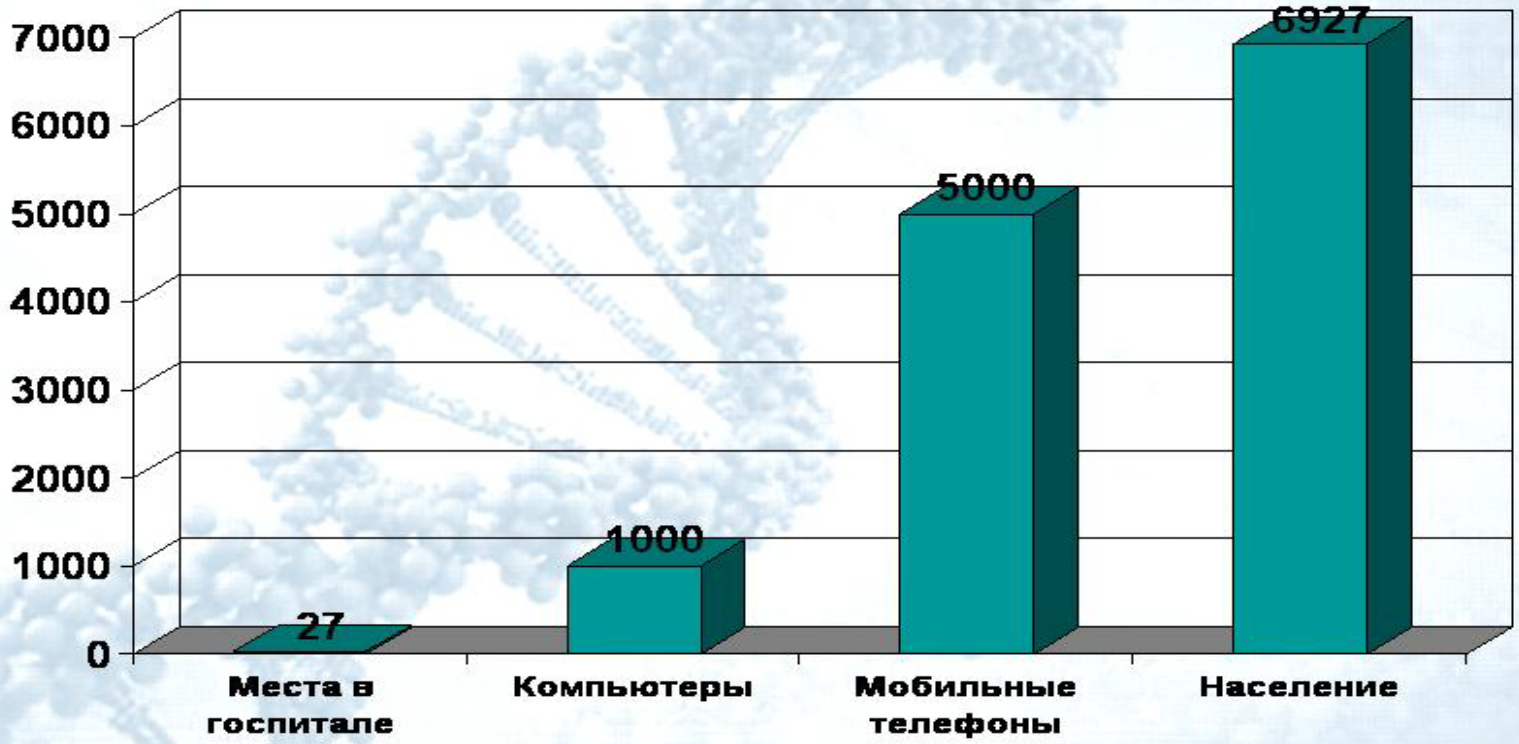
Почти $350 миллиардов - впустую в 2011 г.

Мы живем по экспоненте

Время, за которое был достигнут уровень - 50 миллионов пользователей:



ПОТЕНЦИАЛ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ



Сегодня разработано > 100,000 приложений для iPhone в области здравоохранения/фармацевтики

Psoriasis. Developed by Janssen for clinicians and patients to access a severity calculator, impact questionnaire and a dermatology newsfeed.

iManage Migraine. Developed by Merck for patients to assess symptoms, treatment options and action plans/

Vax Trak. Developed by Novartis to help busy parents keep track of family vaccinations.

NovoDose. Developed by Novo Nordisk to help clinicians with dosing information.

Pfizer Oncology RCC. Developed by Pfizer to support UK clinicians treating metastatic renal cell carcinoma.

Cancer Trials. Developed by GSK that locates clinical trials in Oncology by geography.

NIHSS. Supported by Boehringer to aid clinicians in evaluating stroke patients with the NIHSS scale.

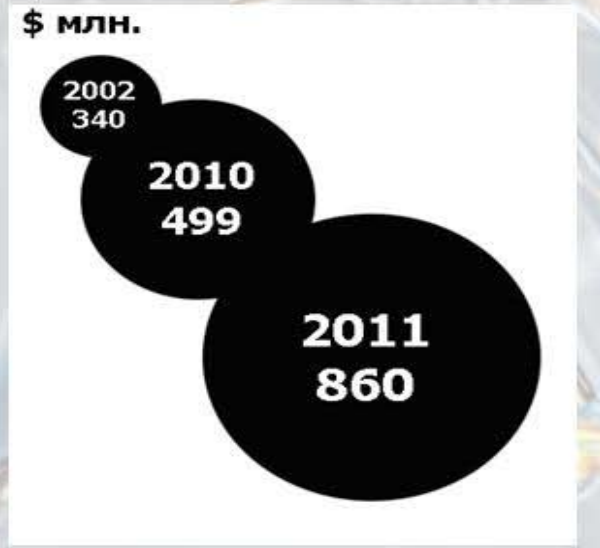
AFib Educator. Developed by sanofi-aventis to aid clinicians in explaining AFib to patients.

Исп. HIT Trends

Эпоха «Больших данных» уже наступила
Электронные данные о здоровье
Реал тайм мониторинг
Данные о здоровье населения
Большие Данные
Данные фармацевтики
Рецензируемые журналы
Мониторинг окружающей среды
Индивидуальные данные «omics»

Это означает, что мы утонем в данных

Стоимость здравоохранения



Вложение венчурных капиталов в IT-здравоохранение, млн. долл.

centre bioengineering
russian academy of sciences

Трансформация медицины

Исп.: The Creative Destruction of Medicine, Eric Topol

Изменение роли пациента

В прошлом	В будущем
• Пассивность в отношении своего здоровья	• Активный менеджер в отношении своего здоровья
•Располагает историей своей семьи	• Вооружен знанием генетических рисков
•Полагается на врачей по ведению записей обследований и истории болезни	• Имеет доступ к своим цифровым данным обследований и к записям
•Полагается на врачей как на первичный источник медицинской информации	• Медицинскую информацию получает по Интернету и из социальных сетей
•Проходит ежегодный осмотр	• Следит за здоровьем и осуществляет профилактику с помощью цифровых устройств

Изменение роли врача

В прошлом	В будущем
• Непререкаемый авторитет	• Советчик-консультант по вопросам здоровья
• Пробы и ошибки	•Принятие решения на основе данных, полученных с использованием «IT–здравоохранения» и диагностики
• Лечение болезней	•Предотвращение и профилактика заболеваний
• Отрыв от других специалистов системы здравоохранения	•Интеграция со специалистами, лабораториями и фармацевтами

Система здравоохранения меняется во всем мире

В прошлом	В будущем
• Экстренная медицинская помощь	• Медицинская помощь при хронических заболеваниях (в будущем - профилактика)
• Количество пациентов/ смертность	• Информационные системы/Программное обеспечение
• Помещения (больницы)	• Потребительское цифровое здравоохранение и уход за пациентами
• Оплата: Базируется на стоимости услуг	• Оплата: Базируется на результатах

IV МЕЖДУНАРОДНЫЙ КАЗАНСКИЙ ИННОВАЦИОННЫЙ НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФОРУМ
г. Казань, 27-29 ноября 2012 г.

Нанотехнологии и нанобиобезопасность

В.О.Попов

Институт биохимии им. А.Н. Баха РАН

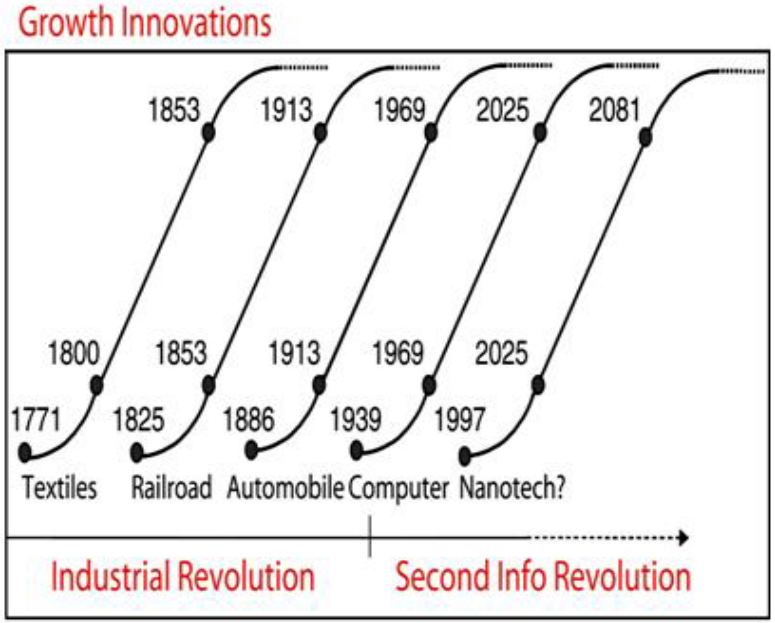
НБИК-Центр НИЦ Курчатовский институт

Большой бизнес

2011 год:

- Общий объем мировых инвестиций в наноиндустрию – 64 млрд.$
- Объем мирового рынка продукции, произведенной с использованием нанотехнологий, – 1 000 млрд.$
- На нанотехнологическую продукцию приходится 1,2% мирового ВВП
- Годовые темпы роста различных сегментов рынка нанопродукции – от 15-20% до 50-70 %

Следующая техническая революция?

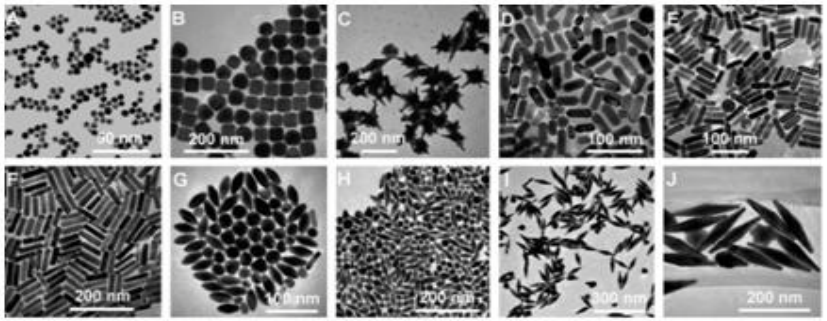


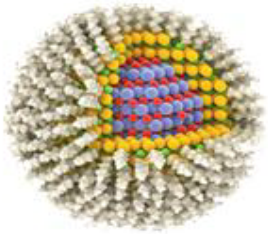
"Neoanalytics", 2012

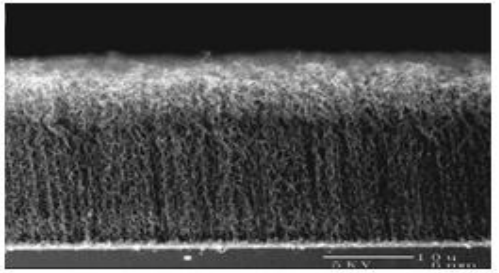
S. Milunovich, J. Roy.
United States Technology Strategy.
Merrill Lynch

Аборигены и пришельцы наномира

- Природные наночастицы
  - Вирусы
  - Бактерии
  - Вулканическая пыль
  - Гарь лесных пожаров …
- Наночастицы традиционных технологий
  - Пигменты красок
  - Порошки для принтеров
  - Сажа
- Искусственные наночастицы
  - Фуллерены
  - Углеродные нанотрубки
  - Квантовые точки …

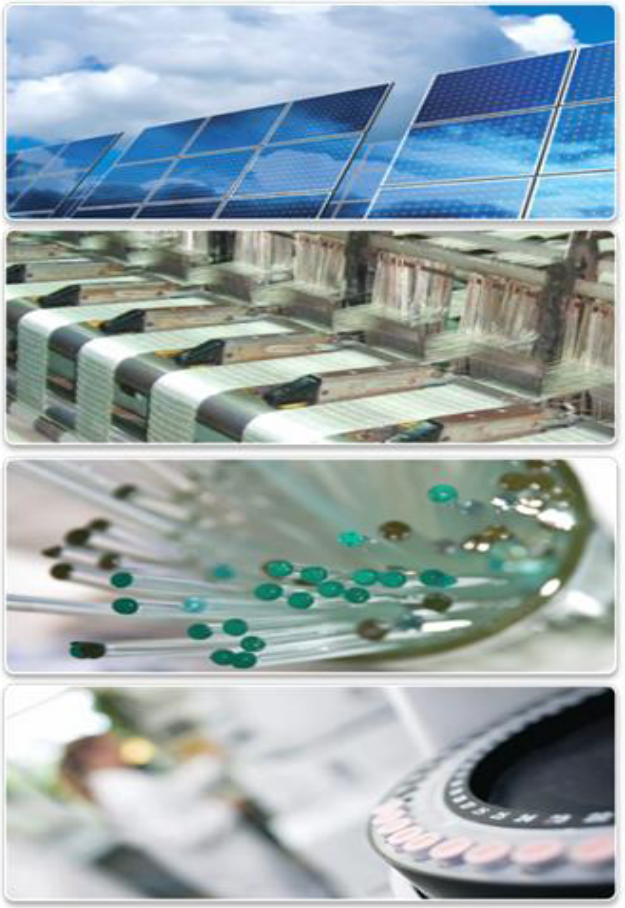




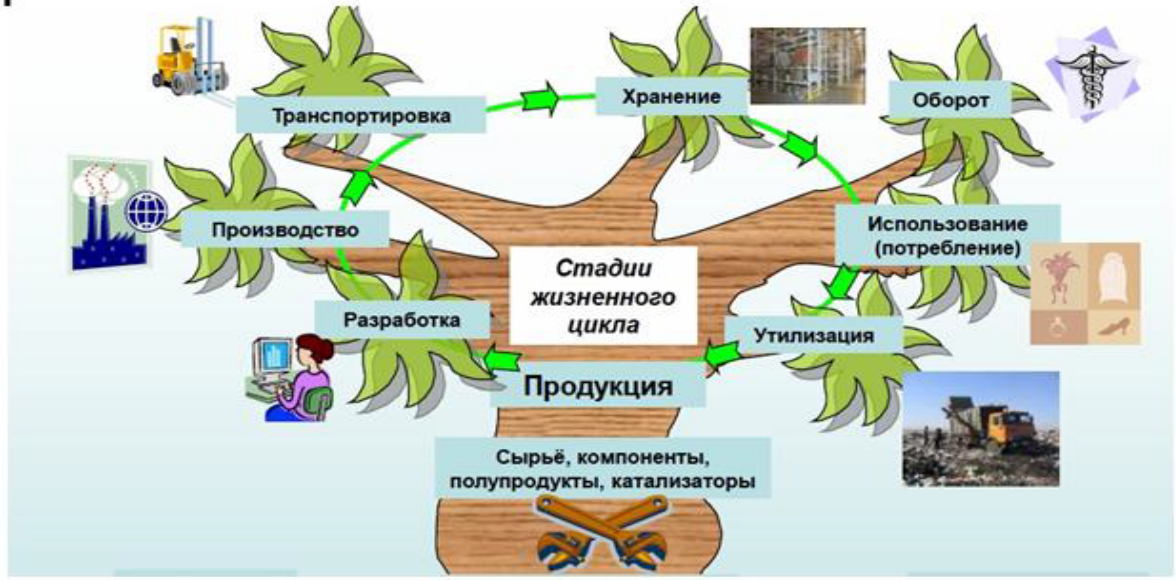


Основные области применения наноматериалов

- Энергетика
- Электроника и компьютеры
- Военная техника
- Взрывчатые вещества
- Мембранные носители
- Краски и покрытия
- Текстильная промышленность
- Косметика
- Бытовая химия
- Очистка воды
- Сельское хозяйство
- Продукты питания
- БАДы
- Упаковка
- Медицинские препараты
- Измерительное оборудование
- Сенсоры
- Научное оборудование



«Жизненный цикл» техногенных наночастиц



Необходимость контроля на всех стадиях: от разработки до утилизации

Объемы производства наночастиц

- Фуллерены – 500 т/год
- Углеродные нанотрубки – 100 т/год
- Наночастицы кремния и диоксида кремния – 100 000 т/год
- Наночастицы оксида цинка – 20 т/год
- Наночастицы диоксида титана – 5000 т/год
- Наночастицы серебра – 500 т/год

Что такое нанобезопасность и зачем нужно ей заниматься

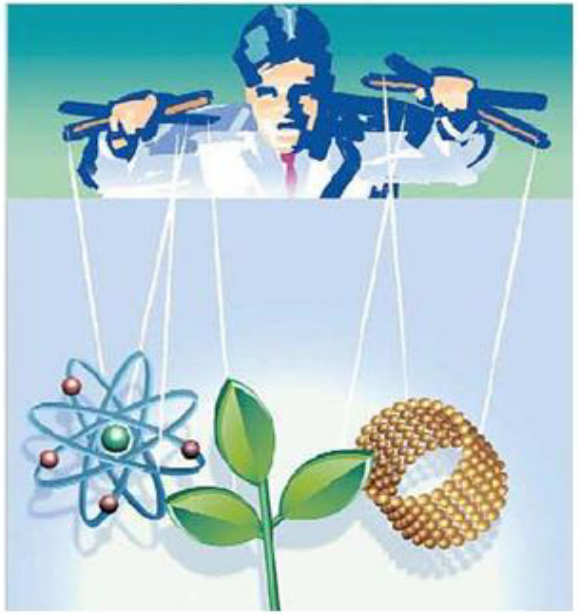
Безопасность новых материалов: исторические прецеденты

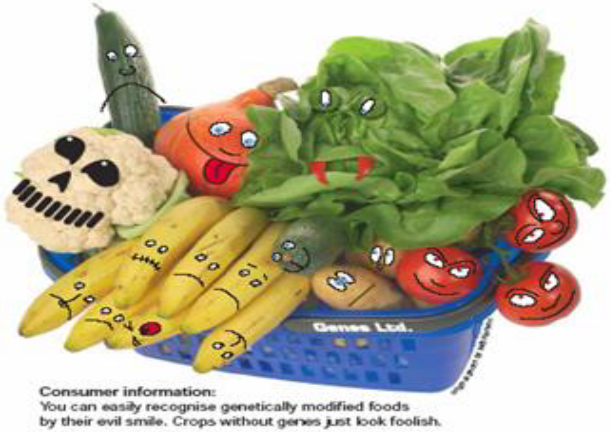
- Полихлорированные бифенилы
  - –Диэлектрические жидкости
- ДДТ
  - –Инсектицид

  (Нобелевская премия 1948 г.)
- Асбест
  - –Строительный материал
- Метил-трет-бутиловый эфир
  - –Присадка к моторному топливу, антидетонатор
- Радиотелефоны

Нано-страхи и ГМО-страхи

«Отрепетированные» на ГМО способы управления общественным мнением





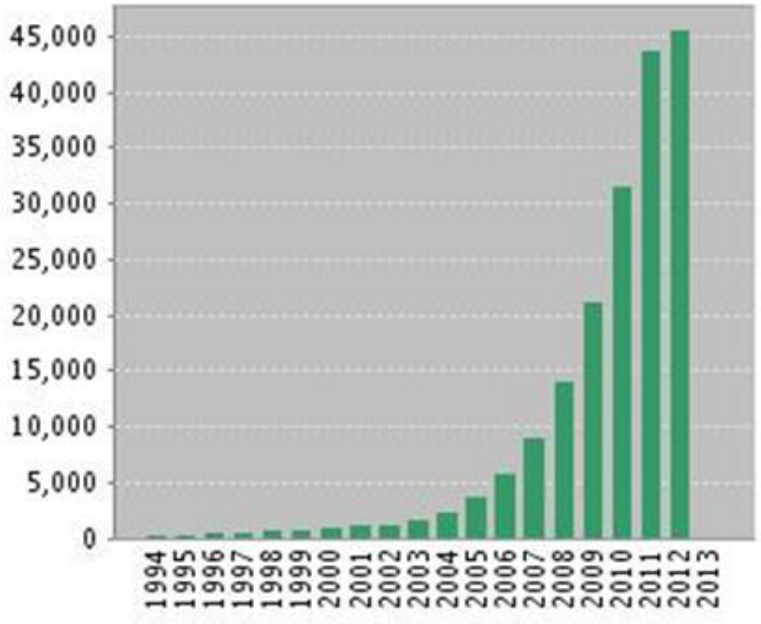
Необходимость стратегии по обоснованию безопасности новой продукции

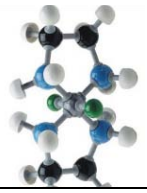
- Согласованные действия бизнес-структур и государственных органов
- Информирование и просвещение потребителей

Необходимость реалистических решений

Интересы в новых продуктах, развитии производства, улучшении качества жизни должны быть уравновешены эффективной защитой здоровья и предотвращением потенциальных рисков для людей и окружающей среды

Рост числа публикаций по биологическому действию наноматериалов





Секция 1

НАНОТЕХНОЛОГИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ПАРКА «М-7» КАК ФАКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПУТИ РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Халилов Р.Р., Зайдуллина Ч.Н.,
Индустриальный парк «М-7»

Аннотация. Развитие нефтегазовой промышленности сегодня требует совершенствования подхода к организации инновационной деятельности компаний. Сегодня необходимо создавать частные индустриальные парки для обеспечения компетентностного роста и взаимодействия компаний, деятельность которых построена на принципах открытости инноваций и на достижении синергетического эффекта.

Annotation. Petrochemical industry development at present demands the improvement of the approach to the innovation activity of the companies. Now it becomes urgent to develop private industrial parks, providing the increase of competence level and cooperation between the companies, which are basing their activity on the principles of open innovations and synergy effect achievement.

Ключевые слова: инновационное развитие, полимеры, индустриальный парк, кооперация, компетенция, интеграция.

Инновационный путь развития промышленных предприятий Российской Федерации, основанный на знаниях, на изменении экономической структуры в пользу высокотехнологичных отраслей, на увеличении человеческого капитала, объективно становится единственно возможным путем развития в современной экономике. На сегодняшний день инновационная деятельность является составляющим элементом бизнес-процесса для фирм, которые ориентированы на сохранение и усиление своих позиций на рынках, особенно в долговременной перспективе.

Химический и нефтехимический комплекс на сегодняшний день является основным сегментом российской промышленности. Данный сегмент закладывает основы долгосрочного, стабильного и инновационного развития.

Спрос на изделия из полимеров развивается активно и динамично. Спрос превышает предложение ориентировочно на 34%. Дефицит обеспечивается импортом.

Производителей полимеров достаточно, имеются гиганты российского и республиканского масштаба. В РТ находятся ключевые поставщики сырья: Казаньоргсинтез, Казанский завод синтетического каучука, Химический завод им. Л.Я. Карпова, ТАИФ НК, Нижнекамскнефтехим и др.

Назрела необходимость в обеспечении переработки полимеров. Так возникла идея создания Индустриального парка. Именно парки позволяют выстроить длинные технологические цепочки – так, чтобы высокотехнологичная продукция производилась из российского сырья и в дальнейшем использовалась на российских предприятиях.

Понятие Индустриального парка стало активно использоваться, начиная с 60-х годов прошлого века. Большинство индустриальных парков в России появилось за последнее десятилетие и связано с развитием автомобильной промышленности и химической отрасли.

Индустриальные парки сегодня чрезвычайно актуальны для российской экономики, так как представляют собой бизнес, который зарабатывает на улучшении инвестиционного климата, а значит, позволяет минимизировать бюджетные затраты на инфраструктуру и избавить государство от несвойственных функций. Это единственный конкурентоспособный способ локализации производства. В перспективе - это инструмент диверсификации экономики и избавления от сырьевой зависимости.

Проект «Индустриальный Парк «М-7» представляет собой систему производственных, складских, офисных и торгово-выставочных площадей, оборудованных инженерными и информационными коммуникациями. Целью Индустриального Парка является создание материально-технической, сервисной, торговой и финансовой инфраструктуры для образования, эффективного развития, взаимодействия малых и средних промышленных предприятий, ориентированных на инновационное развитие.

Парк предоставляет в собственность подготовленные к застройке промышленные участки (статус Green land), предлагает услуги проектной организации (готовые проектные решения, индивидуальные проекты) и строительной компании (строительство зданий и сооружений «под ключ», документальное обеспечение, приемочные работы и ввод в эксплуатацию).

На территории Парка действует Управляющая компания, которая осуществляет обслуживание информационных и инженерных систем, обеспечивает безопасность, оказывает консультационные, инжиниринговые услуги, осуществляет финансово-технологическое брокерство, аутсорсинг (IT-аутсорсинг, аутсорсинг бизнес-процессов), занимается вопросами обучения, повышения квалификации.

Совершенствование деятельности Индустриального парка «М-7» связано как с развитием промышленной площадки и прилегающей территории, так и накоплением потенциала самой Управляющей компании.

Развитие индустриальной площадки должно затрагивать следующие области: инженерно-техническую, информационно-коммуникационную, транспортно – логистическую, социально-психологическую, коммерческую, организационную, кооперационную.

Совершенствование социально-психологической инфраструктуры сопряжено со строительством социальных объектов. В планах Индустриального Парка – строительство гостиницы - общежития и организация мест общественного питания. В стратегических планах – строительство жилья и их предоставление сотрудникам по договорам социального найма.

Кооперационная составляющая связана с обеспечением механизмов взаимодействия резидентов на основе комплексно - сетевого подхода. Бизнес вступает в новый этап развития, когда источники стратегического потенциала компании находятся за ее пределами.

Сетизация и его использование в рамках идеологии компетентностного подхода предполагает трехстороннюю модель развития:

компетентностная конкуренция предусматривает наращивание компетенций, и как следствие конкурентных преимуществ;

конкурентная кооперация позволяет предприятиям-конкурентам кооперироваться ради достижения общих целей;

компетентностная интеграция обеспечивает объединение компаний на основе компетенций различных областей и сфер деятельности.

В частных индустриальных парках сконцентрированы усилия частных инвесторов, управляющих в создании инфраструктуры, способствующей концентра-

ции компаний на ключевых компетенциях. Территориальная обособленность позволяет компаниям объединяться ради достижения определенных целей как по технологической цепочке (компетентностная интеграция), так и по кооперации (конкурентная кооперация).

Однако основной и важнейшей задачей создания и развития Индустриального парка является создание условий для эффективного бизнеса предприятий-резидентов. Бесспорно, что чем больше созданная инфраструктура упрощает для резидентов сложности ведения собственного бизнеса, то тем большей привлекательностью со стороны последних будет пользоваться сам Индустриальный парк.

МЕТОДЫ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ. ВОЗМОЖНОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Эльдарханов А.С.,
ГГНТУ, г. Грозный;
Абрамов В.О.,
ИОНХ РАН, г. Москва

Аннотация. Рассмотрены возможности использования акустической технологии для увеличения нефтеотдачи пластов. The possibilities of using acoustic technologies for enhanced oil recovery from the oil reservoirs have been considered.

Ключевые слова: скважина-well, нефтеотдача -oil recovery, ультразвук - ultrasound.

Не смотря на кризисы в экономике, в мире наблюдается общая тенденция увеличения добычи и потребления нефтегазового сырья (в среднем ~ 1,45 % в год). Это связано с тем, что оно остается самым востребованным энергетическим сырьевым источником, а сохранение высоких уровней его добычи является важнейшей задачей экономики всех нефтедобывающих стран.

По прогнозам Международного энергетического агентства к 2015 году спрос на нефть достигнет 99 млн. баррелей в день (в настоящее время он составляет ~ 90 млн. баррелей). Падение дебитов эксплуатируемых скважин практически на всех месторождениях мира и ввод в эксплуатацию последних, со сложными геолого-промысловыми условиями, вынуждают уделять всё больше внимания современным технологиям повышения нефтеотдачи пластов (ПНП) за счет самых разных методов воздействия на их продуктивные зоны.

В литературе описано огромное количество традиционных и современных методов увеличения нефтеотдачи (МУН) пластов (физических, химических, тепловых, гидродинамических, газовых, комбинированных и других).

При широком многообразии состояния осадочных запасов, а также при большом различии свойств нефти, газа, воды, проницаемости нефтенасыщенных зон пластов и их физико-химических характеристик (давление, температура, вязкость и т.д.) не может быть одного универсального МУН.

В тоже время, эффективность извлечения нефти из нефтеносных пластов существующими традиционными методами во всех нефтедобывающих странах на сегодняшний день считается неудовлетворительной. Известные и промышленно-освоенные МУН в основном характеризуются направленным эффектом и воздействуют максимум на две-три причины, влияющие на состояние остаточных запасов. Остаточные или неизвлекаемые промышленно освоенными методами запасы достигают в среднем 55-75 % от первоначальных геологических запасов нефти в недрах [1]. Поэтому, актуальными являются задачи применения новых технологий нефтедобычи, позволяющих значительно увеличить нефтеотдачу уже разрабатываемых пластов, на которых традиционными методами извлечь значительные остаточные запасы нефти уже невозможно.

Кроме того, представляют значительный интерес новые методы и технологии увеличения коэффициента извлечения нефти (КИН) и разработки тяжелых нефтей. Запасы тяжёлых и битуминозных нефтей почти в 5 раз превышают признанную в мире цифру остаточных извлекаемых запасов нефтей малой и средней вязкости, что указывает на большие перспективы их разработки. Поэтому, наряду с традиционными технологиями, разработаны и начинают применяться на про-

мыслах ряда стран новые технологии, которые базируются на новом комплексном подходе, основанном на использовании одновременно нескольких высокоэффективных технологий, что позволяет проводить добычу, в том числе и на низкорентабельных месторождениях [2].

Для тяжелых нефтей операции, направленные на увеличение дебита и КИН, осуществляемые при проведении капитального ремонта скважин, не эффективны, поскольку влияние от таких воздействий носит кратковременный характер. Поэтому, основное внимание уделяется таким техническим решениям, в которых воздействие на пласт может осуществляться постоянно или периодически - непосредственно в процессе нефтедобычи. При этом применяют как акустическую, электрогидравлическую, электроимпульсную, так и совместную реагентную обработки скважин. Кроме того, используют и технологии электровоздействия. Все они относятся к нанотехнологиям, а в группе методов – к третичным [1].

В этой группе МУН наиболее развитыми в теоретическом и аппаратурно-технологическом аспектах, особенно при воздействии на пласт и ПЗП, являются методы акустического воздействия (АВ), среди которых – акустические работают в ультразвуковом диапазоне частот с использованием пьезокерамических излучателей самых разных конструкций и заводов изготовителей.

Общеизвестно, что снижение проницаемости прискважинной зоны продуктивного пласта обусловлено рядом основополагающих факторов:

1. Снижением проницаемости призабойной зоны продуктивного пласта, обусловленным касательными кольцевыми сжимающими напряжениями, возникающими при бурении скважин в результате действия горного давления;

2. Осаждением в прискважинной зоне коллектора твёрдой фазы технологических жидкостей (глушения, промывки, буровых растворов и т.п.) и иных твердых осадков.

3. Образованием пробок в перфорационных отверстиях за счет выноса частиц породы из пласта, выпадения продуктов реакций в результате широко

применяемых обработок призабойной зоны пласта химическими реагентами и выпадения АСПО.

4. Кальматацией капиллярной системы продуктивного пласта вследствие закупорки поровых каналов коллоидно-дисперсной системой, образующей пространственную сетку.

Перечисленные факторы снижают добычу нефти, а также приемистость нагнетательных скважин. Очевидно, что для получения максимального эффекта при выборе технологии интенсификации необходимо учитывать эти факторы и искать, соответственно, пути устранения их негативных последствий.

Применение ультразвуковых технологий эффективно решает большую часть этих задач. При взаимодействии ультразвукового поля (в более общем случае акустического) с пористой флюидонасыщенной средой, в зависимости от ее химико-механических свойств, включая свойства жидкостей, энергетических и других параметров поля (частота, удельная мощность, амплитуда смещения и т.п.) наблюдается широкий спектр различных прагматических эффектов (как правило, нелинейных): декальматация ПЗП, в т.ч. с разрушением коллоидно-дисперсных систем (коагуляционных структур), «распечатывание» новых отдающих интервалов (пропластков), изменение реологических свойств (снижение вязкости) нефтей за счет, например, растворения парафина и др. АСПО, дегазация жидкостей, изменение фазовой проницаемости смеси, иногда увеличение пористости и т.п. Указанные эффекты при должном физическом и аппаратурно - технологическом

обеспечении позволяют решать многие практические задачи по интенсификации добычи (стимулированию дебита скважин) и повышению конечной нефтеотдачи пласта для большого круга эксплуатационных объектов, причем с высокой технологичностью, при минимуме финансовых вложений и с идеальной экологической чистотой.

Технология акустического воздействия заключается в обработке пластов коллекторов (в открытом стволе, в интервале фильтра или перфорации) мощным ультразвуковым (низкочастотным или тем и другим последовательно) полем с целями восстановления их фильтрационных свойств. Обработка осуществляется поточечно (с разрешением 0,5-1,0 м, либо с медленным колебательным перемещением в интервале пласта).

Подготовка скважины, оборудования для обработки - практически не отличаются от таковых для производства стандартных геофизических исследований на скважине. При этом обеспечивается сохранение целостности эксплуатационной колонны и цементного камня за ней. Процесс воздействия является экологически чистым, технически и физиологически безопасным, т. е. обеспечивается высокая эффективность по всем главным показателям.

В ООО «Виатех» при ИОНХ РАН разработана и освоена технология изготовления модульных ультразвуковых генераторов (УЗГ) нескольких типов и мощностей, обеспечивающих работу практически с любым преобразователем по всей номенклатуре существующих установок.

Аппаратура для акустической обработки скважин состоит из скважинного источника акустических колебаний магнитострикционного типа и наземной геофизической станции, которая содержит генератор и орган управления частотой и интенсивностью акустического поля, создаваемого скважинным генератором. Скважинные приборы предназначены для работы в скважинах на постоянной или периодической основах. Рабочая частота аппаратуры 20 ± 4 кГц. Режим работы скважинного снаряда может быть непрерывным (монохроматическое излучение) и импульсным. При импульсном режиме спектр частот шире, что позволяет реализовать условия резонанса в обрабатываемой среде и, при этом, амплитудное значение энергии в импульсе существенно выше, чем в непрерывном излучении. Скважинный прибор опускается в скважину на НКТ (рис. 1), а его питание осуществляется через стандартный кабель длиной до 3000 м. (как и для питания электропогружных насосов). Технология СПО аналогична применяемой при спуске погружных насосов. В случае работы прибора в скважине на постоянной основе - интенсификация добычи тяжелых нефтей значительна.

Опытно - промышленное опробование эффективности разработанной аппаратуры в самом начале было проведено при добыче ТИЗ нефти в штате Юта и получен отзыв Министерства Энергетики США о высокой эффективности такого оборудования. Результаты испытаний показали, что акустическое воздействие приводит к многократному росту дебита скважин (он увеличивался на 150-300% и более), причем, эффект наблюдался в течение всего времени воздействия, т.е. имеет продолжительный характер. При этом окупаемость прибора - не более одного месяца.

Базовая методика также хорошо себя зарекомендовала и в России. Примером могут служить результаты использования разработанного оборудования для ультразвукового воздействия на пласты на месторождениях Западной Сибири. Испытания УЗ технологии воздействия на пласт были проверены в ОАО «ТНК-Нижневартовск» на скважинах Гун-Еганского и Самотлорского месторождений, которые разрабатываются с поддержанием пластового давления. Дополнительная

добыча нефти на одну скважино-операцию на проведенных опытно-промышленных испытаниях составила ≈ 8 т/сут.

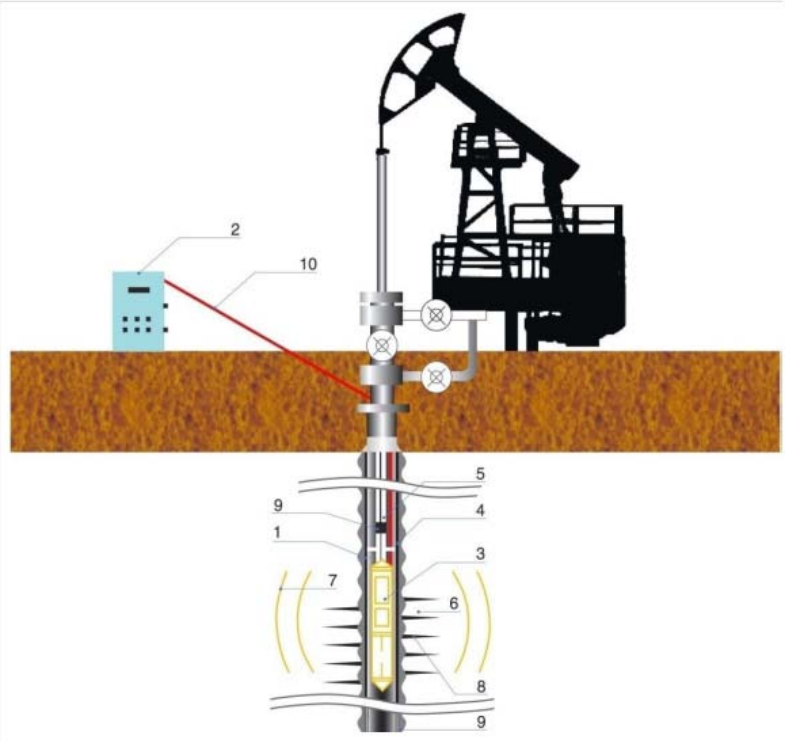


Рис.1 Компоновка элементов аппаратуры при акустическом воздействии на призабойную зону пласта: 1-якорь; 2-ультразвуковой генератор; 3-акустический скважинный излучатель; 4-обсадная труба; 5-нососно-компрессионная труба; 6-продуктивный пласт; 7-упругое поле акустических колебаний; 8-зона перфорации; 9-штанговый насос; 10-кабель.

Таким образом, технология оказалась чрезвычайно эффективной и экономичной для решения проблем, связанных с кальматацией, и, при этом, легко совместимой с такими методами, как реагентная и электрогидравлическая обработка. Поэтому она является базовой акустической технологией - AWS.

Литература

1. Хавкин А.Я. Перспективы нефтедобывающей отрасли России// Естественные и технические науки.2009, №3, с.229-237.

2. Эльдарханов А.С., Абрамов В.О. и др. О возможности использования энергии упругих колебаний для снижения вязкости и интенсификации добычи нефти. В сб. трудов Первой международной конференции «Развитие нанотехнологий: задачи международных и региональных научно-образовательных и научно-производственных центров», Барнаул, 12-14 сентября 2012г. Изд.: Алтайский ГТУ, с.186-188.

3. Хавкин А.Я. Нанотехнологии в добыче нефти и газа. М.: Компания Спутник +, 2008г., 149с.

ЭЛЕКТРОВОЗДЕЙСТВИЕ, КАК МЕТОД УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ

Тельбухов В.А.,
Институт электро-физических проблем, г. Москва;
Эльдарханов А.С., Юсупов С.С.,
ГГНТУ, г. Грозный;
Гареев Б.И.,
Казанский (Приволжский) федеральный университет

Аннотация. Рассмотрен метод электровоздействия для увеличения нефтеотдачи пластов. The possibilities of using electrostimulation for enhanced oil recovery from the oil reservoirs have been considered.

Ключевые слова: электровоздействие - electrostimulation, скважина –well, нефтеотдача – oil recovery.

Огромный рост добычи нефти и газа в России во второй половине прошлого века был обеспечен благодаря открытиям уникальных месторождений в Западной Сибири, Татарии, Астрахани и др. регионах страны с приемлемыми (относительно дешевыми) условиями добычи. Но за последние 20 лет средние российские запасы этих нефтяных и газовых месторождений уменьшились в 4 раза, доля крупных месторождений среди вновь открытых снизилась с 15 до 10%, значительно ухудшились коллекторские свойства продуктивных горизонтов и качественный состав насыщающих их флюидов [1,2].

Нынешняя деятельность нефтяных компаний на территории России осложнена огромными технологическими проблемами, поскольку 65% оставшихся к XXI веку запасов относится к категории трудноизвлекаемых запасов нефти (ТИЗН) [1-3]. Средний дебит скважин по нефти уменьшился с 25 - 40 т/сут в 1980г. до 8-9 т/сут в 1994г. и к 2009г. – 5-6 т/сут. При этом, если средний коэффициент извлечения нефти (КИН) для активных запасов составляет 38-45%, то для НПК - 10-35%, а для высоковязких нефтей - 5-25% [2]. Учитывая, что с каждым годом в составе разрабатываемых месторождений становится все больше месторождений с ТИЗН, проектный по пятилетним периодам КИН в месторождениях России - падает. Из-за снижения нефтеотдачи только с 1960г. по 2000г. в среднем по отрасли - на 16% (с 50% до 34%, [4]), потенциальные извлекаемые запасы нефти в РФ снизились на 15 млрд.т.

В целях уменьшения расходов и увеличения прибыли многие нефтяные компании предпочитают применять методы выборочной интенсификации добычи нефти из активных запасов, даже если такие методы приводят к снижению проектной нефтеотдачи. Кроме того, выводятся из эксплуатации тысячи малодебитных скважин, доля которых в стране превышает 20% (в некоторых компаниях ~ до 50% и выше).

Падение нефтеотдачи в стране объясняется и тем, что сырьевая база нефтедобычи уже много лет пополняется в основном ТИЗН, а утвержденные проекты их разработки предусматривают применение в основном старых МУН с присущим им низким КИН. Без привлечения современных технологий в пластах остается значительное количество неизвлеченной нефти и за это никакого наказания компании не несут.

Конечно, себестоимость современных МУН на этапах их промысловых испытаний и освоения, высока. Однако, по мере освоения и развития, современных МУН, себестоимость добычи нефти кратно снижается.

Согласно успешному мировому и отечественному опыту, применение современных МУН позволяет:

во-первых, противодействовать снижению нефтеотдачи вследствие естественных процессов ухудшения структуры запасов;

во-вторых, обеспечить воспроизводство сырьевой базы нефтедобычи на основе значительного прироста извлекаемых запасов на открытых геологами месторождениях;

в-третьих, обеспечить долговременное пополнение бюджета за счет вовлечения в разработку дополнительных запасов без затрат на их разведку, и на этой основе - увеличения темпов разработки имеющихся месторождений, диверсификации на основе развития инновационной деятельности не только в нефтегазовой отрасли, но и в смежных отраслях – машиностроительной, химической, микробиологической и т.д.

Характерным является пример реализации программы создания и внедрения тепловых МУН для разработки битуминозных месторождений в Канаде, что позволило ей увеличить объем доказанных (рентабельных) запасов нефти в 2003 г. в 35 раз и довести их до 24,5 млрд. тонн. Она вышла по этому показателю на 2-е место в мире, опередив Иран, Ирак, Кувейт, Венесуэлу, ОАЭ и Россию [3].

К настоящему времени освоены и применяются в промышленных масштабах следующие группы методов увеличения нефтеотдачи: газовые, тепловые, химические, физические и микробиологические, которые называют третичными.

Большинство третичных способов относят к нанотехнологиям, которые охватывают почти все запасы нефти России. Наложение физических полей (электрических, электромагнитных, акустических…) на уровне микрокапилляров могут трансформироваться в необратимые процессы, что может приводить к изменениям макроскопических характеристик среды. Примерами нанотехнологий нефтегазодобычи являются технологии регулирования зарядовых взаимодействий при изменении компонентного и ионного состава фаз, определяющие особенности фильтрации воды, нефти и газа, поведения глин, распределения фаз в поровом пространстве, образование газогидратов.

Знание особенностей наноминералогии и поведения ультрадисперсных систем при многофазной фильтрации позволяет определить механизмы воздействия на наноразмерные явления в нефтяных пластах и создавать нанотехнологии повышения КИН.

Технологические параметры пласта, геолого-физические факторы (глубина скважин, тип горной породы, пористость, проницаемость, Р и Т пластов и т.д.) существенным образом могут влиять на результаты применения различных технологий интенсификации нефтегазодобычи. В этом плане наиболее эффективными и менее затратными представляется использование методов электро- и ультразвукового воздействия на пласт, которые появились сравнительно недавно. Но, проблема поиска и подбора оптимальных режимов их воздействия, как показала практика, актуальна.

Теоретический анализ позволяет с достаточной степенью вероятности предполагать, что использование импульсного электрического тока обладает в прикладном плане рядом преимуществ по сравнению с другими видами электровоздействия, как за счет снижения влияния диссипативных процессов (в частности, теплопроводных потерь), так и за счет того, что концентрация энерговыделения в

импульсе может приводить к реализации более эффективного механизма измерения проводимости среды на микроуровне. Детальные исследования убедительно доказывают существенно более высокую эффективность электрообработки импульсным током в сравнении с обработкой переменным током [4].

Высокая плотность энерговыделения в тонких капиллярах может приводить к изменению их собственной проводимости. Конкретные механизмы, вызывающие такие изменения, могут быть весьма разнообразными: повышение давления в капилляре, возникновение градиентов давления на микроуровне и т.д. В результате, в таких микрокапиллярах происходят «микровзрывы», приводящие к увеличению их проводимости и соответственно к увеличению проницаемой среды. Экспериментальные зависимости изменения проницаемости в призабойной части скважины были получены при электрообработке гидрогеологических скважин и они показали, что эффективный радиус такого воздействия составляет порядка ~10 м.

Метод электровоздействия основан на эффектах изменения структуры пластовой среды при пропускании импульсов электрического тока, проведенного непосредственно к обсадным колоннам пары скважин через медный кабель. Он имеет ряд преимуществ из указанных ранее: непрерывность основного процесса добычи, низкий уровень затрат, экологическая чистота, акцент не на увеличение дебита пластового флюида, а на снижение обводненности продукции, что наиболее существенно с точки зрения повышения КИН.

Технологические характеристики электровоздействия и результаты его промышленного применения в странах СНГ приведены на рис. 1 [4].

Из приведенных выше соображений, на трех месторождениях ОАО «Грознефтегаз» была также проведена обработка данным способом 17 пар скважин, которая при средней глубине более 4000м - также дала положительный результат [5].

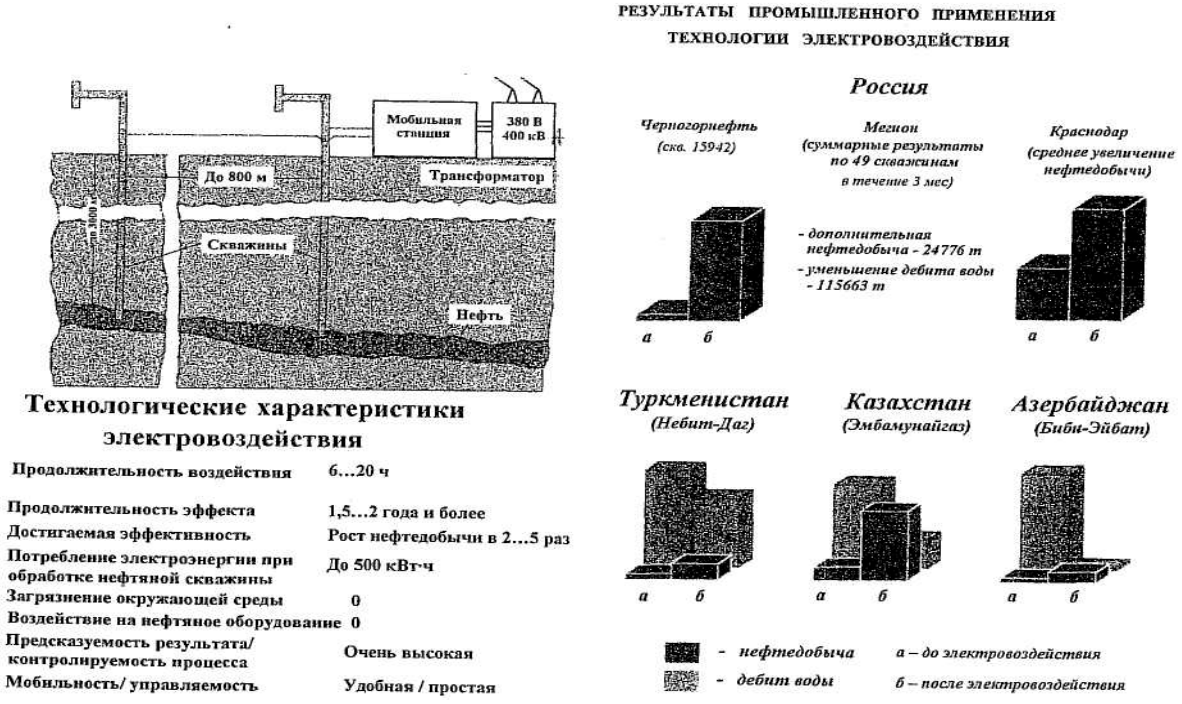


Рис. 1. Технология электровоздействия на нефтяные скважины

Учитывая особые условия месторождений в ЧР, значительно отличающиеся от проведенных в других регионах, в перспективе намечена опробация и методов ультразвукового воздействия на пласты.

Таким образом, применение уже разработанных нанотехнологий нефтегазоизвлечения и современных МУН, значительно увеличит эффективность использования запасов углеводородов в России.

Литература

1. Возрождение и перспективы развития нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности ЧР. Материалы I - Всероссийской НПК (19 - 21 сентября 2008 г.). Изд.: ГГНИ, ОАО «Грознефтегаз», 176 с.
2. Хавкин А.Я. Нанотехнологии в добыче нефти и газа// Под ред. Сафаралиева Г.К., - М.: Нефть и газ, ПЦ «НТИС», 2008, изд.2, 171с.
3. Боксерман А.А. и др. Проблемы технологического повышения извлекаемых запасов нефти России. Там же, с. 20-25.
4. Батырбаев М.Д. Эффективность обработки нефтедобывающих скважин методом электровоздействия на месторождениях Казахстана. М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2005, 185с.
5. Эльдарханов А.С., Тельбухов В.А., Эскерханов М.З. Экономика и технологии в нефтегазовой промышленности. Материалы Международной НПК «Инновационные технологии в производстве, науке и образовании», г. Грозный, 7-9 октября 2010г. Изд.: ГГНИ, том 2, с. 187-193.

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАТАЛИТИЧЕСКИХ НАНОМАТЕРИАЛОВ В НЕФТЕ(ГАЗО)ПЕРЕРАБОТКЕ

Носков А.С.,
Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения РАН

Аннотация. В докладе приводятся данные по использованию каталитических наноматериалов в процессах глубокой гидроочистки нефтяных фракций, гидрокрекинге вакуумного газойля, образования углеродных волокон за счет разложения легких углеводородов. Приводятся данные по техническим показателям представленных процессов.

Annotation. Data on the application of catalytic nanomaterials for processes of fine hydrotreatment of oil fractions, hydrocracking of vacuum gasoil, formation of carbon fibers trough decomposition of light hydrocarbons are presented. Operation parameters of the said processes are discussed.

Ключевые слова: нефтепереработка, катализ, наноматериалы, гидроочистка, гидрокрекинг.

Каталитические технологии являются примером промышленного использования функциональных наноматериалов. Иерархический характер каталитических процессов при использовании наноматериалов продемонстрирован на рис. 1.

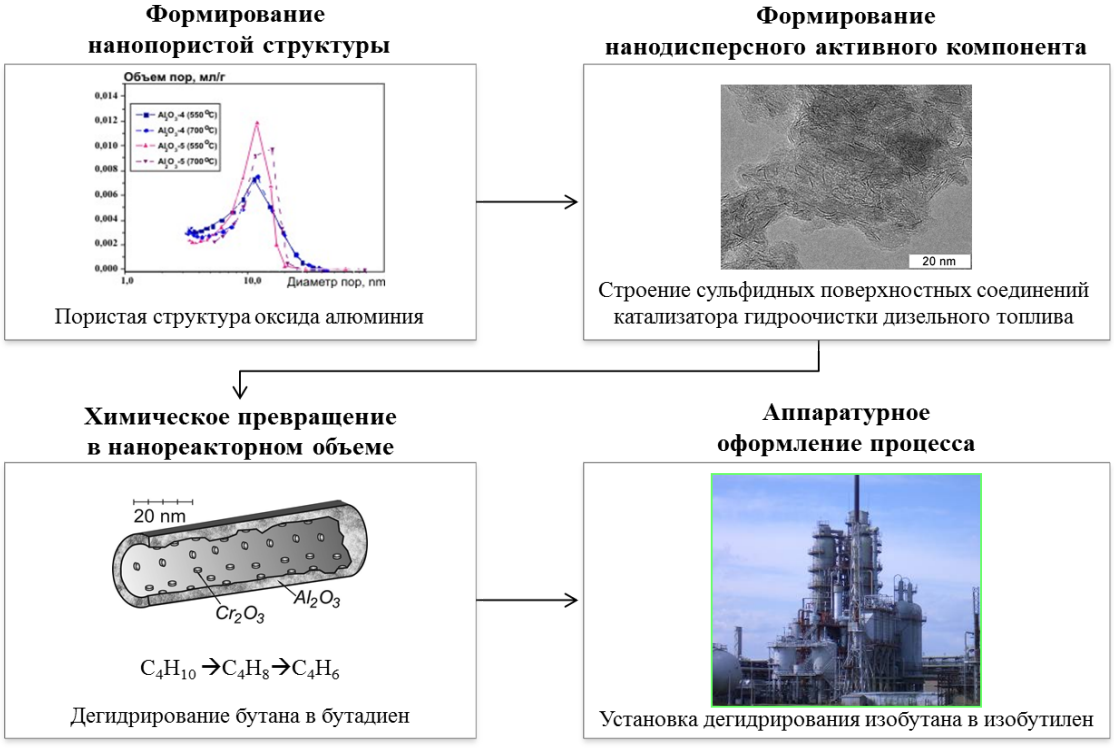


Рис. 1. Иерархический характер каталитических процессов при использовании наноматериалов

При создании гетерогенных катализаторов в качестве носителей используются пористые наноматериалы, содержащие поры размером от 1 до 100 нм и имеющие внутреннюю поверхность 200-400 $м^2/г$. Следующей задачей является

нанесение на внутреннюю поверхность носителя активного компонента, на котором собственно и протекают химические реакции. Свойства катализатора (активность, селективность) определяются тем, насколько удается обеспечить нанодисперсный характер активного компонента. Химические процессы при использовании гетерогенных катализаторов протекают в нанореакторном объеме, который представлен отдельной порой с нанесенным на стенки активным компонентом. Эффективность каталитических процессов зависит от диффузии реагентов и продуктов в нанопористых телах. Для промышленного осуществления процессов каталитически активный наноматериал загружается в реактор, где и происходят все химические превращения.

В настоящем докладе эффективность разработки и применения каталитически активных наноматериалов будет продемонстрирована на ряде примеров.

Глубокая гидроочистка нефтяных фракций. Наибольшее распространение в нефтепереработке получили процессы гидроочистки нефтяных фракций от соединения серы и азота.

Гидроочистке в России подвергается 125 млн. тонн нефтяных фракций, что составляет около 50% всей перерабатываемой на российских НПЗ нефти. Учитывая введение в действие технологического регламента «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту», резко возрастает потребность в современных катализаторах гидроочистки (прежде всего дизельного топлива (далее ДТ)). За период с 2011 по 2020 гг. объем используемых катализаторов гидроочистки ДТ на НПЗ России возрастет в 2 раза (с 5 до 10 тыс. тонн).

Представленные на российском рынке катализаторы гидроочистки отечественных и зарубежных компаний вполне обеспечивают необходимое качество очистки прямогонных бензиновых фракций до уровня требований в процессах риформинга и изомеризации. В настоящее время нет острой необходимости в катализаторах гидроочистки керосина. К числу катализаторов гидроочистки, требующих совершенствования и развития новых технологий производства сейчас относятся катализаторы гидроочистки бензина каталитического крекинга, дизельного топлива и вакуумного газойля.

В настоящее время в пилотном масштабе разработаны отечественные катализаторы гидроочистки дизельного топлива, не уступающие по эффективности катализаторам компаний «Axens» (Франция), «Albemarle» (Нидерланды), «Haldor Topsoe» (Дания). Результаты пилотных испытаний вновьразработанных отечественных катализаторов (ИК-ГО-1 и НИКА-01-01) приведены в таблице 1.

Таблица 1. Гарантированные показатели гидроочистки дизельного топлива до уровня Евро-5

Параметр		Импортный	ИК-ГО-1	НИКА-01-01		
Сера в сырье	масс.%	<1,2		<2,0		
Сера в продуктах	ppm	10		10	10	10
Объемная скорость	час$^{-1}$	1,0		1,2	1,0	1,0
Давление	МПа	5,0		5,0	3,5	5,0
Температура	^{o}C	345	345	345	340	335

Особенностью катализаторов гидроочистки нового поколения является использование предшественников активных компонентов – биметаллических кобальт-молибденовых (никель- молибденовых) комплексов, формируемых в пропиточном растворе. Это позволит сформировать на поверхности носителя (активного оксида алюминия) высокодисперсную наноразмерную сульфидную фазу.

Следует обратить внимание, что отечественные катализаторы гидроочистки нового поколения (НИКА-01-01) позволяют уменьшать загрузку катализатора примерно на 20% или понизить температуру сырья на входе в реактор на 10^{o}C, что обеспечит снижение энергозатрат. Важными показателями качества катализаторов является его форма и механическая прочность. При форме гранул в виде трилистника сечением 1,2-1,3 мм прочность по методу Shell SMS 1471 превышает 1,5 МПа, что гарантирует стабильность механических свойств катализатора при эксплуатации.

Подобный подход позволил разработать также катализаторы гидроочистки вакуумного газойля. При давлении 50 атм., объемной скорости подачи -1 час$^{-1}$ и температуре 380^{0}C вновьразработанные катализаторы обеспечивают остаточное содержание серы в гидроочищенном вакуумном газойле менее 200 ppm, а соединений азота ниже 500 ppm (при остаточном содержании серы – 2,2 % масс., азота – 1500 ppm).

В соответствии с утвержденной в 2011 г. Правительственной комиссией по вопросам топливно-энергетического комплекса генеральной схемы развития нефтяной отрасли до 2020 г. с перспективой расширения прогнозного горизонта до 2030 г. предусмотрено расширение мощностей гидрокрекинга вакуумного газойля с 9,7 млн. тонн/год (2010 г.) до 56,4 млн. тонн/год (к 2020 г.). Соответственно годовая потребность в катализаторах процесса гидрокрекинга возрастет до 4-7 тыс. тонн/год к 2020 г. В настоящее время все промышленные установки гидрокрекинга вакуумного газойля обеспечиваются только импортными катализаторами. Как правило, сырьем для гидрокрекинга является вакуумный газойль с конечной температурой кипения до 580^{o}C, содержащий 3,5% масс. серы и до 0,2% масс. азота. Типичными продуктами гидрокрекинга являются: углеводородные газы, легкая и тяжелая нафта, дизельная фракция и остаток с температурой кипения свыше 300^{o}C. В настоящее время в Институте катализа СО РАН разработаны перспективные каталитические системы для гидрокрекинга вакуумного газойля на основе сульфидов никеля и вольфрама, нанодиспергированных на алюмоцеолитном носителе. Отличительной особенностью таких катализаторов является селективное закрепление сульфидной фазы только на оксиде алюминия. Результаты пилотных испытаний катализаторов гидрокрекинга приведены в таблице 2.

Таблица 2. Основные характеристики продуктов гидрокрекинга на основе российских катализаторов.

Условия испытания: тяжелый вакуумный газойль (содержание серы – 3,5% масс.; содержание азота – 0,18% масс.); давление – 10,0 МПа; температура – 380^{o}C; отношение – H_2/сырье – 1100 нм^3/м^3; объемный расход: 0,7÷0,8 час$^{-1}$.

Продукты, % масс.	Показатели
Углеводородные газы	1,90
Легкий бензин (<80^{o}C)	3,8
Тяжелый бензин (80-180^{o}C)	22,3
Дизельное топливо (180-360^{o}C)	55,5
Остаток (>360^{o}C)	12,4
Конверсия вакуумного газойля	89,7
Содержание серы в тяжелом бензине, ppm	10
Содержание серы в ДТ, ppm	36
Содержание серы в остатке, ppm	80

Использование функциональных наноматериалов позволяет не только решать проблемы нефтепереработки. Типичными представителями таких материа-

лов являются цеолиты (типа ZSM) и цеолитоподобные материалы (типа SAPO).Такие материалы позволяют вести процессы переработки легких парафинов в ароматические углеводороды на катализаторах на основе ZSM-5 или изомеризацию тяжелых парафинов в низкозастывающие масляные фракции на катализаторах на основе SAPO-31.

Перспективным является получение и применение углеродных нанодисперсных волокон и трубок для синтеза композиционных материалов. С использованием катализаторов удается получить углеродные наноматериалы с заданными свойствами. Полученный нановолокнистый углерод, синтезированный в результате разложения легких парафинов, может применяться в производстве дорожных и строительных материалов для увеличения их прочности в 1,5÷2,0 раза, повыш ения морозоустойчивости и увеличения срока службы.

Заключение

Полученные результаты позволяют утверждать, что целенаправленное использование нанодисперсных материалов позволяет создавать эффективные катализаторы нефтепереработки и газохимии, синтезировать новые углеродные материалы. Характеристики разработанных материалов и катализаторов обеспечивают их конкурентоспособность на российском и зарубежном рынках.

ГРЕЮЩАЯ КОМПОЗИЦИЯ С САМОРЕГУЛИРУЕМЫМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

Нефедьев Е.С.,[а] Яруллин Р.С.,[с] Кадиров Д.М.,[а,б] Шайдуллин К.Ш.,[с] Нефедьев С.Е.,[а] Кадиров М.К.[а,б]

[а]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Казанский национальный исследовательский технологический университет, Российская Федерация, 420015, Казань, ул.К.Маркса, 68;

[б]Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт органической и физической химии имени А.Е.Арбузова Казанского научного центра Российской академии науки, Российская Федерация, 420088, Казань, ул. Акад. Арбузова, 8;

[с]ОАО Татнефтехиминвест-холдинг, Российская Федерация 420045, г. Казань, ул. Н. Ершова, 29.

Полимеры, как правило, являются электрическими изоляторами с удельным объемным сопротивлением от 1011 до 1014 О**м**. Однако из них можно пол учить электропроводящие композиции путем введения дисперсных наполнителей, например технического углерода, графита, углеграфитовых волокон или металлов. При использовании углеродных наполнителей получены материалы с удельным сопротивлением порядка 10-3 Ом·м, при использовании металлических наполнителей – порядка 10-6 Ом·м. Традиционные электропроводящие полимерные материалы применяются в антистатических изделиях, электромагнитных защитных покрытиях, высоко-омных резисторах, электрических неметаллических нагревателях и токопроводящих лаках.

По электрофизическим свойствам саженаполненные композиционные материалы на основе полисульфидных олигомеров являются полупроводниками, их удельное сопротивление 100-1000 Ом·м. Комбинированное механическое, тепловое и электрическое взаимодействие между частицами наполнителя через их электрические контакты и полимер окружения определяет свойства таких материалов. Упругие свойства полимерной матрицы оказывают сильное влияние на электрическую проводимость состава при изменении внешних механической и тепловой нагрузок. Нано- и микроструктура частиц наполнителя – их размер, твердость, форма, а также электро- и теплопроводность – также влияют на итоговые свойства композиций.

Разработана греющая композиция с саморегулируемыми электрическими свойствами, не требующая при своей эксплуатации дополнительных датчиков температуры и электронных схем обратной связи.

Когда окружающая среда холодная, материал греющего элемента сжимается, создавая при этом множество токопроводящих дорожек из углеродного материала, снижая тем самым электрическое сопротивление. При прохождении через греющий элемент электрического тока происходит выделение тепловой энергии. В более теплых участках греющего элемента материал расширяется, сокращая при этом число токопроводящих дорожек. Электрическое сопротивление материала греющего элемента повышается, в результате выделение тепла снижается. В горячих участках расширение материала греющего элемента практически полностью разрывает токопроводящие дорожки. При этом электрическое сопротивление материала становится очень высоким, что приводит к значительному снижению выделения тепловой энергии. Такое свойство греющей композиции ис-

ключает перегорание и обеспечивает поддержание равномерной температуры по всей протяженности покрытого герметиком материала, позволяет вообще обойтись без температурных датчиков и электронных схем регулирования температуры в греющей системе.

На рис. 1 представлена температурная зависимость удельного сопротивления полимерной композиции, изготовленной на основе тиоколового герметика с добавлением ускорителя вулканизации – дифенилгуанидина, технического углерода и вулканизующей пасты на основе диоксида марганца. Добавление углеродных нанотрубок в состав технического углерода композита позволяет уменьшить и регулировать удельное сопротивление материала. Соответственно, добавление углеродных нанотрубок в состав технического углерода композита позволяет увеличить выделяемую мощность и регулировать крутизну зависимости выделяемой мощности от температуры (рис. 2).

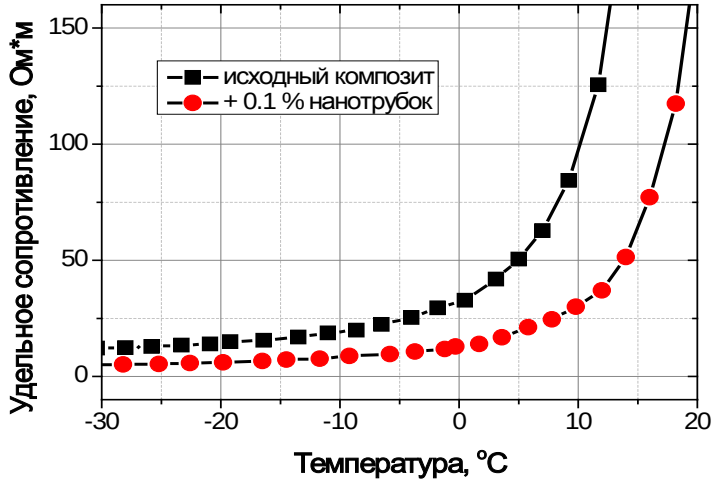


Рис. 1. Температурная зависимость удельного сопротивления исходной полимерной композиции и композиции с нанотрубками.

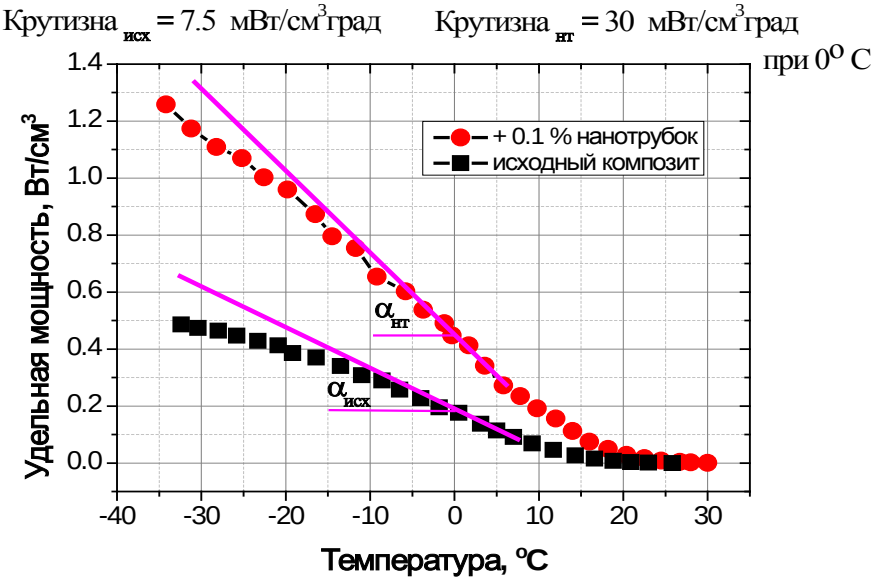


Рис. 2. Температурная зависимость удельной мощности исходной полимерной композиции и композиции с нанотрубками.

Эта композиция обладает хорошими герметизирующими и адгезионными свойствами и может применяться в авиации, в частности, для борьбы с обледенением лопастей вертолетов и крыльев самолетов. Первые оценки возможного эффекта применения таких материалов приводят к выводу о существенном упрощении технологического процесса изготовления, повышении надежности работы и упрощения эксплуатации противообледенительной системы.

Механические нагрузки на данный материал действуют подобным образом – чем больше сжимается композиция, тем больше проходящий через него ток, и наоборот.

И поэтому материал также может быть применен в создании дешевых безинерционных широкодиапазонных весов, которые, к примеру, могут быть сомнтированы в асфальтовую дорогу и будут давать информацию в автоматизированную систему контроля весов проходящих машин.

На базе данной разработки также можно создать дешевые и надежные системы контроля деформациии различных несущих контрукций зданий, мостов и промышленных сооружений, амплитуды колебаний высотных зданий и т.д.

Некоторые объекты, где необходимо поддерживать температуру выше температуры обледенения в экономичном режиме

Поение животных зимой

Обледенение самолетов

Обледенение винтов вертолетов

Сосульки на крышах

Сосульки на проводах

Нефте- и водопроводы

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ ПЕРКОЛЯЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В НАНОМИНЕРАЛЬНЫХ ФАЗАХ НЕФТЯНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ, ОСНОВАННОЕ НА ИДЕЯХ ФРАКТАЛЬНОЙ МОДЕЛИ СРЕДЫ

Васильева М.А., Гусев Ю.А., Штырлин В.Г., Изотов В.Г., Ситдикова Л.М.,
Казанский (Поволжский) Федеральный Университет

Физические явления, относящиеся к взаимодействию адсорбированной воды и ионов с наносоставляющими компонентами нефтяного пласта (глинистыми наноразмерными минералами), играют важную роль во многих технологических приложениях, в геологии, в нефтедобывающей промышленности и др. Многие из этих явлений, такие как проводимость и перколяция, зависят от морфологии глин и взаимодействия поверхностей минералов с адсорбированными молекулами воды [1-4].

В качестве модельных объектов для исследования в данной работе были взяты огланлынский монтмориллонит (Туркменистан) и глуховецкий каолинит (Украина) с различными обменными катионами в их структуре. Исследование проводилось с использованием методов диэлектрической спектроскопии и фрактального анализа электронных микрофотографий.

Цель работы – проанализировать сложное релаксационное поведение гидратированных природных глинистых наноминералов в диапазоне температур от -70°C до +70°C при естественной влажности, а также определить фрактальную размерность как численную характеристику геометрической неоднородности исследуемых образцов из диэлектрического отклика при температуре перколяции.

Диэлектрические измерения проводились в диапазоне частот от 1 Гц до 1 МГц с использованием диэлектрического спектрометра BDS 80 (NOVOCONTROL) с автоматическим контролем температуры при помощи криосистемы QUATRO. Микрофотографии были проанализированы с использованием специальной программы.

Из анализа спектров диэлектрической релаксации, связанных с перколяцией, определены численные характеристики геометрической неоднородности природных глин. Явление перколяции в образцах интерпретировано с позиций передачи электрического возбуждения в развитой сети открытых связанных пор за счет миграции протонов и ионов по внешней поверхности гранул [5, 6]. Анализ этих процессов позволил определить фрактальную размерность, обусловленную миграцией носителей заряда в пористой среде. Значения структурных фрактальных размерностей глин, рассчитанные с помощью двух независимых методов – диэлектрической спектроскопии и фрактального анализа микрофотографий [7, 8], находятся в хорошем соответствии друг с другом.

Полученные данные о структурных особенностях тонкодисперсных и наноразмерных фаз в природных глинистых минералах, являющихся составной частью пород-коллекторов углеводородов, имеют большое значение для определения физико-химических свойств глин. В настоящее время широко используется разработка нефтяных месторождений в динамике температурных воздействий. Приведенные экспериментальные результаты позволяют определить оптимальный температурный диапазон для процесса разработки нефтяных месторождений. Результаты настоящей работы будут полезными для решения проблемы динамического поведения наноразмерных фаз в меняющихся физико-химических условиях при разработке месторождений углеводородов.

Литература

1. Гусев Ю.А., Изотов В.Г., Васильева М.А., Ситдикова Л.М., Сб. материалов региональной научно-практической конференции «Проблемы повышения геологической информативности геофизических исследований скважин» (13 ноября 2007 г., Казань, Россия), Казань, 2007, 158.

2. Гусев Ю.А., Васильева М.А., Изотов В.Г., Ситдикова Л.М., Сб. материалов Международной конференции «Наноявления при разработке месторождений углеводородного сырья: от наноминералогии и нанохимии к нанотехнологиям» (18-19 ноября 2008 г., Москва, Россия), Москва, 2008, 203.

3. Васильева М.А., Гусев Ю.А., Сб. материалов Международной научно-практической конференции «Нанотехнологии в промышленности» (8-11 декабря 2010 г., Казань, Россия), Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2010, т. 1, 226.

4. Васильева М.А., Гусев Ю.А., Штырлин В.Г., Изотов В.Г., Ситдикова Л.М., Материалы III Международной научно-практической конференции "Наноявления при разработке месторождений углеводородного сырья: от наноминералогии и нанохимии к нанотехнологиям" (30-31 октября 2012 г., Москва, ОАО "ИГиРГИ"), Москва: Изд-во Нефть и Газ, 2012, 224.

5. Feldman Yu., Kozlovich N., Alexandrov Y., Nigmatullin R., Ryabov Y., Phys. Rev. E, 1996, **54**, 5420.

6. Feldman Yu., Puzenko A., Ryabov Y., Chem. Phys., 2002, **284**, 139.

7. Marangoni A. G., Trends Food Sci. Technol., 2002, **13**, 37.

8. Ishai P.B., Langmuir, 2008, **24**, 2118.

УВЕЛИЧЕНИЕ НЕФТЕОТДАЧИ НЕФТЯНОГО ПЛАСТА МЕТОДОМ ОГРАНИЧЕНИЯ ВОДОПРИТОКОВ КОМПЛЕКСАМИ НА ОСНОВЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ ЛАТЕКСНЫХ ДИСПЕРСИЙ

Церажков П.И., Адебайо А., Крупин С.В.,
Казанский национальный нсследовательский технологический университет;
Изотов В.Г.,
Казанский (Поволжский) Федеральный Университет

Аннотация. В данной работе проведено исследование влияния различной степени стабилизации латексов на целесообразность применения их в качестве основы для агентов ограничения водопритоков нефтяных месторождений, также проанализированы системы на основе рекомендуемой марки латекса с полиоснованиями, поликислотами по и производными кремниевой кислоты на предмет возможности применения в качестве потокоотклоняющих реагентов повышения нефтеотдачи пласта. Стабильность систем охарактеризована значениями электрокинетического потенциала, измеренными при помощи электрофореза на приборе Zeta Sizer Nano и значениями порогов коагуляции. При помощи эксперимента на сочлененной линейной насыпной модели пласта оценена дальность проникновения композиций внутрь пластовой матрицы.

Ключевые слова: латекс, водорастворимые полимеры, нефтеодача

Описание проделанной работы и полученных результатов

В настоящее время растет интерес к третичным методам увеличения нефтеотдачи нефтяных месторождений, так как многие месторождения находится на поздней стадии разработки. Группы ранее известных методов не дают такой эффективности как на более ранних этапах. В связи с чем, растет значимость системного подхода к воздействию на нефтеносные участки коллектора. Здесь особое внимание уделяется технологиям на основе полимеров и их композиций с другими материалами заслужившими доверие специалистов в области нефтепромысловой химии [1].

В связи с актуальностью проблематики для исследования были выбраны полимер-дисперсные системы (на основе промышленных латексов) в совокупности с водорастворимыми полимерами разного заряда.

В качестве обоснования выбора системы для модельных испытаний также использовались значения порогов коагуляции систем при взаимодействии с растворами солей металлов различной валентности и с моделями пластовых вод (табл. 1).

Данные таблицы показали, что системы даже с более крупными частицам в случае гибридной композиции более стабильны чем латекс с частицами меньшего размера, что говорит о возможности создавать более крупные агрегаты повышенной стабильности для проникновения в высокопроницаемые участи пласта.

Следующий комплекс исследований описывает эффективность систем на основе стабильной маки латекса в качестве агента ограничения водопротоков при различных проницаемостях пластовых моделей.

Первым на предмет проникновения в пластовую матрицу были исследованы системы на основе латекса и кремнезоля (рис. 1).

Таблица – 1 Средние значения порогов коагуляции для систем латекс – полимер

Система на основе латекса**	Концентрация, моль/л						Модели пластовой воды (I*, моль/л)	
	NaCl	KCl	$CaCl_2$	$MgCl_2$	Na_2SO_4	$FeCl_3$	Ромашкинское	Южно-Сургутское
Латекс	2,70	3,50	0,15	0,15	2,00	0,01	0,30	-
КМЦ 0,01% (X=1)	-	-	0,17	0,17	-	0,01	0,10	-
КМЦ 0,03% (X=2)	-	-	0,15	0,15	-	0,01	0,11	-
КМЦ 0,04% (X=3)	2,80	-	0,09	0,09	-	0,01	0,11	-
КЗ (X=1)	6,16	2,19	0,48	0,48	6,00	0,015	0,40	-
КЗ (X=2)	6,16	2,19	0,48	0,48	6,16	0,015	0,40	-
КЗ (X=3)	2,54	0,68	0,17	0,22	2,31	0,01	0,20	-
Латекс : КЗ : КМЦ = (1:2:2)	2,61	0,70	0,20	0,25	2,36	0,01	0,30	-

* – Плотность воды, измеренная при помощи ареометра, составила 1127 кг/м^3,исходная ионная сила составила 5,610 моль/л, в случае модели пластовой воды Южно-Сургутской группы м/р (ионная сила 0,279 моль/л) коагуляции не наблюдалось

** –сокращения: КМЦ – карбоксиметилцеллюлоза, КЗ - кремнезоль;

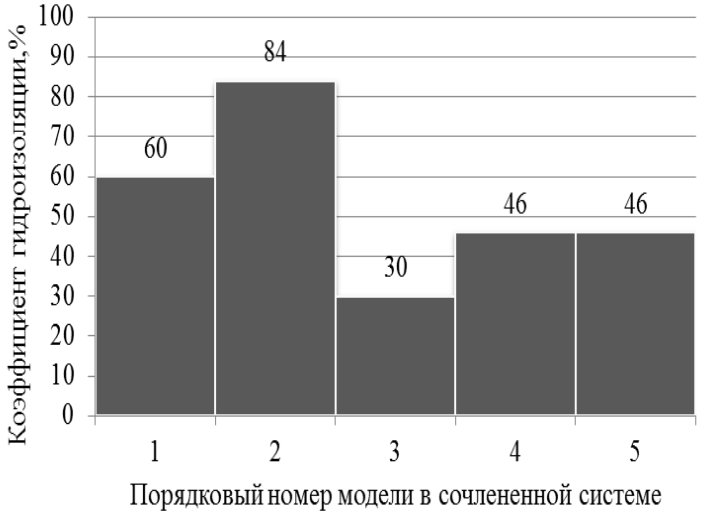


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента гидроизоляции от удаленности от нагнетательной емкости при соотношении латекс – КЗ 1:2 масс (проницаемость модели 0,9 Д)

Из рисунка 1 видно, что системы латекс-кремнезоль при соотношении 1:2 по массе более равномерно распределены по составной линейной модели пласта, что происходит благодаря равномерному проникании системы как в участки с мелким так и крупным размером пор благодаря разноразмерности частиц входящих в состав системы.

При более высокой проницаемости пластовых моделей (рис. 2) наблюдается улучшенное проникновение всех трех вариантов систем внутрь составной модели пласта, что говорит о том, что размер частиц образовавшихся систем меньше размеров пор модельной матрицы.

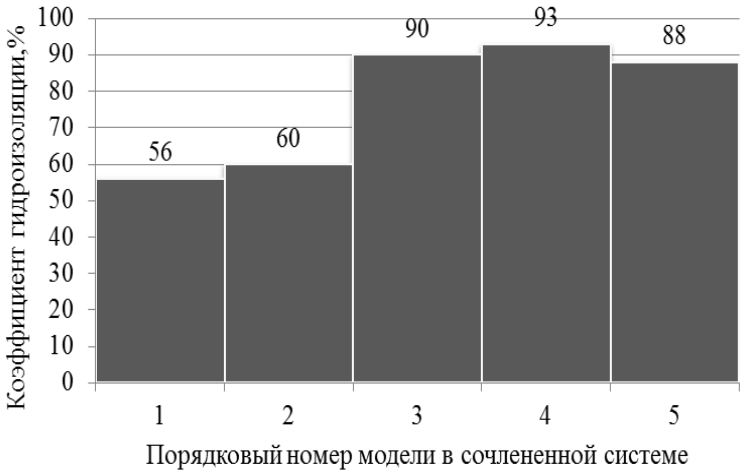


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента гидроизоляции от удаленности от нагнетательной емкости при соотношении латекс – КЗ 1:2 масс (проницаемость модели 5 Д)

Следующим этапом исследований являлось изучение систем на основе латекса и анионного полимера КМЦ. В системе с соотношением компонентов 1:3 (рис. 3) повышенные коэффициенты гидроизоляции наблюдались даже в первой модели из-за укрупненного размера частиц и пониженной стабильности композиции.

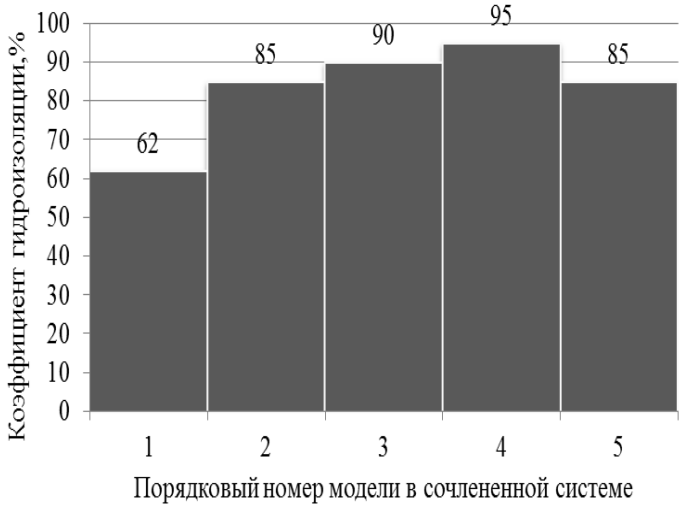


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента гидроизоляции от удаленности от нагнетательной емкости при соотношении латекс – КМЦ 1:2 масс (проницаемость модели 0,9 Д)

При проницаемости пористой структуры 5 Д система показала эффективное с точки зрения дальности проникновения гидроизолирующее воздействие на линейную пластовую модель. Здесь высокие гидроизолирующие эффекты наблюдались в моделях удаленных от нагнетательной емкости (рис. 4).

В работе также было изучено воздействие гибридных трехкомпонентных систем на основе латекса, кремнезоля и КМЦ (рис. 5). Данные системы показали высокую эффективность для высокопроницаемых линейных моделей пласта. В

случае низкопроницаемых моделей коэффициент гидроизоляции достигал 95% уже для участков наиболее близких к нагнетательной емкости, что говорит о возможной закупорке призабойной зоны коллектора при применении таких систем.

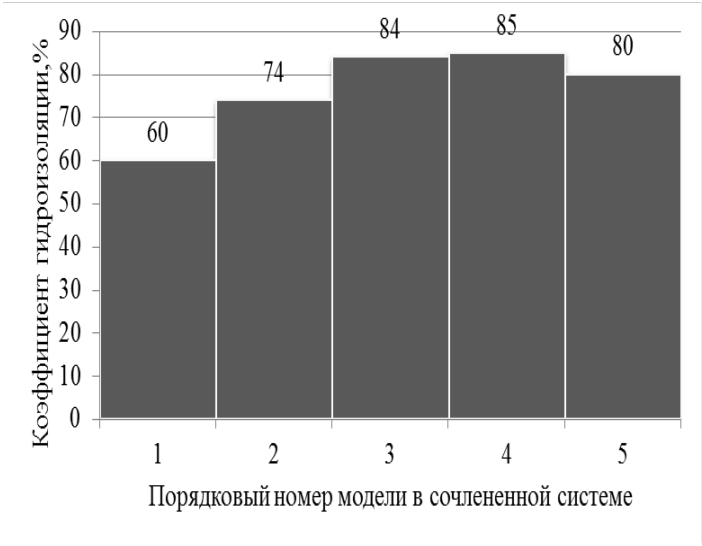
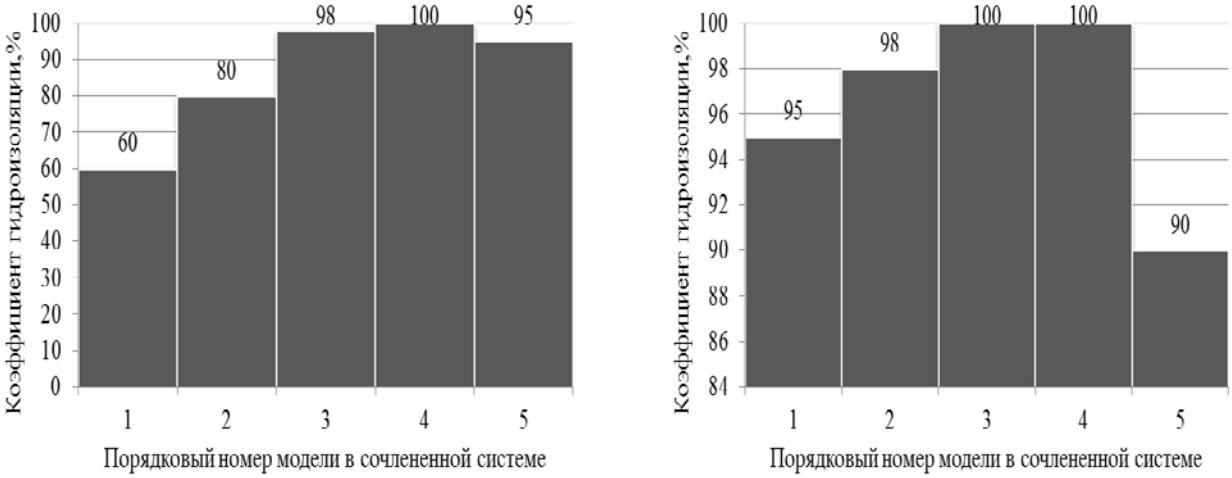


Рисунок 4 – Зависимость коэффициента гидроизоляции от удаленности от нагнетательной емкости при соотношении латекс – КМЦ 1:3 масс (проницаемость модели 5 Д)



проницаемость 5 Д проницаемость 0,9 Д

Рисунок 6 – Зависимость коэффициента гидроизоляции от удаленности от нагнетательной емкости для систем латекс : КЗ : КМЦ при различной проницаемости модельной пористой структуры

Заключение

Наилучшими показателями дальности проникновения и как следствия коэффициента охвата пласта заводнением обладают системы латекс-кремнезоль при соотношении компонентов 1:2 по массе.

Из систем латексно-полимерных систем наилучшими показателями стабильности эффектом обладают системы с КМЦ при соотношении 1:2 для низкопроницаемых моделей пласта и при соотношениях 1:3 для высокопроницаемых моделей.

Системы латекс-кремнезоль и латекс-КМЦ с указанными выше соотношениями могут быть рекомендованы в качестве агентов ограничения водопритоков

высокообводненых участков нефтяного коллектора для повышения охвата нефтяного пласта заводнением с целью увеличения нефтеотдачи.

Гибридные системы могут быть рекомендованы в качестве агентов ограничения водопритока нефтяных месторождений только в случае необходимости гидроизоляции выскопроницаемых участков обводненного нефтяного коллектора

Литература

1. Муслимов Р.Х. Современные методы повышения нефтеизвлечения: проектирование, оптимизация и оценка эффективности / Р.Х. Муслимов. – Казань: Изд-во «Фэн», 2005. – 688 с.

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ «*САМОСБОРКИ*» МАКРОЦИКЛИЧЕСКИХ МЕТАЛЛОХЕЛАТОВ В БИОПОЛИМЕР-ИММОБИЛИЗОВАННЫХ МАТРИЦАХ

Михайлов О.В.,
Казанский национальный исследовательский технологический университет;
Казымова М.А., Шумилова Т.А.,
Казанский (Приволжский) федеральный университет

Аннотация. Детально рассмотрены физико-химические аспекты формирования макроциклических металлохелатов 3*d*-элементов, возникающих в ходе процессов «*самосборки*» в металлгексацианоферрат(II)ных желатин-иммобилизованных матричных имплантатах на полиэтилентерефталатной подложке при их контакте с водными растворами различных органических соединений, выполняющих роль лигандных синтонов (лигсонов).

Synopsis. The physico-chemical aspects of formation of macrocyclic 3d-metalchelates formed as a result of "*self-assembly*" processes in metalhexacyanoferrate(II) gelatin-immobilized matrix implants on polyethylene-terephthalate base at their contact with aqueous solutions of various organic compounds acting as ligand synthones (ligsons), have been considered in detail.

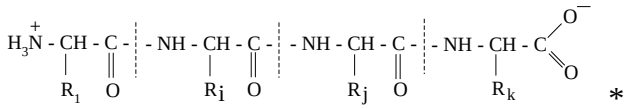
Ключевые слова: молекулярные нанотехнологии, *самосборка*, макроциклический металлохелат, биополимер-иммобилизованная матрица

Key Words: molecular nanotechnologies, *self-assembly*, macrocyclic metalchelate, biopolymer-immobilized matrix

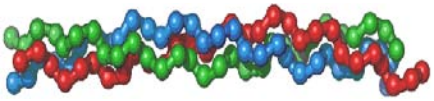
В обширном мире современных *НАНО*технологий видное место принадлежит т.н. *МОЛЕКУЛЯРНЫМ НАНО*ТЕХНОЛОГИЯМ, основная концептуальная идея которых – создание целевого объекта по принципу «снизу вверх» и он «собирается» либо из блоков наноразмерного масштаба, либо из отдельных молекул. В ряде случаев такая ассоциация молекул исходных веществ (т.н. *самосборка*) приобретает определенную специфическую направленность под воздействием того или иного «лекала». Известен целый ряд реакций комплексообразования, в которых роль «лекала» выполняет ион металла, входящий впоследствии в состав формирующегося металлмакроциклического металлокомплекса с полидентатным лигандом (т.н. хелантом). При этом ион металла не просто «дирижирует» процессом *самосборки* органических соединений, из которых образуется хелант (т.н. лигсонов) – в его отсутствие этот процесс не происходит вовсе. Такие процессы обычно осуществляются в «традиционных» условиях, а именно в жидкой (растворе), твердой и иногда – в газовой фазе (причем, как правило, в макро-, значительно реже – в микрореакторах). В связи с совершенствованием химического синтеза представляется интересным и важным ввести «*НАНО*компоненту» не только в химическую реакцию получения металлохелатов по принципу «снизу вверх», но и в реакционную среду, где она протекает. Это можно сделать, используя достаточно специфические, но в то же время вполне доступные химикам объекты, а именно биополимер-иммобилизованные матричные системы на основе полипептидов или полисахаридов (далее ***BPIM***), содержащие достаточно значительные по меркам «наномира» межмолекулярные полости, которые могут рассматриваться как своего рода молекулярные *НАНО*реакторы. В таких системах могут реализовываться не

только самые разнообразные процессы *самосборки*, но и возникать *НАНО*размерные кристаллы.

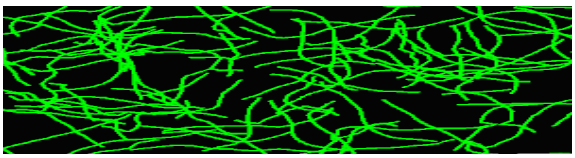
К числу ***BPIM***, которые в принципе могут быть использованы для осуществления процессов *самосборки* металлокомплексов, принадлежат желатин-иммобилизованные матричные имплантаты, нанесенные на лавсановую (полиэтилентерефталатную) подложку. Желатин (**Gel**) легко образует коллоидные системы с рядом низкомолекулярных жидкостей (в том числе и с водой), – т.н. гели, обладающие некоторыми свойствами твердых тел, в частности отсутствием текучести при малых напряжениях сдвига, способностью сохранения формы и упругостью. По химической природе **Gel** представляет собой полидисперсную смесь низкомолекулярных полипептидов общей формулы (*****) (R_1, R_i, R_j, R_k – различные радикалы) с молекулярной массой M = 50.000-70.000



или их агрегатов, слагающихся из остатков 18 природных аминокислот из 20 (за исключением цистина и цистеина); длина его макромолекул – 2850 нм, в то время как диаметр – всего 14 нм, они резко асимметричны и анизометричны. Каждая из молекул **Gel** состоит из трех параллельных □-цепей с почти одинаковым значением M ~ 95.000, так что молекулярная масса ее составляет примерно 280.000-290.000; две из этих □-цепей (□1) обычно практически идентичны друг другу по набору и последовательности аминокислот, третья же (□2) отличается от двух других [1,2]. Все эти три □-цепи имеют спиральную структуру с левым ходом и сплетены друг с другом в единую «правовращающую» спираль, стабилизированную водородными связями во фрагментах –(–)NH···O=C(–)–. ТАКАЯ



Тройная спираль в молекуле **Gel**



Межмолекулярные ячейки в структуре **Gel**

структура **Gel** удобна для формирования ***BPIM***, поскольку она не позволяет реализоваться каким-либо жестким кристаллическим блокам и обладает достаточно большим количеством межмолекулярных полостей (ячеек) для приема и последующей фиксации молекул иммобилизованного химического соединения; при этом его ячейки, даже будучи заполнены такими молекулами, сохраняют определенную свободу перемещения в пространстве. Линейные размеры этих ячеек составляют порядка 8-10 нм [3]. При этом ***BPIM*** на основе **Cel** достаточно легко разрушаются растворами протеолитических ферментов; благодаря этому иммобилизованные в них вещества могут быть изолированы из ***BPIM*** и проанализированы теми же физико-химическими методами, что и вещества, выделенные из жидкофазных или газофазных реакционных систем.

Большинство известных ныне процессов *самосборки* макроциклических металлохелатов относится к т.н. шиффовой конденсации с внутримолекулярным образованием воды за счет подвижных атомов водорода одного лигсона и атомов кислорода другого лигсона; вероятность самосборки в данном процессе тем выше, чем более подвижны атомы водорода в лигсоне, что напрямую связано с его протонодонорной способностью. Макромолекулы **Cel** как амфолита и полиэлектро-

лита в щелочной среде приобретают отрицательный заряд, вследствие чего протонодонорная способность иммобилизованных в нем химических соединений оказывается более значительной по сравнению с таковой в водном растворе. В связи с этим можно ожидать, что *самосборка* по типу шиффовой конденсации в желатиновых ***BPIM*** будет протекать более эффективно, нежели в растворе или в твердой фазе. При этом наиболее рельефно подобные различия должны проявиться в случае т.н. амбидентатных лигсонов I, содержащих три или большее число донорных атомов и способных поэтому различным образом координироваться к ионам различных *p*-, *d*- и *f*-элементов. К ним принадлежат такие известные (N,S)- и (N,O,S)-донорные органические соединения, как гидразинометантиоамид H_2N–NH–C(S)–NH_2, гидразино-метантиогидразид H_2N–NH–C(S)–NH–NH_2, этандитиоамид H_2N–C(S)–C(S)–NH_2, 2-амино-2-тиометанамид H_2N–C(O)–C(S)–NH_2 и др., способные координироваться к иону металла через атомы N, O и S. Лигсонами II, которые обеспечивают «сшивку» образуемых лигсоном I металлохелатных циклов в единый замкнутый контур, могут служить соединения с одной или двумя C=O группами, в частности метаналь CH_2O, пропанон H_3C–C(O)–CH_3, бутандион-2,3 H_3C–C(O)–C(O)–CH_3 и пентандион-2,4 H_3C–C(O)–CH_2–C(O)–CH_3. Для реализации молекулярных *НАНО*технологий *самосборки* макроциклических металлохелатов очень удобны ***MHF-BPIM*** с *НАНО*структурным уровнем организации, содержащие иммобилизованные в желатиновой матрице гексацианоферраты(II) (***MHF***) различных *p*-, *d*- и *f*- элементов, легко получаемые с использованием серии специфических химических реакций из галогенсеребряных желатин-иммобилизованных ***BPIM*** (которые, как известно, есть не что иное, как светочувствительные слои современных регистрирующих фотоматериалов). Вышеуказанные ***MHF-BPIM*** вводят в контакт с водно-щелочными растворами, содержащими какую-либо из смесей (лигсон I + лигсон II) при стандартных (T= 298 K, p= 101325 Па) или близких к ним условиях эксперимента.

Физико-химические аспекты реакций молекулярной *НАНО*технологии *самосборки* в этих ***BPIM*** их участием вышеуказанных органических соединений, приводящие к образованию специфических металлмакроциклических соединений, и есть предмет настоящего доклада; ключевым в нем является вывод о том, что характер *самосборки* в таких ***BPIM*** для целого ряда тройных систем ион 3*d*-металла – лигсон I – лигсон II весьма существенно отличается от ее характера в «традиционных» условиях (в растворах и твердой фазе). Наиболее показательна в этом отношении система Cu(II)– гидразинометантиогидразид– бутандион-2,3, в которой при *самосборке* в водно-этанольном растворе образуется всего лишь один (555)макротрициклический металлохелат, при *самосборке* же в ***MHF-BPIM*** – три различных по типу металлохелата, а именно два (555)макротрициклических и один (5656)макротетрациклический. Представлены также данные о специфике молекулярных структур ряда макротрициклических и макротетрациклических металлохелатов различных 3*d*-элементов, которые образуются и в принципе могут образовываться в рассматриваемых процессах молекулярной *НАНО*технологии *самосборки*.

Литература

1. O.V. Mikhailov. *Nanotechnologies in Russia*, ***5***, 18 (2010)
2. O.V. Mikhailov. *Revs. Inorg. Chem.*, ***30***, 199 (2010)
3. O.V. Mikhailov. *Inorg. Chim. Acta*, (2013) (в печати; **DOI**.org/10.1016//j.ica.2012.07.037)

НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗМЕРНОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ КОНСТРУИРОВАНИЯ КАТАЛИЗАТОРОВ

Ламберов А.А.,
Казанский (Приволжский) федеральный университет

Как известно, в нефтехимии и нефтепереработке большинство процессов являются каталитическими, т.е. протекают под действием специальных веществ – катализаторов, которые представляют собой наиболее наукоемкую часть существующих технологий. Именно катализаторы определяют экономическую эффективность получения того или иного продукта.

Модный термин нанотехнология как нельзя лучше описывает базовые элементы создания каталитических систем. Если под этим термином подразумевать размерность основных элементов катализатора, направленно формируемых под действием используемых технологических приемов, то большинство технологий разрабатываемых катализаторов относятся именно к нанотехнологиям.

Рассмотрим в качестве примера получение микросферического катализатора дегидрирования изопарафинов. Этот катализатор является одним из наиболее крупнотоннажных в нефтехимии. Только ОАО «Нижнекамскнефтехим» потребляет до 8000 т такого катализатора в год. Он используется для получения мономеров (изопрен, изобутилен), из которых производят основной ассортимент синтетических каучуков (СКИ, БК) и полимеров.

Так как катализатор эксплуатируется в условиях «кипящего слоя» при температуре в реакторе 550-580 ºС, объемом от 400 до 600 $м^3$, то особые требования предъявляются к их механической прочности. Гранулы катализатора представляют собой сфероподобные частицы размером от 20 до 160 мкм, которые состоят из пластинчатых фрагментов размером от 3 до 50 нм, связанных между собой прочными химическим связями. Так на одной из технологических стадий прокаливания происходит неравномерная усадка фрагментов гранул, причем часть из них уменьшается в значительно большей степени, что вызывает значительное снижение прочности гранул вследствие образования внутренних пустот. Для исключения усадки фрагментов гранул проведено гидротермальное воздействие на гранулы, что способствовало изменению фазового состава фрагментов и существенному величению механической прочности.

Аналогичные технологические приемы были использованы для создания платинаоловянных катализаторов одностадийного синтеза изопрена и цеолитсодержащих адсорбентов.

УДК 622.691.24

МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ИНЕРТНОГО ГАЗА НА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ И НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ЗАВОДАХ

© **Юсупов С.С., Эльдарханов А.С., Абубакаров М.А., Богатырев Т.С.,**
Грозненский государственный нефтяной технический университет
им. акад. М.Д. Миллионщикова

Рациональные решения по оснащению нефте - и газоперерабатывающих, а также, нефтехимических заводов надежной системой снабжения инертным газом положительно сказывается на себестоимости, на его производственной деятельности и на безопасности производства. Инертный газ, например, на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) применяется для регенерации катализаторов риформинга, изомеризации и гидроочистки, для продувки, опрессовки и поддержания газовой «подушки» в емкостях, в которых хранятся легкоокисляемые продукты, [1]. Допустимое содержание кислорода в инертном газе зависит от свойств этого продукта и определяется отраслевыми правилами. На нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятиях в зависимости от характера производства содержание кислорода ограничивается величиной от 0,5 до 5 % об., [2]. Содержание окиси углерода в инертном газе не должно превышать 20 мг/м^3, что соответствует ПДК этого вещества для производственных помещений.

На НПЗ первоначально инертный газ получали сжиганием газового топлива в токе атмосферного воздуха при минимальном избытке последнего с дальнейшей очисткой дымовых газов от окиси углерода и осушкой.

В дальнейшем было установлено, что для некоторых каталитических процессов содержание двуокиси углерода в инертном газе также должно быть ограничено, т.е. должно быть меньше того количества которое образуется при сжигании топлива. Для снижения содержания двуокиси углерода до требуемого содержания 0,2 % об. дымовые газы подвергали абсорбционной очистке щелочью или этаноламинами, [3]. Это требование вызвало необходимость внедрения на заводах установок получения азота низкотемпературным разделением воздуха. На азотных или азотно-кислородных установках может быть получен азот высокой чистоты 99,99 % об. Реализация описанных методов на практике связано с рядом трудностей. Сжигание топлива, которое осуществляется в печах со скруббером или на специальных установках связано с дополнительными затратами на очистку дымовых газов от окислов углерода, сажевых примесей, а также, от окислов азота и серы. На установке низкотемпературного разделения воздуха происходит накопление взрывоопасных примесей – ацетилен, углеводороды, кислородсодержащие органические соединения, компрессорное масло, [4].

Очистка воздуха от этих примесей связано с дополнительными затратами и не всегда позволяют достичь желаемого результата. Указанные факторы являются одной из причин того, что продолжаются исследовательские работы по изучению возможности создания и внедрения на нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводах новых процессов получения азота. С этой точки зрения привлекают внимание установки разделения воздуха с использованием мембранных и адсорбционных аппаратов, в частности, аппаратов короткоцикловой адсорбции.

Интересен метод получения азота низкотемпературным ректификационным разделением нефтяных углеводородных газов некоторых месторождений, содержащих в своем составе значительные количества азота. Установки, использующие этот метод, могут быть востребованы для обеспечения газоперерабатывающих заводов инертным газом. Поиск альтернативных процессов получения инертного

газа должен привести к улучшению технико-экономических показателей и созданию резервного источника снабжения заводов инертным газом. Последнее условие имеет важное значение для повышения безопасности работы завода.

Таким образом, одним из потенциальных и доступных источников обеспечения нефте - и газоперерабатывающих заводов азотом, по нашему мнению, в перспективе могут стать отходящие газы установки переработки сероводородсодержащих газов с получением серы по методу Клауса. Содержание азота в отходящих газах установки Клауса после осушки достигает 50 % и выше, остальное количество представлено углекислым газом, т.е. отходящие газы почти полностью состоят из смеси инертных газов. Соотношение между этими двумя компонентами смеси зависит от содержания сероводорода в исходном «кислом» газе, направляемого в качестве сырья на установку Клауса. В нефтезаводских «кислых» газах содержание сероводороды очень высокое и может достигать 95 % об., следовательно, и отходящие газы в основном будут состоять из азота. Для подачи в заводскую систему инертного газа отходящие газы установки получения серы должны быть обязательно подвергнуты осушке и очистке от побочных продуктов процесса. Состав побочных продуктов процесса Клауса достаточно подробно изучен и приведен в работе, [5]. Это сернистый ангидрид, сероуглерод, сероокись углерода, окись углерода, окислы азота, водород. В составе газов обнаруживается также не вступивший в реакцию кислород воздуха, а также небольшие количества серы в виде паров и в аэрозольной форме. Наблюдаемое на практике колебание в соотношении и количестве указанных примесей в отходящих газах разных установок Клауса зависит от вида применяемого катализатора, режимных параметров процесса и состава сырья.

Экологические требования диктуют необходимость очистки отходящих газов, т.к. установки Клауса являются на заводах одним из основных источников загрязнения атмосферы сернистым ангидридом. По этой причине в последние годы на отечественных нефтеперерабатывающих предприятиях уделяется заметное внимание обновлению установок производства серы и одновременно идет оснащение их блоком очистки отходящих газов. Например, установка производства серы с узлом очистки построена на ООО «Лукоил-Пермнефтеоргсинтез» по рабочей документации проектного института ОАО «Гипрогазочистка» на основе базового проекта компании Компримо (Нидерланды). На этой установке процесс очистки отходящих газов осуществлен методом СКОТ по лицензии фирмы Шелл. За последние несколько лет пущена в эксплуатацию также установка производства серы на ОАО «Славнефте-Ярославнефтеоргсинтез». Планируется реконструкция установок получения серы на ряде других заводов и оснащение этих установок узлами доочистки в ближайшее время предположительно станет нормативным требованием. До недавнего времени такие узлы были приобретены по импорту и имелись лишь на установках Клауса двух крупных газоперерабатывающих заводов на Оренбургском и Астраханском ГКМ , [6].

Из более 70 описанных в литературе технологий, данные по процессам и новым методам очистки отходящих газов установки Клауса, на практике используется не более двадцати. Эти процессы по принципу осуществления условно делят на три группы:

- дальнейшее проведение реакции Клауса в присутствии твердых катализаторов при температурах ~ 125-150 ^{o}C, в условиях отложения серы в порах катализатора (Сульфрин, MCRC,CBA);

- окисление всех сернистых соединений до сернистого ангидрида, который используют в качестве полупродукта для получения полезных химических ве-

ществ. Например, в процессе Уэллман-Лорд с получением сульфита натрия и аммония тиосульфата в процессе АТС;

- каталитическое восстановление всех сернистых соединений в сероводород с последующим извлечением его и переработкой окислением в серу (в жидкой фазе) или на твердом катализаторе (модификации процесса Бивон, СКОТ, Модоп, Суперклаус).

По эффективности процессы очистки отходящих газов располагаются в приведенной выше последовательности. Суммарная максимальная степень извлечения серы на установке Клауса (первая группа) с узлом очистки может достигать, соответственно, 99,6; 99,95 и 99,99%. После установки очистки отходящие газы подвергаются дополнительной операции термического дожига перед их сбросом в дымовую трубу. Это делается с целью окисления всех «непревращенных» в предыдущих стадиях сернистых соединений в сернистый ангидрид. Содержание последнего в условиях предельной эффективности, на что указывают расчетные исследования, в дымовых газах после печи дожига и после узла Сульфрин составляет порядка 3994,5 мг/м^3. В процессах очистки отходящих газов, выделенных нами во вторую группу, содержание сернистого ангидрида в дымовых газах после печи дожига - ниже и составляет около 665,8 мг/м^3. В третьей группе процессов - содержание сероводорода в дымовых газах может быть на уровне 26,6 мг/м^3, т.е. значительно ниже по сравнению с первыми двумя группами.

На нефте- и газоперерабатывающих предприятиях должна быть предусмотрена возможность покрытия кратковременного возрастания потребности в инертном газе и создан его резервный источник.

Таким образом поиск оптимальных решений по выбору надежного и экономически оправданного источника снабжения на всех стадиях жизненного цикла предприятия инертным газом является актуальной задачей.

Литература

1. Рудин М.Г., Сомов В.Е., Фомин А.С. Карманный справочник нефтепереработчика. М.: ОАО «ЦНИИТЭнефтехим», 2004. - 238 с.

2. Брейман И., Гражданов Д.Е. Техника безопасности при проектировании и освоении нефтехимических предприятий. М.: «Химия», 1972. - 215 с.

3. Рудин М.Г., Арсеньев Г.А., Васильев А.В. Общезаводское хозяйство нефтеперерабатывающих заводов. Л.: «Химия», 1978. - 257 с.

4. Розловский А.И. Основы техники взрывобезопасности при работе с горючими газами и парами. М.: «Химия», 1980. - 283 с.

5. Исмагилов Ф.Р., Вольцов А.А, Аминов О.Н. и др. Экология и новые технологии очистки сероводородсодержащих газов. Уфа: « Экология», 2000. - 214 с.

6. Грунвальд В.Р. Технология газовой серы. М.: « Химия», 189 с.

КАТАЛИТИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА КОМПОНЕНТОВ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА В НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Стрельцов И.А.[1], Мишаков И.В.[1,2], Ведягин А.А.[1,2], Буянов Р.А.[1],
[1]Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН;
[2]Новосибирский государственный технический университет

Аннотация. Рассмотрен каталитический способ переработки компонентов попутного нефтяного газа с получением углеродных нановолокон (УНВ) различной морфологии и чистого водорода. Обсуждается перспектива использования УНВ в качестве модифицирующей добавки в состав различных композиционных материалов на основе цементного камня, полиэтилена, битума, эпоксидной смолы и смазочных материалов.

Ключевые слова: попутный нефтяной газ, каталитическое разложение, углеродные нановолокна, композиционные материалы

Неотъемлемым спутником при добыче нефти является так называемый попутный нефтяной газ (ПНГ). Объем его производства в России составляет около 600 млрд. м^3 в год. Значительная часть ПНГ в настоящее время подлежит сжиганию в местах добычи, что приводит к выбросу в атмосферу большого количества загрязняющих веществ: диоксида углерода, диоксида серы, углеводородов и сажи. Это не только оказывает вредное воздействие на окружающую среду, но также ведет к многомиллиардным убыткам от невовлечения ПНГ в переработку.

Одним из перспективных методов переработки компонентов попутного нефтяного газа – углеводородов C_1-C_6 – является их каталитическое разложение с образованием углеродных нановолокон (УНВ) и водорода. Получаемый наноструктурированный углеродный продукт представляют большой интерес для потенциального использования в качестве модифицирующей добавки в состав различных композиционных материалов.

Образование УНВ происходит в результате разложения углеводородов на частицах металлов подгруппы железа (Fe, Co, Ni), а также их сплавах с другими металлами [1]:

$$C_xH_y \xrightarrow{N} xC^* + (y/2)H_2$$

где C* – углеродные нановолокна.

В основе данного процесса лежит механизм карбидного цикла [1]. В зависимости от условий проведения процесса возможно получение УНВ различной морфологии и текстуры. В зависимости от характера упаковки графеновых слоев в теле нити можно выделить 3 основных типа УНВ:

- коаксиально-конические;
- стопчатые;
- перистые.

Последний тип УНВ характеризуется дефектной структурой и наиболее высокой удельной поверхностью [2].

К основным факторам, определяющим структуру углеродных нановолокон, относятся: состав катализатора, природа углеводородного сырья, температура проведения процесса, а также размер частиц активного компонента (металлических частиц катализатора – активных центров роста УНВ).

В нашей работе для синтеза образцов УНВ мы использовали никелевые и никель-медные катализаторы, приготовленные методом механохимической активации из соответствующих оксидов. В качестве углеводородного сырья использовались природный газ (~92 об.% метана) и C_3-C_4 смесь (~80% пропана и 20% бутана). Каталитическая активность образцов была испытана в лабораторном проточном кварцевом реакторе, оснащенном микровесами Мак-Бена. Наработку укрупненных опытных парий УНВ производили на специальной установке с роторным реактором, позволяющей получать до 1 кг углеродного продукта за один эксперимент [3]. Температура синтеза в зависимости от типа УНВ выбиралась в интервале от 500 до 750°С.

Изучение морфологических характеристик полученного продукта с помощью метода просвечивающей электронной микроскопии позволило определить условия, в которых наиболее селективно происходит образование каждого отдельного типа УНВ (рисунок 1) без примесей других структур.

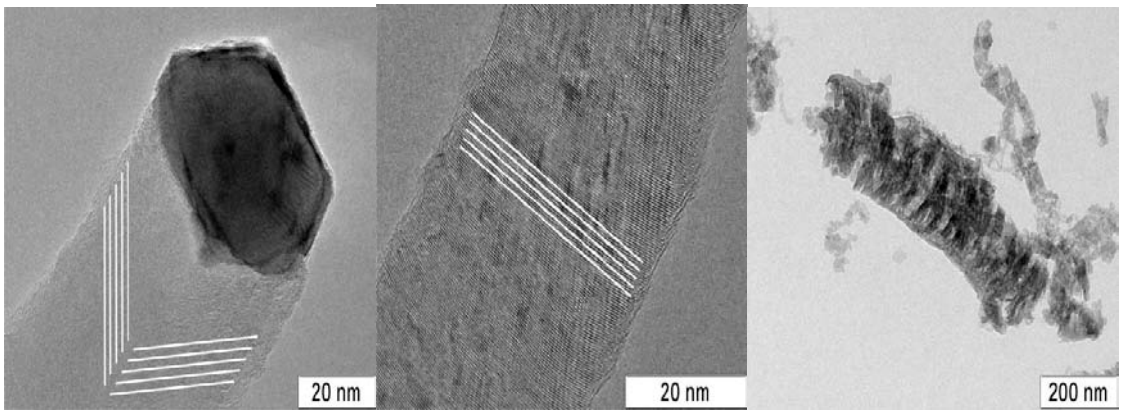


Рисунок 1. Микрофотоснимки трёх типов УНВ (данные ПЭМ):
коаксиально-конический, стопчатый, перистый.

Спектр возможных областей применения УНВ различной морфологии достаточно широк. Они могут использоваться в качестве модифицирующей добавки для улучшения прочностных характеристик материалов на основе полимеров и цементного камня; для придания композитам электропроводящих и антистатических свойств; в качестве антифрикционной добавки в смазочные материалы, а также для изготовления электродов для аккумуляторов и топливных элементов.

В связи с этим были наработаны укрупненные партии углеродных наноматериалов на установке с роторным реактором. Полученные углеродные образцы были опробованы в качестве модифицирующей добавки в состав цементного камня, полиэтилена, битума, эпоксидной смолы и моторного масла. Наибольший упрочняющий эффект был получен при добавлении УНВ коаксиально-конической морфологии в цементное тесто в количестве 0.05 мас.% (рис.2). При этом прирост прочности на раздавливание на 28-ые сутки после затворения достиг 37%.

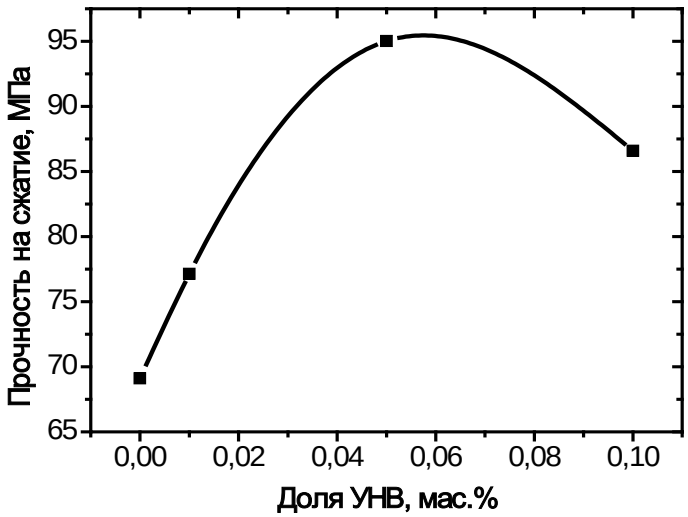


Рисунок 2. Зависимость прочности цементного камня от доли введенного УНВ коаксиально-конической морфологии.

Углеродные нановолокна перистой морфологии хорошо проявили себя как антифрикционная добавка, повышающая эксплуатационные качества смазочных материалов (таблица 1). Так, добавление перистых УНВ в моторное масло в количестве 0.12 мас.% приводило к значительному снижению степени износа пары трения «сталь-сталь» за счет образования защитного слоя (отрицательное изнашивание, т.е. прирост массы) на поверхности трущихся деталей.

Таблица 1. Результаты испытания на изнашивание в режиме трения скольжения. Пара трения – сталь-сталь, масло И20А, доля УНВ – 0.12 мас.%.

№	**Модификатор**	**Изменение массы, мг**		**Примечание**
		Образец	*Рабочий валик*	
1	Без добавки УНВ	0.366	0.633	Наблюдаются вырывы металла на диске
2	Стопчатые УНВ	0.10	-0.112	Пятно контакта без вырывов металла
3	Перистые УНВ	-0.212	-0.513	Пятно контакта без вырывов металла

Таким образом, метод каталитического разложения компонентов ПНГ по механизму карбидного цикла может рассматриваться в качестве альтернативного способа переработки попутного нефтяного газа. В результате переработки ПНГ методом каталитического пиролиза предполагается не только снизить нагрузку на окружающую среду, но также дополнительно получить ценный продукт – УНВ. Получаемый таким образом наноструктурированный углеродный материал можно считать весьма перспективным в области создания новых композиционных материалов с улучшенными свойствами. Водородсодержащий газ, образующийся в результате каталитической диссоциации углеводородов, может также быть использован в качестве восстановительной атмосферы, либо направлен на сжигание без экологических последствий.

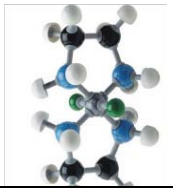
Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (грант Президента № МК 3711.2011.3) и ОХНМ РАН (проект № 5.2.2).

Литература

1. Буянов, Р.А., Чесноков, В.В. О механизме образования углеродных нанонитей при каталитическом разложении углеводородов на металлах подгруппы железа // Катализ в промышленности. – 2006. – № 2. – С. – 3-15.

2. Мишаков И.В., Стрельцов И.А., Бауман Ю.И., Ведягин А.А., Буянов Р.А. Углеродные нановолокна с высокоразвитой поверхностью: особенности синтеза и морфологии // Химия и химическая технология. – 2011. – Т. 54. – №. 9. – С. 107-110.

3. Мишаков И.В., Буянов Р.А., Чесноков В.В., Стрельцов И.А., Ведягин А.А. Технология получения углеродных наноразмерных нитей по механизму карбидного цикла // Катализ в Промышленности. – 2008. – № 2. – С. 26-30.



Секция 2

НАНОТЕХНОЛОГИИ В АВИАКОСМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И МАШИНОСТРОЕНИИ

ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ФУЛЛЕРЕНОВ ДЛЯ АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Тимеркаев Б.А., Галеев И.Г., Гисматуллин Н.К., Зиганшин Д.И.,
Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева (КНИТУ-КАИ)

Аннотация. В работе предложен новый способ производства фуллеренов и нанотрубок. Он заключается в плазмохимическом разложении углеводородного сырья. В качестве углеводородного сырья могут быть использованы газообразные, жидкие углеводороды. Описана возможность использования фуллеренов в авиационной промышленности.

Annotation. In this paper we propose a new method of production of fullerenes and nanotubes. It consists of a plasma-chemical decomposition of hydrocarbons. The hydrocarbon feedstock can be used gaseous, liquid hydrocarbons. Shown the possibility using of the fullerenes in the aviation industry.

Ключевые слова: фуллерены, фуллеренсодержащая сажа, нанотрубки.

Фуллерены – особые молекулярные структуры. Они представляют собой замкнутые сферические поверхности, в которых атомы углерода находятся на вершинах правильных пяти- и шестиугольников. «Классическим», наиболее изученным является фуллерен C_{60}. Данная молекула состоит из 20 шестиугольников и 12 пятиугольников и внешне напоминает футбольный мяч. В настоящее время также известны фуллерены, в состав которых входит до 400 атомов углерода (C_{70}, C_{76}, C_{78}, C_{80} и т.д.). Такие фуллерены принято называть высшими. Они менее изучены по сравнению с C_{60} и образуются в меньших количествах.

Фуллерены обладают уникальными физическими и химическими свойствами [1-2], такими как высокая прочность, электропроводность, химическая стойкость. Они могут вступать в химические реакции, и образовывать новые соединения, с новыми физическими, и химическими свойствами. На основе фуллеренов получены соединения, обладающие сверхпроводимостью [3], вещества, превосходящие алмазы по твердости и объемному модулю упругости [4]. Наличие таких уникальных свойств определяет область применения фуллеренов. Большое количество работ посвящено созданию новых конструкционных материалов с уникальными свойствами, улучшению эксплуатационных характеристик специальных механизмов: эффективные добавки в масла, резко повышающие износоустойчивость механизмов, материалы для снижения износа в условиях сухого трения и т.д. [4]. Перспективным направлением является использование фуллеренов для получения новых композитных материалов, обладающих высокой прочностью, износоустойчивостью, малым весом и рядом других немаловажных характеристик. Следует сказать, что фуллерены нашли применение даже в медицине, например, рассматривается идея создания противораковых медицинских препаратов.

Как видно, уже на сегодняшний день фуллерены обладают весьма широким спектром применений, а в дальнейшем, учитывая большое количество исследований в этой области, интерес к ним будет только расти. Это позволяет судить о том, что в ближайшее время изучение фуллеренов будет являться одним из перспективных направлений в области нанотехнологий.

Легкие сверхпрочные композитные материалы или сплавы, созданные на основе фуллеренов могут найти применение и в авиационной промышленности. Использование таких материалов может заметно улучшить как летные качества летательных аппаратов, так и увеличить их срок эксплуатации. Например, облегчение конструкции самолетов позволит увеличить их маневренность, грузоподъемность, снизит расход топлива. Применение износоустойчивых материалов на основе фуллеренов для изготовления деталей и узлов самолетов, подвергающихся сильным нагрузкам, позволит значительно увеличить срок службы, и, соответственно снизит затраты на техническое обслуживание.

Не менее актуальным является вопрос, связанный с продлением срока службы авиационных шин. Проблема заключается в том, что при посадке шины подвергаются огромным нагрузкам, что приводит к быстрому износу. В данном направлении большие перспективы имеет использование резины, изготовленной с добавлением в ее состав углеродной сажи, содержащей фуллерены. Известны работы, в которых достигнуто увеличение предела прочности при растяжении, сопротивления истиранию и разрыву, увеличение напряжения при заданном растяжении и твердости каучуков и резин [5].

На сегодняшний день главной проблемой, которая тормозит исследования в данной области, является отсутствие способа производства фуллеренов в промышленных масштабах. Существующие методы характеризуются малым выходом фуллереновой сажи при относительно больших энергозатратах, и, следовательно, стоимость фуллеренов остается на высоком уровне. Например, в ООО “Научно-производственная компания “НеоТекПродакт” в г. Санкт-Петербург цена сажи содержащей 7% фуллеренов достигает 85 руб. 10г., 1г. фуллеренов C_{60} (чистота 99,9+ %) стоит до 1800 руб., 1г. фуллеренов C_{70} (чистота 99%) – до 6260 руб. Исходя из этого, приоритетной задачей остается совершенствование имеющихся и разработка принципиально новых высокоэффективных и высокопроизводительных способов получения фуллеренов. Решение данной проблемы позволит снизить стоимость готовой продукции, и, соответственно, сделает окупаемыми технологии, основанные на использовании фуллеренов.

Впервые экспериментально фуллерены были получены при лазерном испарении графита [6]. Лазерный луч импульсами 5 нс, длиной волны 532 нм и энергией 30 – 40 мДж фокусировался на поверхности вращающегося графитового диска. Испарившийся материал уносился потоком гелия, давление которого доходило до 10 атм. Сажа, которая осела на стенках камеры содержала небольшое количество фуллеренов C_{60}.

В 1990 г. был предложен новый способ производства фуллеренсодержащей сажи, который заключался в испарении графита электрической дугой [7]. Внутри герметичной камеры были установлены два графитовых электрода – один в виде неподвижного диска, второй – заостренного стрежня толщиной 6 мм. Графитовый стержень заостренным концом при помощи пружины прижимался к диску. Камера заполнялась гелием до давления в 100 Торр. Через электроды пропускался переменный ток f = 60 Гц, I = 100 – 200 А, U = 10 – 20 В. Испарившийся графит в виде сажи оседал на стенках камеры, который был изготовлен из меди и охлаждался водой. Содержание фуллеренов в получившейся саже составляло около 10%. Производительность установки – 1г фуллеренов за час. В настоящее время, большинство установок для получения фуллеренов представляют собой различные модификации вышеописанной камеры. Они отличаются от оригинальной установки лишь конструктивными особенностями и условиями, при которых зажигается разряд.

Известно, что предпринимались попытки получения фуллеренов при сжигании углеводородов [8], при резистивном высокочастотном нагреве графита в атмосфере инертного газа [9]. Вследствие малой производительности, данные методы на сегодняшний день не являются актуальными.

В данной работе был предложен принципиально новый способ производства фуллеренов и нанотрубок. Он заключается в плазмохимическом разложении углеводородного сырья. В качестве углеводородного сырья могут быть использованы газообразные, жидкие (нефть, мазут, асфальтен) углеводороды, а также отходы нефтеперерабатывающей промышленности. Разложение углеводородов осуществляется плазмой тлеющего разряда. Разрядное устройство представляет собой два электрода, закрепленных на некотором расстоянии друг от друга (1 – 10 см). Электроды изготовлены из медного стержня диаметром 7мм. Разрядное устройство помещается внутри вакуумной камеры и из камеры откачивается воздух. После этого на электроды подеется электрическое напряжение, достаточное для пробоя межэлектродного промежутка и установления разряда. В область разряда подаются газообразные углеводороды. В случае использования жидкого сырья, между электродами необходимо установить распыляющее устройство. Следует отметить, что в данном случае распыленные углеводороды могут повлиять на чистоту конечного продукта. При взаимодействии плазмы разряда с углеводородным сырьем происходит разрыв связей длинных углеводородных молекул и появляется атомарный углерод. В электрическом разряде атомы углерода присоединяют электроны и как отрицательно заряженные частицы движутся к аноду разрядного устройства. На аноде ионы углерода занимают пустующие места, образовывая в зависимости от зародыша либо нанотрубки, либо фуллерены.

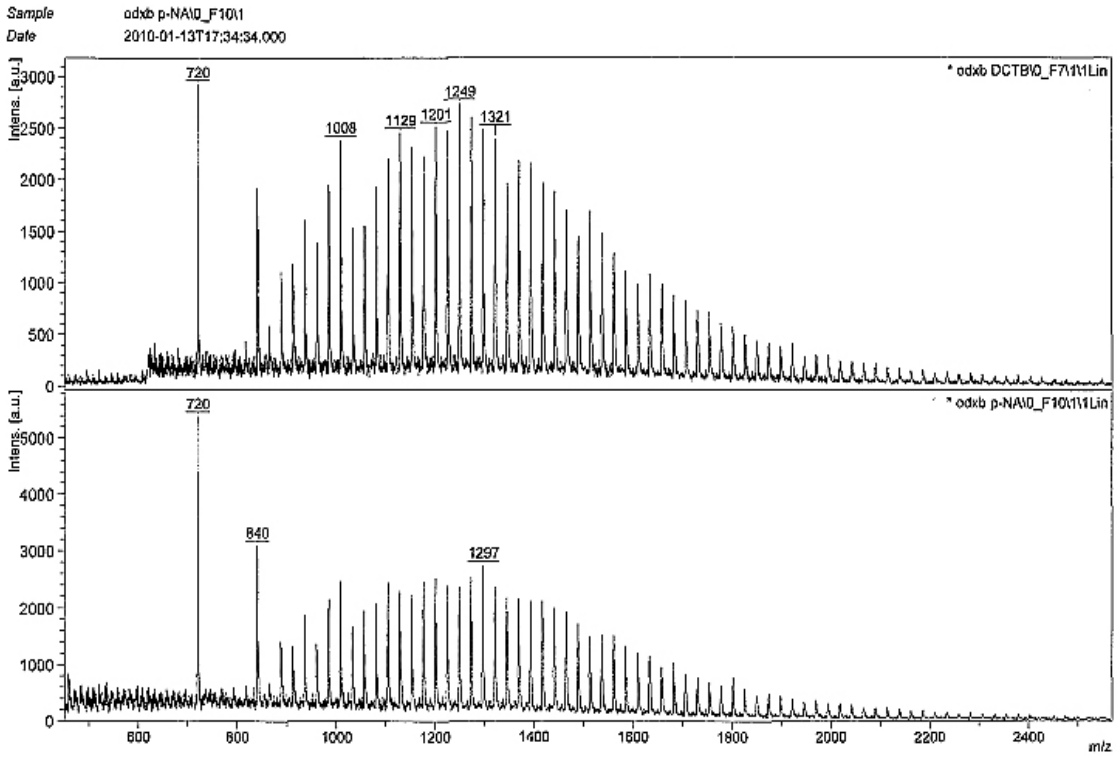


Рис.1. Результаты масс-спектрального анализа фуллереновой сажи.

Фуллеренсодержащая сажа, в основном накапливается на аноде. Незначительная часть сажи собирается на катоде и оседает на стенках камеры. Образование сажи происходило при напряжении U = 600 - 1200В, давлении газа p = 40 –

100 Торр. На рисунке 1 приведен масс-спектр углеродной сажи, осажденной на аноде экспериментальной установки, на которых отчетливо видны линии C_{60} (атомная масса 720), C_{70} (атомная масса 840), а также высших фуллеренов.

Результаты лабораторных анализов, а также электронно-микроскопические исследования показали высокое содержание фуллеренов и нанотрубок в образовавшейся саже.

Проведенные эксперименты показали, что разрядное устройство обладает высокой производительностью фуллеренсодержащей сажи, а также малыми энергозатратами (1 кВт*ч электроэнергии на 5 граммов сажи), что связано с высокими напряжениями и малыми токами разряда. Разрядное устройство легко масштабируется, и в разрядное камере объемом $5м^3$ можно получить до 100 г. сажи, содержащей фуллерены и нанотрубки, за 1 мин.

Литература

1. Мастеров В.Ф. Физические свойства фуллеренов // Соросовский образовательный журнал, № 1. 1997. С. 92-99.
2. Сидоров Л.Н., Макеев Ю.А. Химия фуллеренов // Соросовский образовательный журнал, том 6. №5. 2000. С. 21-25.
3. Березкин В.И. Новые композиционные материалы на основе фуллеренов // Письма в ЖЭТФ, том 83, вып. 9, 2006. С. 455-461.
4. По материалам сайта NeoTechProduct.ru
5. Пат. 2151781 РФ, МПК C08K3/04, C08L21/00. Наполнитель для каучуков, резин и других эластомеров.
6. Керл Р.А. “Истоки открытия фуллеренов: эксперимент и гипотеза” (нобелевские лекции по химии –1996) УФН, т.168,№3, с.331-342, 1998.
7. Kratschmer W., Lamb L.D., Fostiropoulos K., Huffman D. Solid C60: a new form of carbon // Nature. 1990. Vol. 33. P.354.
8. Howard J.B., McKinnon J.T., Johnson M.E. et al // J. Phys. Chem. 1992. Vol.96. P.6657.
9. Meijer G. J. Chem. Phys., 1990, v.93, p. 7800

ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДОВ

Тимеркаев Б.А., Галеев И.Г., Ганиева Г.Р.,
Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева (КНИТУ-КАИ)

Аннотация. Предложен новый способ разложения тяжелых углеводородов на легкие фракции в плазме дугового разряда с утопленными электродами. Приведен хроматографический анализ образовавшихся газов.

Annotation. A new method for the decomposition of heavy hydrocarbons to lighter fractions in plasma arc with recessed electrodes. Chromatographic analysis shows the resulting emissions.

Ключевые слова: плазма, плазмохимия, электрическая дуга, разложение мазута, углеводородное сырье

В авиационной промышленности в качестве топлива используется авиакеросин. Авиационное топливо получают прямой перегонкой сернистых нефтей. Для авиации предусмотрено различные марки топлива. Каждое топливо получают прямой перегонкой сернистых нефтей. Наличие в топливе воды, нафтеновых кислот, бензиновых фракций, сернистых соединений приводит к износу свойств топлива, сокращает срок службы двигателя, ограничению высоты полета, ухудшению противоизносных свойств и химической стабильности. Выделяется несколько основных видов авиационного керосина для дозвуковой авиации такие, как ТС-1, Т-1, РТ, Т-2

Процесс получения выше описанных топлив достаточно энергозатратный и технический сложный. Также процентное соотношение получаемой конечной фракции и используемого сырья очень мал, что в свою очередь приводит к новой проблеме – дальнейшей переработки остатков нефтеперерабатываемой промышленности. Мировые запасы нефти неуклонно сокращаются. В добываемой нефти возрастает доля тяжелых высокосернистых и высокопарафинистых нефтей. Это приведет к еще более усложненному процессу получения чистого керосина и увеличению её цены в несколько раз. В связи с этим возникает необходимость разрабатывать новые способы переработки любых нефтей, а также отходов нефтяной промышленности, которые на данный момент составляют порядка 0,5 % от всей имеющейся нефти.

В этом направлении большие перспективы возлагаются на плазмохимические методы, такие как пиролиз газообразных и жидких смесей углеводородов, окислительная конверсия углеводородного сырья и разложение углеводородов в плазме электрического разряда. Плазмохимический метод позволяет провести глубокую переработку.

Нами предложен новый способ для разложения тяжелых углеводородов (различных нефтей и остатков н/п промышленности) на легкие фракции в плазме электрического разряда., дугового разряда Существующие способы электродугового воздействия на тяжелые углеводороды имеют недостаток, связанный с тем, что взаимодействие углеводородного сырья с электродуговой плазмой происходит в плазмохимическом реакторе. При этом достаточно сложно организовать перемешивание плазменного потока с углеводородным сырьем на молекулярном

уровне. Превалирующим эффектом при таком способе переработки углеводородного сырья является тепловой или температурный эффект. В данной работе предлагается организация электрической дуги непосредственно в среде тяжелых углеводородов, в мазуте. За счет высокой температуры тяжелые углеводороды оказываются в области плазмы и под действием быстрых электронов и высокоэнергетичных ионов разбиваются на мелкие фракции.

Для исследования данного явления была разработана и изготовлена экспериментальная установка. Плазмохимический реактор был размещен в камеру, изготовленную из нержавеющей стали с водоохлаждаемыми стенками. В камере были предусмотрены устройства для регулирования расстояния между электродами, устройства для напуска и откачки газа, токоподводы. В полостях стенок камеры протекает вода из водопроводной системы, а на водоохлаждаемой торцевой дверце камеры расположено окошко для визуального контроля за ходом эксперимента. Плазмохимический реактор представляет собой керамический контейнер с установленными, с возможностью перемещения, электродами. В экспериментах были использованы графитовые электроды диаметром 6 мм. Катод был закреплен на дне керамической посуды. Подвод питания осуществлялся сверху с помощью медной шины. Анод расположен над катодом и закреплен на устройстве, которое позволяет изменять межэлектродное расстояние непосредственно во время эксперимента. В качестве источника тока был использован источник постоянного тока с выходным напряжением до 50 В и с регулируемой величиной выпрямленного тока в пределах от 30 до 300А. Жидкое углеводородное сырье заливается в емкость до тех пор, пока межэлектродная область не окажется на глубине нескольких сантиметров. Для зажигания электрической дуги, необходимо на короткое время замкнуть электроды, а затем развести их на расстояние в несколько миллиметров. Дуга, которая горит в толще жидкого углеводородного сырья, превращает тяжелые углеводороды в пар, и в межэлектродном пространстве образовывается газопаровая область. За счет бомбардировки тяжелых молекул углеводородов высокоэнергетичными электронами и перегретыми ионами плазмы происходит их разбиение на более легкие фракции. Нагретая парогазовая фаза за счет архимедовой силы начинает подниматься наверх, продолжая взаимодействовать с окружающими углеводородами. Паровая фаза углеводородов при этом частично поглощается жидкой частью углеводородов, обогащая ее низкокипящими фракциями. Газопаровая фракция в виде пузыря поднимается до поверхности мазута и начинает вытеснять нейтральный газ из объема резервуара.

Получившиеся в ходе эксперимента газы через специальные отверстия в емкости выводились наружу и были отобраны для проведения анализов по определению состава. Длинные молекулы углеводородов распадаются на более мелкие фракции. В результате данных реакций образуются газ.

Преимуществом данного способа углубленной переработки нефти является высокая эффективность перед другими плазмохимическими способами. Эффективность использования электрической энергии достигает 100%, так как даже охлаждение электродов электрической дуги происходит в самом мазуте. Нагревание мазута обеспечивает быструю сменяемость углеводородов в области разряда.

Был проведен анализ, получившихся в ходе эксперимента газов. Через специальные отверстия в емкости газы выводились наружу и были отобраны для проведения анализов по определению состава. Исследование состава производилось хроматографическим способом. В выделившихся газах порядка четверти процентного состава приходится на водород, более 40% – на этилен, около 7% - на метан.

Присутствие в составе анализируемой смеси газов кислорода и азота объясняется их попаданием из атмосферы во время отбора и подготовки пробы для проведения хроматографического анализа. Так как в исходном составе сырья не было ни азота, ни кислорода, то их содержанием в составе смеси можно пренебречь. В таком случае, как следует из приведенных хроматограмм, основными продуктами разложения мазута в газовой части оказываются этилен, водород, метан.

Вывод:

В настоящее время основным способом переработки нефти является термическая обработка. При этом после выделения бензина, дизельного топлива, керосина и масляных дистиллятов образуются высоковязкие нефтяные остатки. Их доля может составить от 50 до 80%, в зависимости от качества нефти. Поэтому, решение проблемы глубокой переработки нефти и нефтяных остатков является основной задачей ближайшего времени. Под углубленной переработкой подразумевается получение максимально возможного количества топлив и масел из 1 т. нефти. Использование плазмохимического метода для переработки углеводородного сырья позволяет достичь глубокой переработки различных нефтей и отходов нефтяной промышленности. Также данный способ решает проблему обессеривания и обезвоживания получаемых продуктов.

На данный момент это единственный метод переработки тяжелых углеводородов, позволяющий эффективно, вкладывая минимум энергии и финансовых затрат, получать авиа топливо наивысшего качества.

Литература

1. Словецкий Д.И. Плазмохимическая переработка углеводородов: современное состояние и перспективы // 3-й Международный симпозиум по теоретической и прикладной плазмохимии. Сборник материалов. Иваново. 2002. Т.1. С. 55 – 58

2. Полак Л.С., Овсянников А.А., Словецкий Д.И., Врузель Ф.Б. // Теоретическая и прикладная плазмохимия. 1975. М. Наука. 304с.

3. Мухамадияров Х.Г., Нефедьев Е.С., Тимеркаев Б.А., Фахрутдинов И.М., Ягудин Ш.Г. Плазмохимический реактор для глубокой переработки нефти // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. 2006. №4. С. 35 – 38.

4. Mukhamadijarov Kh.G., Timerkaev B.A., Fakhrutdinov I.M., Jakhin R.G. Plasmochemical stand for decomposition of hydrocarbon row material to light fractions // Proceedings of the XII International Conference on the Methods Aerophysical Research, Novosibirsk. 28 June – 3 July. 2004. Part 111. P. 131 – 132.

5. Мухамадияров Х.Г., Тимеркаев Б.А., Фахрутдинов И.М., Яхин Р.Г., Нефедьев Е.С. Плазмохимический реактор для разложения углеводородного сырья // Экология человека и природа: Тр. 6-й Междунар. науч. конф. г.Москва, Плес, 5 – 11 июля 2004. Иваново: Изд-во ИвГУ, 2004. С. 6.

6. Арсланов А.Ш., Залялетдинов Ф.Д., Закиров И.М., Тимеркаева Д.Б. Разложение углеводородов в потоке электродуговой плазмы // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. 2010. №3. С. 137 – 142.

7. Словецкий Д.И. Разложение углеводородов в тлеющем разряде // Химия плазмы. –1981. вып.8. –С. 189 – 230.

ПРИМЕНЕНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ НА ПРИМЕРЕ ЭЛЕКТРОАЛМАЗНОЙ ОБРАБОТКИ

Хафизов И.И.,
Казанский (Приволжский) федеральный университет

Аннотация. Заготовительные операции по разделению всех видов материалов включают ручное и машинное разрезание на оборудовании различного назначения. В машиностроении имеется достоверная информация об освоенных методах, их предельных возможностях и недостатках. С увеличением доли затрат на материалы возникала проблема изыскания новых видов разделения материалов, особенно это коснулось дефицитных и дорогих сплавов.

Annotation. Purveying operations on the division of all types of materials include a hand and machine scission on the equipment of the different setting. In an engineer there is reliable information about the mastered methods, their maximum possibilities and defects. With the increase of stake of expenses there was a problem of research of new types of division of materials on materials, especially it touched scarce and expensive alloys.

Ключевые слова: дефицитные материалы, электроалмазная обработка, методика

Заготовительные операции по разделению всех видов материалов включают ручное и машинное разрезание на оборудовании различного назначения. Для этого используются как традиционные способы (прессы, металлорежущее оборудование с металлическим и абразивным инструментом и др.) так и новые виды обработки (лазерная резка, электроэрозионное разделение, ультразвуковые процессы). В машиностроении имеется достоверная информация об освоенных методах, их предельных возможностях и недостатках. С увеличением доли затрат на материалы возникала проблема изыскания новых видов разделения материалов, особенно это коснулось дефицитных и дорогих сплавов типа драгоценных металлов, вольфрама, магнитных сплавов, хрупких полупроводников, где выход годных деталей после обработки становился менее половины исходной массы, а дефекты, вносимые в поверхностный слой при разрезке, сохранялись в изделии и снижали его характеристики. В соответствии с определениями национального стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2008 под результативностью понимается степень реализации запланированной деятельности и достижения запланированных результатов, а под эффективностью - связь между достигнутым результатом и использованными ресурсами.

Совмещение различных воздействий на объект обработки позволяет спроектировать комбинированные методы, в частности электроабразивный (электроалмазный). Эти методы применяются для резки при получении заготовок с последующей обработкой, которая в ряде случаев (изготовление деталей приборов, радиотехники, средств управления) нежелательна, т.к. приводит к неоправданным потерям материала, вторичным погрешностям и дефектам, резко повышает стоимость изделий. Установление однозначных связей между свойствами обрабатываемых материалов, сочетанием воздействий комбинированного процесса позволяет создать современное автоматизированное оборудование с управлением механической, химической, эрозионной составляющей в едином процессе, обеспечивающим получение после разделения материалов готовых деталей с погрешно-

стью не выше 30 мкм и с шероховатостью не выше 0,32 мкм. При этом устраняются негативные воздействия на окружающую среду и до 2 раз ускоряется цикл изготовления деталей.

Использование подобных процессов ускоряет создание новых конкурентоспособных изделий, расширяет технологические возможности производства, способствует снижению дефицита и затрат на материалы. Это актуально для современного машиностроения и отвечает мировым требованиям к новой продукции.

Существует несколько схем малоотходного разделения материалов с наложением электрического поля.

1.Электрохимическая обработка с неподвижными электродами. По этой схеме разделяют тонкие листовые материалы, наносят информацию (порядковые номера, шифры изделий и др.), удаляют заусенцы, скругляют острые кромки. Электрод-инструмент не перемещается к обрабатываемой поверхности — межэлектродный зазор по мере съема металла с заготовки возрастает, а скорость прокачки электролита снижается. Процесс будет неустановившимся с нестационарным по времени режимом обработки. Это резко усложняет расчеты технологических параметров, регулирование и управление процессом.

Кроме того, процесс разделения не позволяет разрезать детали толщиной более 0,5 мм (при односторонней резке). При этом погрешности обработки возрастают с увеличением толщины заготовки и делают разрезание этим методом круглых заготовок не перспективным.

2. Известен способ разделения материалов струйным методом. Электрод-инструмент состоит из токоподвода, омываемого потоком электролита.

Токоподвод находится внутри корпуса из изоляционного материала. Электролит создает токопроводящий канал между токоподводом и заготовкой. В месте контакта жидкости с обрабатываемой поверхностью материал заготовки растворяется и образуется углубление. По мере увеличения глубины отверстия корпус сближают с заготовкой. Процесс идет достаточно быстро только при высоких напряжениях (до нескольких сотен вольт). Так вырезают контуры деталей сложной формы. Этот метод не пригоден для разделения материалов толщиной более 0,3 мм.

Комбинированные методы обработки направлены на интенсификацию процесса анодного растворения. Скорость съема металла и точность формообразования при электрохимической обработке зависят от того, насколько быстро будет идти реакция перехода материала заготовки в шлам. Скорость анодного растворения ограничивается наличием пленки, пассивирующей поверхность, и толщиной диффузионного слоя, который преодолевают удаляемые продукты обработки.

При электроабразивном шлифовании твердые частицы (абразивные зерна или наполнитель) устраняют пленку, активируя тем самым процесс электрохимической обработки. Размеры абразивных зерен, определяющие межэлектродный зазор, как правило, не превышают десятых долей миллиметра. При таких малых зазорах плотность тока будет значительно больше, чем в случае размерной электрохимической обработки. Резко возрастает скорость съема металла в зоне действия абразивных зерен инструмента. Кроме того, часть припуска удаляется механическим шлифованием. В отличие от обычного шлифования при анодно-абразивной обработке на поверхности заготовки не образуется более прочный наклепанный слой, а производительность шлифования повышается. Следовательно, интенсивность съема металла при анодном растворении возрастает вследствие механического удаления пассивирующей пленки и ускорения процесса выноса продуктов обработки из промежутка, а электрохимическое растворение части ме-

талла, в свою очередь, способствует повышению скорости механического шлифования.

При электро-абразивном полировании припуск удаляется либо анодным растворением металла и съемом абразивным зерном, либо только растворением. В первом случае инструмент содержит связанный или свободный абразивный порошок, во втором — в качестве инструмента используют деревянные или пластмассовые бруски, расположенные между металлическими электродами-инструментами.

Сравнивая технологические показатели различных способов, можно определить возможности наиболее эффективного их использования в машиностроении.

Электроэрозионная обработка в электроискровом режиме происходит при относительно малой энергии импульсов. Объем металла, удаленный за каждый импульс, невелик, а глубина лунки незначительна. Такой режим позволяет получить поверхности с высокой точностью и малой шероховатостью при невысокой производительности. Кроме того, процесс весьма энергоемок.

С учетом сказанного обработка в электроискровом режиме эффективна для изготовления прецизионных деталей небольших габаритов. Эффективность еще более повышается, если материал детали трудно поддается традиционными методам механической обработки или если обрабатываемая поверхность имеет сложную форму. Такие детали характерны для приборостроения, точного машиностроения, инструментального производства.

Обработка в электроимпульсном режиме характеризуется большей энергией разряда - высота неровностей здесь больше. Учитывая малый износ электрода-инструмента и удовлетворительную энергоемкость, не превышающую аналогичного показателя для фрезерования, обработку на электроимпульсном режиме можно рекомендовать для замены фрезерования крупных полостей сложной формы, углублений, каналов, где механической обработкой не удается достичь высокой производительности или где затруднен доступ инструмента в зону резания. Такие изделия применяются во многих отраслях индустрии, в частности в энергетическом и транспортном машиностроении, в двигателестроении, радиотехнической промышленности.

Электроконтактное разрезание в жидкости позволяет получить производительность процесса до 400 ... 450 мм3/с, что значительно выше, чем при механическом разрезании заготовок. Однако чистота поверхности и точность обработки здесь невысоки. Способ экономичен - расход электроэнергии в 6 ... 10 раз ниже, чем при обработке на электроискровом режиме. Значителен износ электрода-инструмента и неудобна в эксплуатации рабочая жидкость, которая разбрызгивается. Это вызывает загрязнения станков, деталей, одежды работающих и требует особых конструкций накладных ванн.

Электроконтактное разрезание в жидкости используется в качестве заготовительной операции при получении заготовок из труднообрабатываемых токопроводящих материалов.

Размерная электрохимическая обработка значительно расширяет технологические возможности изготовления деталей. Благодаря ей можно получать формы поверхностей, создание которых другими способами или невозможно, или невыгодно.

Применяемые методы разделения металлов позволяют, в основном, выполнять заготовительные операции, где не требуется высокая точность и качество поверхностного слоя, которые обеспечиваются на последующих этапах обработ-

ки, требующих значительных припусков на процесс, имеющих высокую трудоемкость и удельную энергоемкость.

Разделение армированным диском повышает на порядок и выше потери материала и не обеспечивает стабильных показателей по точности реза, что вызывает необходимость в чистовых операциях.

Анализ известных процессов и оборудования показывает, что можно достичь высокой точности деталей при разделении за счет установления закономерностей процесса при переменных условиях обработки, созданием автоматизированных систем управления процессом с адаптацией параметров, в частности подачи инструмента – диска, управления его состоянием при разрезке, контролем и корректировкой положения режущей части в пазе.

Вторым эффективным направлением исследований по снижению потерь дефицитных материалов является использование оснастки с удержанием деталей до окончания калибровки боковых поверхностей паза.

Раскрыты перспективы использования результатов работы в других отраслях, применяющих драгоценные и дефицитные материалы (медицинская техника, стоматология, средства управления аппаратами, электрические разъемы и др.), где экономия от устранения потерь металлов может составить значительную сумму.

Литература

1. Электрофизические и электрохимические методы, обработки материалов/ Б.А. Артамонов, Ю.С. Волков, В.И. Дрожалова и др. Т.1,2 Обработка материалов с применением инструмента/ Под ред. В.П. Смоленцева. - М.: Высш шк., 1983, 320 с.

2. Хафизов И.И. Интенсификация комбинированного процесса электроалмазной обработки металлов и сплавов и повышение качества обрабатываемости поверхности металлов// Технологическое обеспечение качества машин и приборов: сборник статей III Международной научно-практической конференции. Пенза: 2006- С. 64-66.

3. Хафизов И.И. Садыков З.Б. Закирова А.Р. Разработка новых технологических режимов комбинированной обработки различных видов материалов. Современные технологии и материалы – ключевое звено в возрождении отечественного авиастроения: Материалы Международной научно-практической конференции. Т.2. Казань, 10-11 августа 2010 года. – Казань: Изд-во «Вертолет», 2010. – С.228-233.

4. Хафизов И.И. Автореф. дисс. канд. техн. наук. Изд-во ГОУ ВПО ВГТУ, 2007, 18 с.

5. Смоленцев В.П. Сухоруков Н.В. Физические основы и технологическое применение электроконтактного процесса. Воронеж РИА 1998,148с.

6. Общетехнический справочник. Москва Машиностроение1982, 496с.

7. Экономически выгодные процессы разделения материалов электрохимической и комбинированной обработки. Materialy VIII mezinarodni vědecko - prakticka conference «Dny vědy - 2012». - Dil 93. Technicke vědy: Praha.Publishing House «Education and Science» s.r.o - 80 stran. S 29-3127 březen - 05 dubna 2012 roku

СПОСОБЫ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ОДНОРОДНЫХ СМЕСЕЙ

Мудров А.Г.,
Казанский государственный аграрный университет;
Мудрова А.А., соискатель

Аннотация. Предложены способы приготовления однородных смесей из различных материалов, отличающиеся плотностью и объемным составом. Способы основаны на нестационарных режимах работы, при которых в широких пределах регулируется силовое воздействие на процесс. Способы могут быть реализованы как в существующих устройствах, так и вновь создаваемых для получения композиционных материалов.

Annotation. The ways of preparation of the homogeneous mixtures are offered from the materials with different density of material and by volume structure. These methods are based on the no stationary conditions of the work with the inertia power influence. The methods can be used in different technological processes.

Ключевые слова: однородная смесь, переменная скорость, инерционное воздействие.

Введение. Приготовление однородных смесей посредством перемешивания материалов является одним из распространенных процессов во многих отраслях промышленности, сельскохозяйственном производстве, фармацевтической и других производств.

В промышленности это: порошковая металлургия, образование композитных материалов, производство конструкционных наноматериалов для металлургической промышленности, авиа- и машиностроения; самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) и др.

В сельскохозяйственном производстве: процесс обогащения комбикормов микродобавками и витаминами, протравливание зерна ядохимикатом перед посевом, инкрустация семян сахарной свеклы.

В фармацевтии: приготовление экологически чистых однородных лекарственных препаратов.

Во всех вышеперечисленных случаях в основном процесс образования смесей из компонентов материалов осуществляется в стационарном режиме, т.е. рабочие элементы (лопасти или винты, емкости) вращаются с постоянной угловой скоростью. Перемешивание происходит в зоне воздействия рабочих органов на среду, когда присутствует различие скоростей потоков компонентов и рабочих органов.

Процесс смесеобразования активно происходит в пусковой и какое-то время в послепусковой периоды, затем скорости потоков материалов и рабочих органов выравниваются (происходит ламинарное движение) и процесс смесеобразования значительно снижается, становится малоэффективным, энергозатратным, длительным во времени и с низким качеством (однородности) смеси.

Кроме того, образование однородной смеси затруднено, если необходимо образовать смесь из компонентов малого объема (массы) в значительно большем объеме (массе), например, 2 кг микродобавок в одной тонне комбикормов.

Трудно образовать однородную смесь, состоящую из компонентов с разными физико-механическими свойствами.

Главная часть. Для устранения указанных недостатков существующих способов приготовления смесей нами разработаны способы, существенно отличающиеся и по принципу действия, и по конечному результату [1-8]. Предложенные способы можно успешно реализовывать как в существующих устройствах, так и во вновь создаваемых новых устройствах.

Способы образования однородных смесей подразделяются на пять видов: с внутренним, внешним, комбинированным, импульсным и пространственным воздействием на перемешиваемый материал.

В первой группе способов исполнительный орган (лопасти в аппаратах с мешалкой или емкости в смесителях) вращают с внутрицикловой переменной угловой скоростью на одном обороте ведущего звена, имеется четыре типа изменения угловой скорости.

Изменение угловой скорости за оборот выражается через коэффициент неравномерности или степень неравномерности движения, определяемое выражением

$$\delta = (\omega_{max} - \omega_{min}) / \omega_{cp} ,$$

где $\omega_{max}, \omega_{min}$-максимальное и минимальное значение угловой скорости, $\omega_{cp} = 0.5(\omega_{max} + \omega_{min})$.- среднее значение угловой скорости.

По степени неравномерности можно судить о величине изменения переменной скорости, величине инерционного усилия, по этому показателю проектируют и преобразующий передаточный механизм.

Во втором и третьем способах этой группы изменение угловой скорости происходит с амплитудой, равной средней за оборот угловой скорости, и амплитудой равной 0.1-0.9 средней за оборот скорости.

В указанных способах изменение угловой скорости происходит на одном обороте ведущего и ведомого звеньев по схеме увеличение- уменьшение, т.е. одинарный цикл изменения, следовательно, происходит дополнительно инерционное воздействие на материал в пределах одного оборота.

Следующий, четвертый способ этой группы характеризуется дважды изменяющейся скоростью на одном обороте ведущего звена. Так же как и в предыдущих случаях, здесь можно регулировать характер изменения угловой скорости в широких пределах, так же определяется и степень неравномерности вращения.

Вторую группу способов перемешивания составляют внешнецикловые, т.е. изменение угловой скорости происходит не внутри (в пределах) одного оборота, а нескольких оборотов, здесь различие угловых скоростей исполнительного органа и перемешиваемой среды достигается внешним изменением скорости.

Сущность одного из внешнецикловых способов перемешивания заключается в том, что между обрабатываемой средой и исполнительным рабочим органом создают относительное движение посредством вращения одного из элементов системы рабочая среда- рабочий орган с периодическим увеличением и уменьшением угловой скорости (частоты вращения). При этом увеличение угловой скорости осуществляют до момента совпадения угловых скоростей рабочего органа и среды, а время уменьшения скорости выбирают меньше времени ее увеличения.

Другие три способа этой группы отличаются характером изменения частоты до критической, выше критической, двукратным изменением угловой скорости, разными соотношениями времени увеличения и замедления и количеством циклов.

Суть комбинированных способов перемешивания заключается в том, что объединяют внутрицикловой и внешнецикловой способы, осуществляя их одно-

временно. Варианты объединения двух групп способов могут быть самые разнообразные, можно объединить, например первый способ внутрициклового с первым способом внешнециклового, вторым, третьим или четвертым или наоборот, можно получить 16 комбинированных способов, существенно отличающихся по характеру изменения угловой скорости.

При комбинированных способах одновременно действуют инерционные и силовые импульсы от внутрицикловых и внешнецикловых изменений скоростей, вовлекая в интенсивное движение всю массу компонентов и интенсифицируя тем самым процесс перемешивания.

Импульсные способы перемешивания характеризуются тем, что смешение материалов осуществляется импульсным воздействием, например, посредством микровзрыва, в результате чего весь материал в долю секунды приводится в объемное активное движение и смешивается.

При пространственном способе перемешиваемые компоненты приводятся в сложное пространственное (объемное) движение с одновременным воздействием регулируемого инерционного силового поля, чем достигается наивысшая степень интенсификации и качества процесса.

Для реализации способов предложено и разработано четыре направления проектирования и совершенствования аппаратов с мешалкой: ***первое*** – рабочие органы совершают только вращательное движение с переменной угловой скоростью; ***второе*** - рабочие органы совершают сложное пространственное неравномерное движение: планетарное, вращательное с качательным, вращательное с возвратно-поступательно-качательным; ***третье*** – рабочие органы выполнены в виде трех, четырех и пяти составных подвижных звеньев, имеющих разные законы движения; ***четвертое*** –с двумя и более рабочими валами с разным расположением в резервуаре и характером движения. Создано девять новых классификационных групп аппаратов с мешалкой с множеством вариантов исполнения в каждой группе и шестью ступенями интенсификации перемешивания (8 изобретений).

Кроме этого, разработано семь новых классификационных групп пространственных смесителей (35 конструкций признаны изобретениями): с консольно закрепленной емкостью, консольные многоемкостные, пространственные инерционные, с вертикально расположенной емкостью, пространственные инерционные двухемкостные, комбинированные, смесители с непрерывным процессом работы.

Предложенные способы и новые пространственные устройства для реализации способов использованы в производственных технологических процессах:

- в процессе обогащения комбикорма микродобавками и витаминами на птицефабриках РТ однородность готовой смеси составила 0,97-0,98 % , при этом яйценоскость птиц увеличилась на 8…10%, привес мяса на 5…7 %, падеж птиц уменьшился на 7…9 %;

- в процессе приготовления комбикорма в пространственных смесителях с непрерывным режимом работы степень неоднородности готовой смеси обеспечивается в пределах 0,3…1,2 %, сыпучих с техническим жиром 3…5 %;

- в процессе перемешивания с растворением полиметилметакрилата в метиленхлориде в производственном объединении «Тасма» сокращается время растворения на 55…65 %;

- производственными исследованиями установлено, что при перемешивании трудносмешиваемых медицинских препаратов в пространственных смесителях однородность смеси достигается за 1 мин против 45 мин в биконическом смесителе, используемом в объединении Казань ХФО;

- пространственные смесители эффективны и при приготовлении красок и эмалей. Так, при измельчении эпоксидной смолы, наполненной двуокисью титана и мелом после 15 мин работы размер частиц составил 4 мкм;

- разработана конструкторская документация на два пространственных смесителя и передана Донецкому физико-техническому институту АН Украины для процесса «Самораспространяющегося высокотемпературного синтеза» (СВС);

- разработана конструкторская документация на два пространственных смесителя и передана Институту структурной макрокинетики Академии наук СССР Черноголовки;

- энергозатраты пространственных смесителей в 3…6 раз меньше таковых известных смесителей (равных по производительности);

- КПД пространственных смесителей составляет: инерционных 0,97…0,98, комбинированных и консольных 0,95…0,96, что показывает их совершенство в части передачи энергии от источника привода к рабочим органам.

Выводы. Предложено несколько новых способов приготовления однородных смесей, как жидких, так и сыпучих с разными физико-механическими свойствами перемешиваемых компонентов. Способы обеспечивают высокую однородность смеси за значительно меньшее время и с меньшими энергозатратами.

Для реализации способов предложены новые пространственные устройств, содержащие только вращательные шарниры, конструкции которых защищены более 50 изобретениями.

Способы реализуются как в известных устройствах с помощью пространственных механизмов, так и в новых пространственных мешалках и смесителях.

Литература

1 А.с.№ 1668343 (СССР). Способ перемешивания материалов / П.Г. Мудров, А.Г. Мудров. Опубл. БИ №29, 07.08.91.

2 А.с. № 1292832 (СССР). Способ механической обработки материалов/ П.Г.Мудров, А.Г.Мудров. Опубл. БИ № 18,15.05.87.

3 А.с. № 1590144 (СССР). Способ обработки изделий / П.Г.Мудров, А.Г.Мудров. Опубл. БИ №33,07.09.90.

4 А.с. № 1706840 (СССР). Способ обработки поверхностей деталей / П.Г.Мудров, А.Г.Мудров. Опубл. БИ №3, 23.01.92.

5 А.с. №950216 (СССР). Способ протравливания и устройство для осуществления способа / П.Г.Мудров, А.Г.Мудров. Опубл. БИ №29,23.10.82.

6 А.с. № 1655353 (СССР). Способ протравливания зерна / П.Г.Мудров, А.Г.Мудров. Опубл. БИ №22, 15.06.91.

7 А.с. № 1658859 (СССР). Способ протравливания семян и устройство для его осуществления / П.Г.Мудров, А.Г.Мудров. Опубл. БИ №24, 30.06.91.

8 А.с. № 898228 (СССР). Способ сушки сыпучих материалов / П.Г.Мудров, А.Г.Мудров. Опубл. БИ №2, 15.01.82.

СОЗДАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ С НАНОКОМПОЗИТНЫМИ, НАНОМУЛЬТИСЛОИНЫМИ И НАНОГРАДИЕНТНЫМИ ИЗНОСОСТОЙКИМИ ПОКРЫТИЯМИ

Хисамутдинов Р.М.,
Технологический центр ОАО «КАМАЗ»,
Хисамутдинов М.Р.,
Казанский (Приволжский) федеральный университет

Аннотация. В работе описывается решение проблемы по созданию сети автоматизированных производств по нанесению упрочняющих нанопокрытий для повышения эффективности применения режущего инструмента.

Annotation. The paper describes the solution to create a network of automated facilities for applying nano-reinforcement to improve the application of cutting tools.

Ключевые слова: инструмент, нанопокрытия, экономическая эффективность.

В РФ в настоящее время не существует производства СМП современных конструкций, осевого инструмента и стержней для их изготовления, специальных изделий с нанокомпозитными, наномультислойными и наноградрадиентными износостойкими, в том числе комбинированными (CVD - PVD), покрытиями, т.к. существующие ручные технологии на базе установок типа «Пуск», «Булат» и др. не получили развития и не обеспечивают сегодня потребности промышленности. Решение этой проблемына базе автоматизированных современных установок обеспечит технологическую безопасность ключевых отраслей металлообработки (оборонного и аэрокосмического комплексов, автомобильной, тракторной, металлургической и других металлообрабатывающих отраслей промышленности) от импорта инструмента. Серийно выпускаемая в России продукция не отвечает современным требованиям, что ведет к потерям стойкости инструмента или производительности металлообработки в 3-5 раз. Импортные продукты минимум на 25-30% дороже изделий, которые будут производиться в рамках данного Проекта. Плановая рентабельность продукции Проекта при этом оценивается на уровне 40-100% при текущем уровне цен на сырьё и прочих затрат.

Формирование национальной сети автоматизированных центров по восстановлению изношенного осевого инструмента для повторного использования позволит поддерживать постоянный поток заказов не только на новые изделия, но и на восстановление нанопокрытийинструмента на действующих металлообрабатывающих предприятиях.

Необходимость реализации настоящего проекта диктуется существенным отставанием РФ в этой области от развитых экономик мира. Ведущие производители инструмента находятся в собственности иностранных компаний, которые ограничили технологические возможности и производственные мощности поэтому импорт высокотехнологичного режущего инструмента в РФ превысил 50%. Значительную долю в структуре потребления инструмента составляет напайной инструмент, доля которого составляет не менее 45%. тогда как в странах ЕЭС она не превышает 5%. В этой части, Россия имеет большие резервы для значительно-

го расширения использования СМП, и как следствие, повышения производительности труда.

Основной научно-технической целью проекта является организация автоматизированного промышленного производства с полным технологическим циклом на базе автоматизированных процессов, позволяющих производить соответствующий мировому уровню инструмент, с нанокомпозитными, наномультислойными и наноградиентными износостойкими покрытиями, не уступающий по качеству лучшим мировым образцам металлорежущего инструмента.

Проект предполагает создание национальной сети автоматизированного восстановления инструмента, предусматривающей строительство в регионах с развитой металлообрабатывающей промышленностью центров, обеспечивающих многократное восстановление их режущей способности за счет переточки и повторного нанесения износостойких покрытий (осевой инструмент - концевые фрезы, сверла, развертки, зубообрабатывающий инструмент - червячные фрезы, долбяки, инструмент для безстружковой обработки).

Технико-экономические результаты Проекта складываются из двух частей: из результатов эксплуатации продукции у потребителей и из результатов деятельности производства, создаваемого в рамках Проекта. Для потребителей продукции экономия только за счет цен на продукцию (даже при равной стойкости по сравнению с импортным инструментом) составит около 30%.Рост стойкости по сравнению с продукцией отечественных производителей ожидается до 3,0- 5,0 раз. Это позволит интенсифицировать режимы резания и создать условия для роста производительности труда и эффективного использования современного металлорежущего оборудования используемого при техническом перевооружении и реконструкции предприятий. Суммарный экономический эффект у потребителей составит до 1'500 млн. рублей в год. Помимо прочего, высокая рентабельность продукции от 40 до 100 % к себестоимости, при реализации Проекта должна позволить получить на проектируемом предприятии балансовую прибыль не менее 1'100 млн. рублей в год, что обеспечит минимальный срок окупаемости с момента начала финансирования.

Основным конкурентным преимуществом проектируемого предприятия по сравнению с зарубежными производителями являются существенно более низкие издержки производства. Причинами низких издержек являются значительное различие в уровне оплаты труда - в 2 раза ниже чем в Германии (Кеннаметал Инк.), в 1,8 раза ниже чем в Швеции (Сандвик АБ), стоимости энергоресурсов - соответственно в 2,5 и 2 раза. Существенным фактором при реализации продукции в РФ является наличие таможенной пошлины на импортный инструмент, составляющей в настоящее время 5% от стоимости.

Статья затрат	Проектируемое предприятия	Аналог (Kennametal, Германия)	Аналог (Sandvik, Швеция)
Сырье и материалы	72%	72%	72%
Энергоносители	1%	2,5%	2%
Заработная плата	27%	54%	49%
Итого себестоимость	100%	129%	123%
Таможенная пошлина	0	6%	6%
ИТОГО	100%	135%	129%

Рис. 1.Сравнительный анализ проектируемого предприятия по сравнению с аналогами.

Совокупность данных по рентабельности продукции и данных о более низких затратах по электроэнергии и оплате труда при наличии таможенной пошлины на импортный инструмент позволяет утверждать: снижение отпускных цен на 30% по сравнению с импортными аналогами не только возможно, но и позволяет сохранить высокий уровень рентабельности российского инструмента.

Уровень оплаты труда в Российской Федерации остается гораздо более низким по сравнению с европейскими странами. При этом возможные конкуренты проектируемого предприятия находятся в странах с одним их самых высоких уровней зарплат в Европе. Уровень стоимости энергоресурсов также один из самых низких по сравнению с европейскими странами.

Продукция проекта базируется на полной номенклатуре марок сплавов (след, слайд) и включает: сменные многогранные пластины (СМП) для точения, фрезерования и других видов металлообработки с износостойкими покрытиями (базовая часть производственной программы). За счет комбинирования свойств сплавов основы и нанокомпозитных, наномультислойных и наноградрадиентных износостойких, том числе комбинированных (CVD - PVD) покрытий достигаются исключительно высокие эксплуатационные свойства позволяющие конкурировать с продукцией лидеров мирового рынка, в т.ч. осевой инструмент (концевые и фасонные фрезы, сверла и др.) монолитные расточные резцы и резцовые вставкииз композиций с субмикронной структурой. Такие сплавы наиболее эффективны при обработке сплавов алюминия (авиация) без применения СОЖ. Они являются основными для изготовления осевого инструмента и стержней. Основная часть продукции также имеет нанокомпозитные, наномультислойные и наноградиентные износостойкие покрытия. Свое место занимают сплавы со специальными добавками, существенно повышающими эксплуатационные свойства пластин. Основные области применения этих сплавов - обработка резанием жаропрочных суперсплавов, титана и его сплавов, суперфинишная обработка чугуна, алюминия и его сплавов.

Операция производится в автоматизированных установках с целью увеличения эксплуатационной стойкости сменных многогранных пластин (СМП) и другого режущего инструмента.

На поверхность шлифованных СМП в реакторе наносят износостойкое покрытие из карбида, нитрида, карбонитрида титана и оксида алюминия методом осаждения (CVD или MT CVD). Рабочая температура реактора составляет 800-1050°С. Кроме метода химического газофазного осаждения (CVD) используется физическое осаждение покрытий из паровой фазы (PVD)

В Проекте предполагается, также нанесение комбинированных PVD-CVD покрытий, которые позволяют суммировать положительный эффект разных процессов. Суть комбинирования заключена в органических преимуществах различных типов технологии:

• CVD обеспечивает наилучшее сцепление покрытия с основой за счет диффузионных процессов, однако в результате в пластине создаются растягивающие напряжения снижающие прочность. CVD позволяет обеспечить нанесение достаточно толстых чисто оксидных покрытий (Al2O3) имеющих наивысшую износостойкость;

• покрытия PVD практически не взаимодействуют (химически) с материалом основы и они создают сжимающие напряжения в пластине.

Комбинации двух методов осаждения покрытий позволяют получить максимальные преимущества химических методов по износостойкости и сцепляемости, компенсировав потерю прочности за счет осаждения физических покрытий.

Для придания продукции надлежащего товарного вида и для исключения ошибок при эксплуатации инструмента СМП и другая продукция будет подвергнута автоматизированной лазерной маркировке с упаковкой в индивидуальную тару.

Проект предполагает использование нанотехнологий при автоматизированном нанесении износостойких покрытий. Как при осаждении из газовой, так и при осаждении из паровой фазы, при общей толщине покрытия 2 - 20 мкм.возможно осаждение до 100 различных комбинаций. При этом толщина прослоек может колебаться от 10 до 200 нм. Для формирования таких структур по заданной технологами программе изменяется состав и расход реакционных газов, температура процесса, используемый материал катодов и другие параметры. Все эти параметры обеспечиваются автоматически программами управления установками нанесения покрытий реализующими технологические инструкции. Допускаемые отклонения толщины слоев и прослоек не превышают ±10%

Износостойкие покрытия СМП и осевого инструмента Проекта относятся к нанотехнологическим так как они являются:

• наномультислойными - покрытия, в которых толщина отдельных слоев или прослоек не превышает 100 нанометров;

• нанокомпозитными - покрытия из кристаллов твердых тугоплавких соединений (AlTiN, AlCrN) размером до 10 нм.размещенных в матрице из Si3N4 с толщиной прожилок 1-3 нм:

• наноградиентными - покрытия, в составе которых, например, изменения процентного содержания углерода-азота (в покрытиях типа TiCN) или алюминия-титана (в TiAlN) происходят в толщинах порядка десятков нанометров.

Преимущества наномультислойных покрытий

При таком физическом воздействии на покрытие как поперечный изгиб преимущества многослойной конструкции заключается в сохранении структуры материала каждого слоя без критических деформаций (трещин, нарушении геометрии и т.д.)

Наномультислойные покрытия позволяют чередовать слои различных химических соединений: TiN-TiAlN, Al2O3-TiN, Al2O3-TiC, TiCN- Al2O3 и ряда других.

Исследования проведенные на образцах продукции показывают, что при недостаточной толщине (до 4-5 нм) прослоек (фактически мы имеем дело с монослоем) твердость почти в два раза уступает показателем при оптимальной толщине прослоек. С дальнейшим увеличением толщины прослоек показатель падает до величины характеризующей монослой. В рамках проведенных исследований экспериментально показано, что оптимальным значением периодичности нанослоев в покрытии TiN- CrN- AlN является 7 нм. Таким образом, в проекте установлены предельно допустимые размерные характеристики микростроения слоя, вытекающие из физической природы применяемых процессов.

Исследования, проведенные на образцах продукции из сплавов с содержанием кобальта 6% и 10%, демонстрируют существенное увеличение твердости и стойкости (3-5 раз) при использовании нанопокрытий по сравнению с твердыми сплавами без покрытий.

Исследования, проведенные на образцах продукции из сплавов с содержанием кобальта 6% и 10%, демонстрируют более высокие показатели твердости наномультислойных и наноградиентных покрытий по сравнению с монослойным покрытием, а также более низкий коэффициент трения, что существенно улучшает показатели работы инструмента.

Литература

1. Хисамутдинов Р.М., Стратегия оснащения технологических процессов предприятий группы ОАО «КАМАЗ» в современных экономических условиях// - Сборник докладов и тезисов VII Конгресса технологов автомобилестроения 28 февраля 2008г. – Москва, МВЦ «Крокус Экспо». - С.17-26.

2. Хисамутдинов Р.М., Автоматизация поиска решения при проектировании инструмента на основе моделирования процесса обработки и информационно- справочной системы// Кузнечно - штамповое производство обработка материалов давлением. - 2011. - №5. – С.43-48.

3. Хисамутдинов Р.М., Хисамутдинов М.Р., Новые технологии подготовки производства на основе моделей, методов и средств автоматизации процессов создания и эксплуатации инструмента// - Тезисы докладов Международной научно-практической конференции "Образование, наука и производство. Новые технологии как инструмент стратегии развития и модернизации -2020». –Казань, 19 июня 2012г., Казань: Изд-во «МБГПРЕСС», 2012, -с.267-276.

ЦЕЛЬНОЛИТЫЕ ПУСТОТЕЛЫЕ УЗЛЫ И ДЕТАЛИ КОНСТРУКЦИЙ, ЕМКОСТИ И ГАЗОВЫЕ БАЛЛОНЫ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ЛЕГКИХ СПЛАВОВ И В СОЧЕТАНИИ С НАНОКОМПОЗИЦИЯМИ

Булатов Р.И.,
Представительство Российского экологического Центра в РТ

Аннотация. Экономическая выгода применения газа в качестве топлива взамен бензина известна. Применение сжатого газа в виде топлива требует специальных баллонов высокого давления.

На практике применяются стальные баллоны, которые имеют значительный вес, либо углепластиковые баллоны, имеющие также ряд недостатков.

Предлагается организовать массовое производство баллонов из высокопрочных легких сплавов. Применение подобных баллонов возможно также при использовании сжиженных газов, жидкостей. Предложение защищено авторской заявкой на изобретение.

Рассматривается способ литья пустотелых деталей машин, скорлуп в композиции с наноматериалами.

Annotation. The economic benefits of gas as a fuel instead of gasoline known. The use of compressed natural gas as a fuel requires special high pressure cylinders.

In practice, steel cylinders, which have considerable weight, or carbon fiber tanks, which are also some disadvantages.

It is proposed to organize the mass production of bottles of high light alloys. The use of such containers is also possible by using the liquefied gases, liquids. The offer is subject to copyright application for the invention.

The way of hollow casting machine parts, shells in combination with nanomaterials.

Ключевые слова: газ, баллон, легкий, сплав, нанокомпозиция

В настоящее время, как отмечает ряд авторов обзорных публикаций по данному вопросу, в частности, в №44(174).1997. Москва и наука. «Танковая броня народному хозяйству», выпущенной под эгидой Комитета по телекоммуникациям и средствам массовой информации Правительства Москвы и Московского Комитета по науке и технологиям», основным баллоном, используемым в отечественном народном хозяйстве (в промышленности, автотранспорте, быту) является стальной баллон емкостью 50 литров, изготавливаемый в двух вариантах из углеродистой и легированной стали.

В первом случае вес его достигает 90-100 кГ, а во втором – 60 кГ.

Однако, заготовкой используемой во втором варианте, служила труба, импортируемая из-за рубежа, поставка которой в настоящее время полностью прекращена. Таким образом, единственным баллоном, выпускаемым промышленностью, является тяжелый стальной баллон, и именно это обстоятельство (большой вес баллона) является основным сдерживающим фактором решения одной из актуальнейших проблем экономики страны – перевод автотранспорта с нефтяных топлив на газ.

Именно по этим причинам, было обращено внимание на высокопрочные алюминиевые сплавы (с пределом прочности до 45 кГ/мм^2), достаточно хорош ей пластичностью (до 10%) и ударной вязкостью, и что особенно ценно, высокой пространственной однородностью (изотропностью) свойств.

Таким образом, в центр проблем была выдвинута разработка конструкции и технологии производства баллона из высокопрочных легких сплавов, например, системы Al-Zn-Mq.

Применяемая при производстве стальных баллонов технология свободной обкатки с закалкой для алюминия не приемлема из-за специфики термоупрочнения (прочность обретается не сразу с закалкой, а лишь в результате последующего старения).

Группой ученых, в составе которых был и автор настоящего доклада, в инициативном порядке были предложены несколько конструктивных вариантов изготовления баллонов, в частности:

1. Разнотвердый резьбовой самоуплотняющийся.
2. Обкатной, с закладными элементами.
3. Необратимосборный с клиновым замком.
4. Вариант 2 с последующей обмоткой углеводородными волокнами.

Теоретические расчеты подтвердили возможность снижения массы баллона на 30-50% и реальность предложений, а также их готовность к детальной обработке и промышленного пробирования. Так, на основании известных формул расчета объемно нагруженных цилиндрических оболочек получено, что при давлении 200 атм и внутреннем диаметре оболочки 200 мм требуется толщина стенки 12 мм.

В алюминиево-волоконном варианте исполнения баллона с весовой структурой 50/50% к изготовлению принимается труба диам.200/188 толщ.=6мм.

Сравнивая рассмотренный расчетный вариант с серийным стальным, где для нашего случая (диам. 220 мм, давл. = 200 атм.) при изготовлении из углеродистой стали толщина стенки баллона должна быть не меньше, чем ~ 9 мм с учетом соотношения удельных весов стали и алюминия 7,8/2,8=2,8; а соотношения толщин стального и алюминиевого 9мм:12мм=0,75, отсюда 2,8х0,75 = 2,1 тогда в целом можно говорить о 40-50 % весовом выигрыше.

Таким образом, было показано, что определяющим показателем эффективности предлагаемых вариантом конструкции баллонов является их низкая масса, что для автотранспорта сразу переходит в характеристики грузоподъемности и экономичности, и тем самым служит подтверждением отраслевой заинтересованности и, соответственно, безграничной широты рынка сбыта баллонов.

При дальнейшем развитии этого направления нами предлагается принять к изготовлению и применению в серийном производстве цельнолитой баллон из высокопрочных, в том числе и литейных, сплавов, который обладая большей технологичностью в изготовлении, имеет те же самые расчетные показатели, по весовым и прочностным критериям, как и описанные выше конструкции баллонов, что приведет, в конечном счете, к значительному экономическому эффекту при крупносерийном производстве. Технология производства цельнолитых баллонов из легких сплавов такова, что предполагает применение действующего отечественного оборудования, без изменения конструкции литейных машин (рис.1), а также быстрое освоение их массового производства.

При изготовлении комбинированного баллона используется цельнолитой баллон высокого давления с утоньшенными стенками (6 мм) и внешней обмоткой пластиковыми наноматериалами.

В сущности, предлагается новый метод литья пустотелых деталей, конструкционных элементов, корпусов и скорлуп, способ, использование которого дает возможность, как отмечалось выше, проводить работы по

корпусному производству машин и механизмов, выпуску баллонов и емкостей для транспортировки газов и жидкостей.

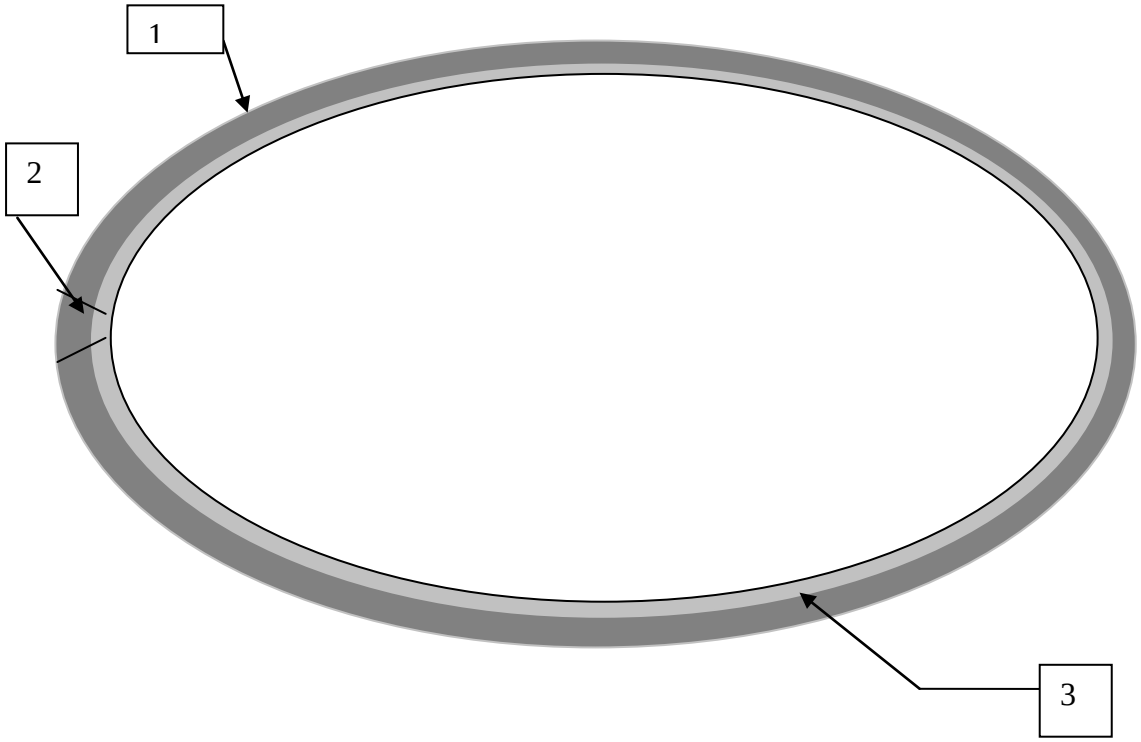


Рис. 1 **Эскиз общего вида газотопливного баллона из легких сплавов**

1 – тело баллона из легкого сплава
2 – горловина баллона (с конусообразной резьбой для установки редуктора)
3 – внутренняя составляющая баллона

О ПРОЕКТЕ «РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЯ ДЛЯ СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА КЛАССА АВТОЖИР НА ОСНОВЕ НАНОМАТЕРИАЛОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО МАКСИМАЛЬНУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ПАССАЖИРОВ И ГРУЗОВ НА МАШИНАХ ПОДОБНОГО ТИПА: «АВТОЖИР-10»

Булатов Р.И.,
Представительство Российского экологического центра в РТ

Аннотация. Цели проекта и проектные возможности. Проект АВТОЖИР – 10 предполагает создание базовой модели автожира для пассажирских и грузовых перевозок, применения в лесном и сельском хозяйстве, системе МВД, МЧС, МО, в газо - и нефтедобывающей отрасли, а также для использования малыми частными компаниями и индивидуальными владельцами авиатехники. Автожир выполняется в следующих модификациях: грузовой, грузопассажирский, пассажирский, специальный, по индивидуальному заказу.

Главной целью создания и эксплуатации воздушно - транспортного средства системы автожир является обеспечение максимальной безопасности полетов на данном типе летательных аппаратов в сочетании с высокими летными качествами, крейсерской скоростью, надежностью и экономичностью в эксплуатации. Все эти параметры аппарата достигаются за счет применения двух винтов: горизонтально расположенного, несущий (по типу вертолетного), и курсового, тянущий/толкающий (по типу самолетного), что позволяет обеспечить высокие скорости передвижения в сочетании с экономией топлива, а также высочайшую степень безопасности, при отказе двигателей, за счет авторотации горизонтального винта при аварийном приземлении.

Annotation. Gyro design - 10 base model involves the creation of a gyroplane for both passenger and freight traffic, the use of forestry and agriculture, the Ministry of Interior, Ministry of Emergency Situations, Ministry of Defense, in the gas and oil industry, as well as for use by small private companies and individual owners of aircraft. Gyroplane is performed in the following versions: cargo, cargo, passenger, special, custom-made. The main purpose of the establishment and operation of an air vehicle system gyro is providing maximum safety on this type of aircraft, coupled with high performance characteristics, the cruising speed, reliability and economy of operation. All of these settings for the machine is achieved by using two screws: a horizontal bearing (like a helicopter), and course, pulling / pushing (like aircraft), which provides a high rate of movement, combined with fuel economy, as well as the highest level of security when engine failure due to a horizontal propeller windmilling at emergency landing.

Ключевые слова: полет, безопасность, автожир, нанотехнологии, газ.

Одной из основных целей создания новой «концептуальной базы» является значительное, - до нескольких раз, - уменьшение себестоимости, что, в свою очередь, должно дать возможность успешного выхода на рынок, вследствие предполагаемой высокой конкурентоспособности по цене.

В задачи проекта входит преодоление непрерывного или скачкообразного роста цен на энергоносители, что позволяет осуществлять это благодаря низкой себестоимости, как самого аппарата, так и меньшим амортизационным затратам при его эксплуатации.

Такой вариант возможен при использовании комплекса экономических и технических идей и технологических приемов, предполагающих применение как традиционных, испытанных, материалов и технологий, так и современных, в том числе и экологичных материалов из вторичных ресурсов и передовых наноматериалов и нанотехнологий.

Сверхзадача, поставленная авторами, - это инициация инновационного проекта являющегося локомотивом для применения целого комплекса нанотехнологий и наноматериалов в конструкции автожира, двигателя, топливно - энергетической системе, что явится своеобразным толчком для развития наноиндустрии в целом, размещения заказов на отечественных предприятиях.

Мировой опыт постановки таких задач показывает их плодотворное влияние на появление и развитие новых идей и технологий и результативность, в конечном итоге, программ подобного типа.

В проекте также отражены основные технические решения конструкции, механизма передачи двигательной энергии, применения альтернативных экологичных видов топлива (природного газа, биогаза, водорода, спирта), экономические рычаги оптимизации затрат при реализации проекта.

Нелишне отметить, что подобного типа автожиры органично вписываются в концепцию экологизации экономики, социально - экономические программы по минимизации затрат и получение быстрой отдачи вложенных средств, поднятию экономики малого и среднего предпринимательства. Вышеизложенные соображения позволяют структурам, реализующим проект рассчитывать на значительные финансово - экономические льготы.

Приведем некоторые цифры по рыночным ценам на модели 2-х местных автожиров из Германии. Например, подержанные аппараты немецкого производства продаются в Российской Федерации от 29000 евро до 55000 евро.

Специально следует отметить, что в Республике Татарстан имеется обширная база, в виде авиапредприятий и опыт КБ, для реализации проектов подобного типа.

Рынки, как передовых, так и развивающихся стран, готовы к принятию летательных аппаратов подобного класса и цены. Проект готов к представлению по линии НИОКР (стартап), рассматривался на конкурсе в Инвестиционно-венчурном фонде Республики Татарстан.

Описание проекта.

Приведем главные аргументы в пользу производства летательного аппарата этого класса и технические решения основных задач:

- облегченная несущая часть конструкции (дерево, легкие металлы, наноматериалы, комбинированная конструкция и т.п.) автожира;
- облегченная обшивка корпуса (дерево, экологичные материалы на основе идей использования вторичных материалов, наноматериалы, комбинированные материалы и т.п.);
- *детали узлов аппарата комбинации из наноматериалов;*
- *небольшие размеры летательного аппарата**;***
- высокая максимальная крейсерская скорость полета, которая достигается за счет применения курсового винта вкупе с размерами аппарата;
- использование альтернативных видов топлива (природный газ, биогаз, спирт, водород и т.п.);
- применение авангардной топливно-энергетической системы аппара-

та;

- отсутствие усложненной системы управления и передачи энергии двигателей;
- возможность зависания по вертолетному, благодаря использованию горизонтального вертолетного винта;
- возможности вертикального взлета - посадки;
- высокая способность к ремонту в обычных условиях на практически слабо подготовленной ремонтной базе;
- простота и удобство в эксплуатации;
- малое количество деталей и узлов требующих запчастей для замены, что значительно уменьшает амортизационные расходы;
- применение клеевых соединений;
- возможность собственного производства некоторых заменяемых деталей и узлов, поврежденных во время эксплуатации аппарата;
- сокращение применения смазочных материалов.

Экологические стороны инновационного проекта АВТОЖИР – 10.

Экологические параметры аппарата, как следствие соображений из предыдущих пунктов, позволяют нам выпукло показать эту сторону предлагаемого проекта.

Во-первых - это возможность применения деловой древесины, легких сплавов, комбинированных материалов в части корпусных деталей;

Во-вторых – использование альтернативных бензину источников топлива, - природного газа, биогаза, дизтоплива, водорода и, как следствие сокращение вредных выбросов в атмосферу;

В-третьих – внедрение в производство деталей отходов производства, вторичных материалов, бытовых коммунальных отходов;

В-четвертых – проведение экспериментов по установке различных типов движителей;

В-пятых – применение прогрессивных наноматериалов и нанотехнологий при производстве, позволяющих иметь детали конструкций с заданными свойствами.

Ориентирование производителей на уровень рыночной цены за автожир до 1 000 000 рублей (до ~ 33 тыс. долларов США), с точки зрения авторов, оправдано, и дает резерв как для ее уменьшения (применяя альтернативные металлу наноматериалы, в том числе и из вторичных ресурсов и т.д.) так и для ее стабилизации на определенном уровне, при росте цен по рынку в целом.

Известен мировой опыт последних лет по созданию малых авиасудов и супермалых летательных аппаратов для перевозки пассажиров (2-3 человека) и грузов (до 150 кГ).

Также в проекте предусмотрено применение, для заправки сжатым газом, газотопливных баллонов высокого давления из легких сплавов, взамен традиционных стальных, которые имеют высокие весовые параметры, либо использование углепластиковых баллонов, применяемых в основном в дальнем зарубежье. Однако, углепластиковые баллоны, в свою очередь, имеют ограниченный цикл применения и требуют постоянных проверочных испытаний и частой замены, что снижает рентабельность эксплуатации автомобиля на газовом топливе.

Особо следует отметить, что значительные льготы могут быть представлены при финансировании проекта. Так, например, при кредитовании проектов эколо-

гической направленности и проектов, направленных на решение социально-экономических проблем, предусматривается значительное снижение кредитной ставки. Также может быть рассмотрен вариант финансирования проекта по вексельной схеме, путем мобилизации средств населения, что лишний раз продемонстрирует гражданскому населению страны, мировому сообществу, что идея создания массового летательного аппарата, повышенной безопасности, который будет реализовываться населению по доступной цене, в том числе для малого предпринимательства в области перевозки грузов и пассажиров, в качестве воздушного такси на местных авиалиниях, вследствие конкурентоспособности по цене с автомобильным транспортом.

В силу всего вышесказанного, одним из перспективных видов коммерческого использования таких машин, является воздушное такси на местных авиалиниях Субъектов Российской Федерации, в труднодоступных местностях, районах крайнего севера, медицине, и составить конкуренцию зарубежной вертолетной технике, в силу конкурентоспособной цены и высокой безопасности полетов;

Продажа на мировом рынке, в развивающихся странах, в силу всех вышеназванных аргументов. В итоге необходимо привести интересные цифры по рыночным ценам на некоторые модели 2-х местных автожиров из Германии, например, подержанные аппараты немецкого производства продаются в Российской Федерации от 29000 евро до 55000 евро.

Ниже, на рисунках 1,2,3 представлены некоторые перспективные варианты автожиров, которые пытаются запустить в серийное производство за пределами России.

Рис.1 Скоростной автожир Гроен Брозерс Авиэйшн

Рис. 2 «Гелиплейн»

Рис.3 Скоростной вертолет Сикорский, Х2

ФИНИШНАЯ НАНОСТРУКТУРИРУЮЩАЯ ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ПРЕЦИЗИОННЫХ ДЕТАЛЕЙ НА ТОКАРНО-ФРЕЗЕРНЫХ ЦЕНТРАХ

Кузнецов В.П., Горгоц В.Г.,
Курганский государственный университет, г. Курган

Аннотация. В работе рассматриваются результаты исследований износостойкости и усталостной прочности прецизионных деталей из конструкционных сталей, обработанных с применением финишной технологии наноструктурирующего выглаживания на токарно-фрезерных центрах

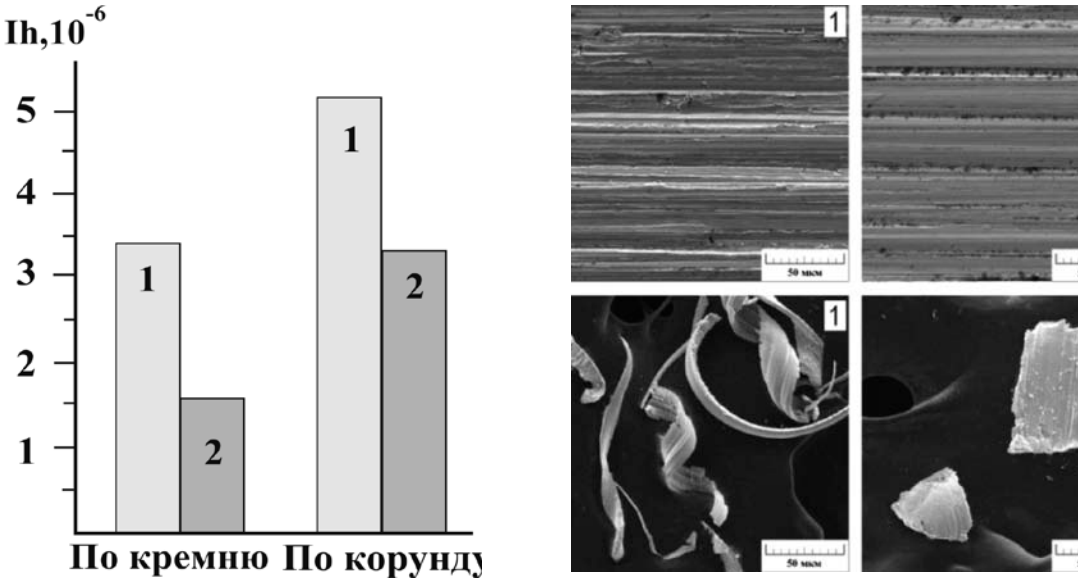
Annotation. This study considers results of research of wear resistance properties and fatigue strength of precision parts from constructional steel processed with the use of superfinishing technology of nanostructuring burnishing on the lathe and milling machining centers

Ключевые слова: наноструктурирующее выглаживание, износостойкость, усталостная прочность

Важнейшие эксплуатационные свойства конструкционных сталей могут быть существенно улучшены за счет формирования в поверхностных слоях субмикро- и нанокристаллических структур. Перспективной финишной технологией формирования высококачественных поверхностных слоев с нанокристаллической структурой в условиях серийного и массового производства прецизионных деталей является наноструктурирующее выглаживание, реализуемое на токарно-фрезерных центрах многократным фрикционно-силовым нагружением специальным инструментом [1,2].

В работе приведены результаты исследований износостойкости и усталостной прочности сталей 20Х и 20Х13 после наноструктурирующего выглаживания. В отличие от традиционного упрочнения наноструктурирующее выглаживание формирует тонкий поверхностный слой, обладающий повышенными прочностными и пластическими свойствами [3]. Трибологические испытания показали, что обработка поверхностного слоя цементованной термоупрочненной стали 20Х (HRC55) наноструктурирующим выглаживанием снижает интенсивность изнашивания по сравнению с обработкой электрополированием в 2 раза при испытании по кремню и в 1,5 раза – по корунду (рисунок 1а).

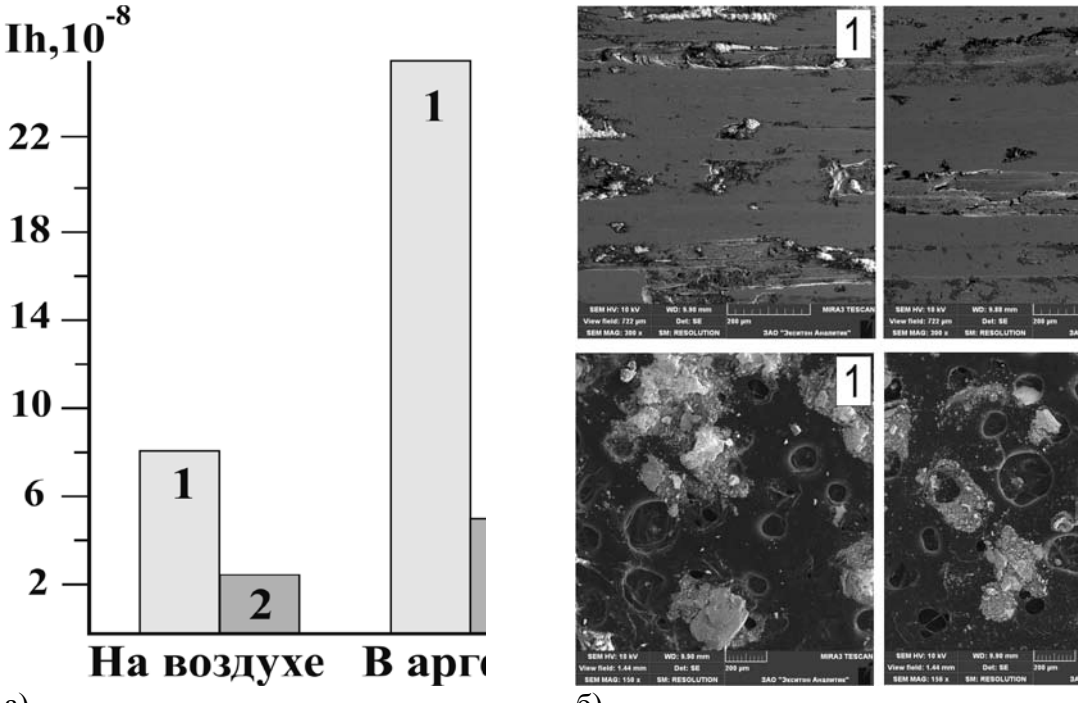
Повышенный уровень интенсивности изнашивания при испытаниях по корунду обусловлен высокой твердостью абразива (~20 ГПа), что обеспечивает реализацию механизма микрорезания в процессе износа наноструктурированного поверхностного слоя (твердость ~12 ГПа). При испытаниях по более мягкому абразиву кремню твердостью ~10 ГПа установлено, что изнашивание поверхностного слоя после электрополирования осуществляется по механизму микрорезания, в то время как изнашивание наноструктурированного поверхностного слоя осуществляется по механизму пластического оттеснения (рисунок 1б), что обеспечивает менее интенсивное разрушение материала поверхностного слоя по сравнению с микрорезанием.



а) б)

Рисунок 1. Интенсивность изнашивания Ih стали 20Х при испытаниях по закрепленному абразиву (а), поверхности и продукты износа при испытаниях по кремню (б): 1 – после электрополирования; 2 – после наноструктурирующего выглаживания

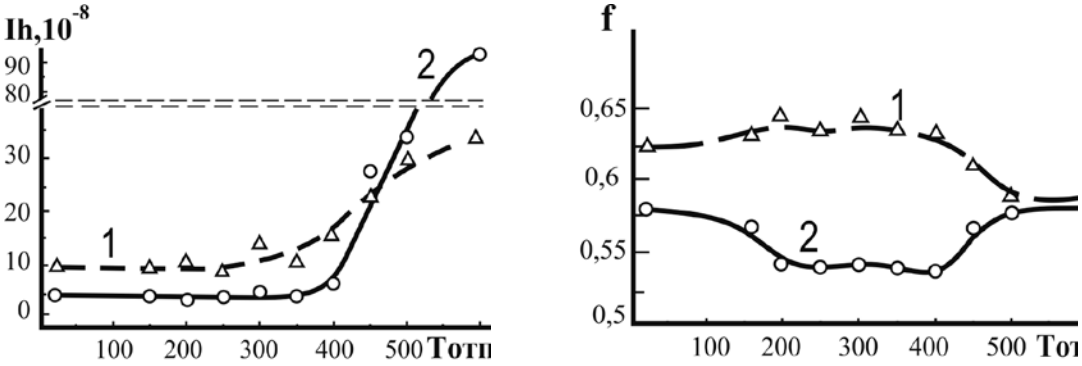
При испытании по пластине из стали 45 твердостью 50 HRC установлено снижение интенсивности изнашивания наноструктурированного поверхностного слоя цементованной термупрочненной стали 20Х в 3,4 и 4,5 раза соответственно в воздушной и безокислительной среде (рисунок 2а).



а) б)

Рисунок 2. Интенсивность изнашивания Ih стали 20Х при испытаниях по пластине из стали 45 (а), поверхности и продукты износа при испытаниях в безокислительной среде (б): 1 – после электрополирования; 2 – после наноструктурирующего выглаживания

Согласно данным, полученным в условиях трения скольжения по пластине из стали 45, интенсивность изнашивания наноструктурированного поверхностного слоя сохраняется на минимальном уровне до температуры отпуска 400°С (рисунок 3а), что хорошо согласуется с данными о влиянии температуры отпуска на микротвердость поверхностного слоя [3]. Таким образом, теплостойкость низколегированной стали 20Х после наноструктурирующего выглаживания увеличивается до уровня теплостойкости высоколегированных сталей.

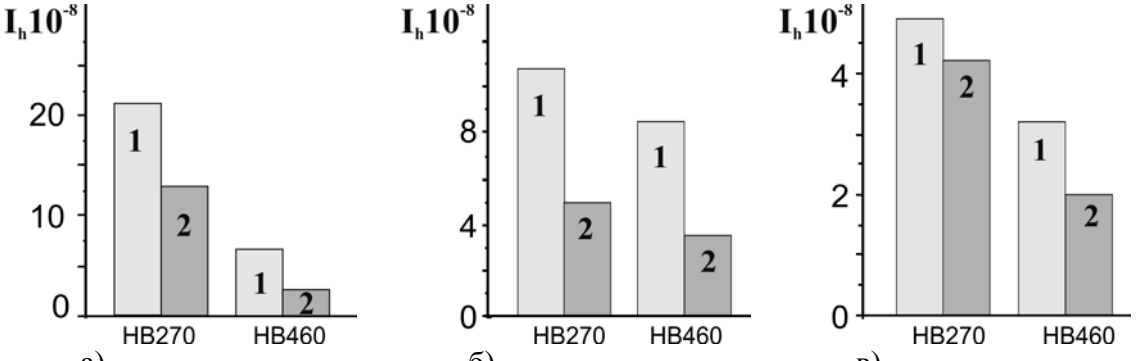


а) б)

Рисунок 3. Влияние температуры отпуска на интенсивность изнашивания (а) и коэффициент трения (б) при испытаниях по пластине из стали 45 на воздухе: 1 – после электрополирования; 2 – после наноструктурирующего выглаживания

Установлено, что в диапазоне температур от 150 до 400°С коэффициент трения наноструктурированного поверхностного слоя цементованной термоупрочненной стали 20Х в паре со сталью 45 имеет значения, пониженные по сравнению с исходным состоянием стали 20Х после термообработки и электрополировки (рисунок 3б).

Существенное снижение интенсивности изнашивания наблюдается при финишной обработке наноструктурирующим выглаживанием термоупрочненной нержавеющей стали мартенситного класса 20Х13 в различных структурных состояниях (рисунок 4).



а) б) в)

Рисунок 4. Интенсивность изнашивания Ih стали 20Х13 в двух структурных состояниях при испытаниях на трение скольжения по стали 12Х18Н10Т с водой (а), стали 12Х18Н10Т со смазкой (б), закрепленному абразиву (в): 1 – после электрополирования; 2 – после наноструктурирующего выглаживания

Повышение износостойкости поверхностного слоя после наноструктурирующего выглаживания обусловлено ограничением процессов микрорезания на выглаженных поверхностях. Наибольший эффект роста абразивной износостойкости (в 1,6 раза) и наилучшие трибологические характеристики отмечены в ре-

зультате наноструктурирования поверхностного слоя низкоотпущенной стали (твердость НВ460).

Исследования интенсивности изнашивания поверхностных слоев аустенитной стали AISI 304 в условиях трения скольжения по стали 45 показали, что наибольший трех- пятикратный рост износостойкости обеспечивает однопроходная обработка наноструктурирующим выглаживанием. Преобладающим механизмом изнашивания является пластическое оттеснение [4].

Дальнейшее увеличение количества рабочих ходов инструмента не оказывает существенного влияния на износостойкость поверхностного слоя, однако приводит к уменьшению в структуре поверхностного слоя остаточного аустенита (рисунок 5).

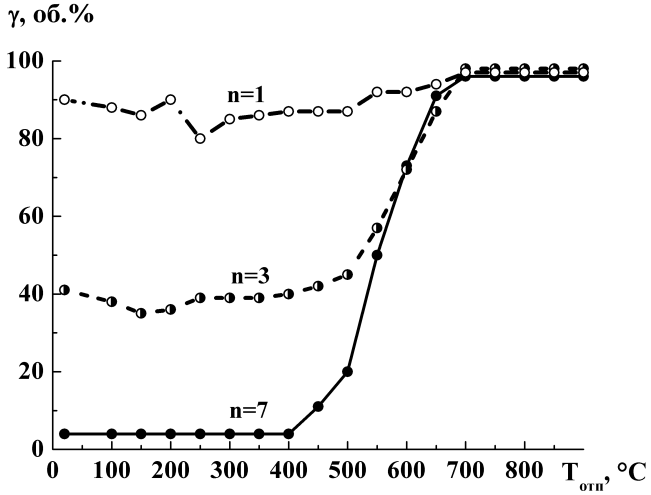


Рисунок 5. Влияние температуры отпуска $T_{отп}$ на содержание в структуре поверхностного слоя остаточного аустенита γ

На поверхности стали, обработанной наноструктурирующим выглаживанием при числе рабочих ходов индентора *n*=3 доля остаточного аустенита не превышает 45 об.%, а при *n*=7 снижается до 4,5 об.%. При нагреве до 400°С фазовый состав поверхностного слоя не изменяется.

Испытания на усталостную прочность образцов цементованной термоупрочненной стали 20Х, обработанной шлифованием, алмазным и наноструктурирующим выглаживанием, осуществлялись на машине МУИ-6000 по схеме, предусмотренной ГОСТ 23026-78. Установлено, что в условиях малоциклового нагружения образцы, обработанные наноструктурирующим выглаживанием, имеют многократный запас усталостной прочности по сравнению с образцами, обработанными алмазным выглаживанием и шлифованием (рисунок 7), что объясняется формированием в тонком поверхностном слое до 10 мкм нанокристаллических структур и создания высокого уровня прочности и пластичности.

Выполненные исследования показали, что финишная обработка различных конструкционных сталей наноструктурирующим выглаживанием позволяет сформировать поверхностный слой (естественное покрытие) с улучшенными эксплуатационными характеристиками. Разработанная финишная технология наноструктурирующего выглаживания применяется при изготовлении деталей погружных нефтяных насосов, трубопроводной арматуры высокого давления и других ответственных деталей.

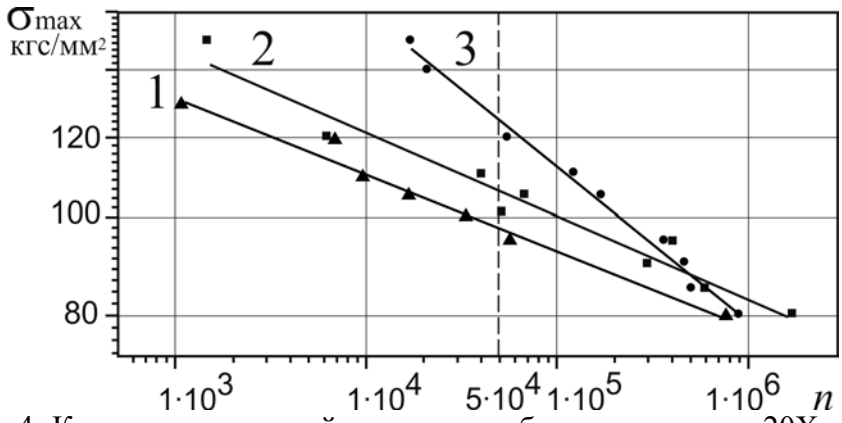


Рисунок 4. Кривые усталостной прочности образцов из стали 20Х цементованной термоупрочненной: 1 – шлифование; 2 – алмазное выглаживание; 3 – наноструктурирующее выглаживание

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 11-08-01025-а.

Литература

1. Пат. 2460628 Российская Федерация, С2 МПК В24В39/00 и В82В3/00. Способ наноструктурирующего упрочнения поверхностного слоя прецизионных деталей выглаживанием / Кузнецов В.П.; заявл. 09.02.2011; опубл.10.09.2012, Бюл. №25.

2. Кузнецов В.П. Моделирование и инструментальное обеспечение наноструктурирующего выглаживания поверхностей деталей трибосопряжений // Нанотехнологии и наноматериалы: материалы III Международной научно-технической конференции. – М.: Изд-во МГОУ, 2012. – С.200–223.

3. Кузнецов В.П. Макаров А.В., Поздеева Н.А., Саврай Р.А., Юровских А.С., Малыгина И.Ю., Киряков А.Е. Повышение прочности, теплостойкости и износостойкости деталей из цементированной стали 20Х наноструктурирующим фрикционным выглаживанием на токарно-фрезерных центрах // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2011. – №9. – С. 3-13.

4. Кузнецов В.П. Макаров А.В., Осинцева А.Л., Юровских А.С., Саврай Р.А., Роговая С.А., Киряков А.Е. Упрочнение и повышение качества поверхности деталей из аустенитной нержавеющей стали алмазным выглаживанием на токарно-фрезерном центре // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2011. – №11. – С. 16–26.

ПАРАМЕТРЫ БИГОВКИ НАНОМОДИФИЦИРОВАННОГО ПРЕПРЕГА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СКЛАДЧАТОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ ТРЕХСЛОЙНОЙ ПАНЕЛИ

Закиров И.М., Закиров И.И.,
Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева (КНИТУ-КАИ)

Аннотация. Рассмотрены механические характеристики, особенности формообразования и определение параметров биговки наномодифицированного препрега на основе полиамидной бумаги Nomex®

Annotation. Mechanical characteristics, features of forming and bigovka parameters determination of ofnanomodifiedprepreg on the basis of polyamide Nomex® paper are considered.

Ключевые слова: полиамидная бумага, препрег, наномодификация, механические характеристики, биговка, параметры, эластичное основание.

В настоящее время созданы ряд композиционных материалов, в которых в качестве наполнителя или армирующего элемента используется полиамидная бумага. Так в трехслойных панелях авиационных конструкций сотовые заполнители изготавливаются из материала Nomex®, покрытого связующим составом.Для повышения адгезии перед нанесением на поверхность связующего состава производят предварительную обработку – аппретирование.Основное значение пропитки бумаги – это повышение модуля упругости, т.е. жесткости, заполнителя при сжатии, сдвиге и растяжении, а также экономический аспект. Целесообразно нанесение толстых покрытий сравнительно дешевого связующего на более дорогую, в сравнении со связующим, полимерную бумагу и тем самым замены дорогой бумаги большей толщины на тонкую.Конструкторы в настоящее время проявляют интерес к складчатому заполнителю из наномодифицированного препрега на основе этой бумаги, который имеет более высокие механические характеристики. При этом важной задачей является создание конкурентноспособного процесса изготовления складчатого заполнителя, который обеспечивает при высокой экономической эффективности требуемые показатели качества. В настоящеевремя созданы ряд моделей ротационного оборудования, на которых проведены соответствующие исследования и изготовлены складчатые заполнители, использованные при создании ряда промышленных объектов.[2,3,4]. В разработанном технологическом оборудовании процесс формообразования из полосы складчатой конструкции, разбит на три этапа: биговка, складывание и калибровка (рис.1).

Биговка является одним из эффективных способов предварительной подготовки препрега перед складыванием. На исходной полосе препрега с помощью пуансона в соответствии с параметрами складчатой конструкции и ее развертки на плоскости выполняются углубления, определяющие линии гиба. Биговка может быть выполнена пуансоном на жестком или эластичном основании. Учитывая, что рассматриваемый материал имеет связующее в виде покрытия, более целесообразным является использование биговки на эластичном основании.

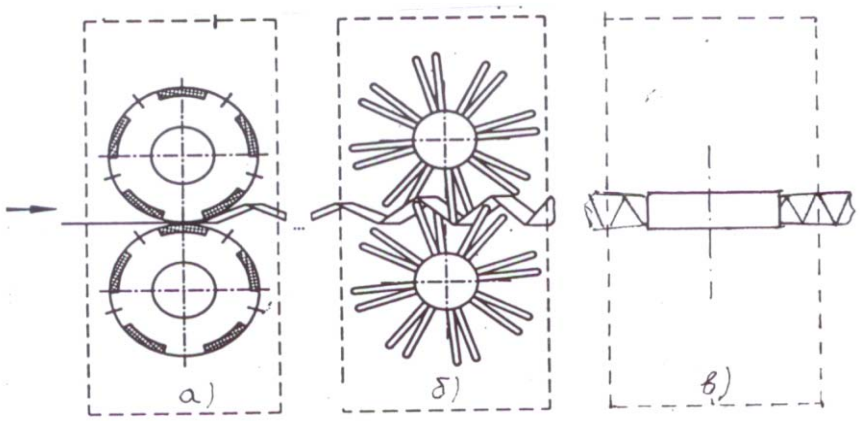


Рис.1Схема технологического процесса ротационного формообразования складчатой структуры а) узел биговки, б) узел сведения гофров, в) узел калибровки

При внедрении пуансона 1 (рис.2) в поверхность заготовки 2 создается углубление на величину ΔS_0 . При этом эластичное основание 3 (матрица) тоже подвергается деформации за счет перемещения пуансона с заготовкой на величину ΔH_0 . Как показывает анализ в зоне контакта заготовки с эластичной средой можно выделить три участка (рис.2):

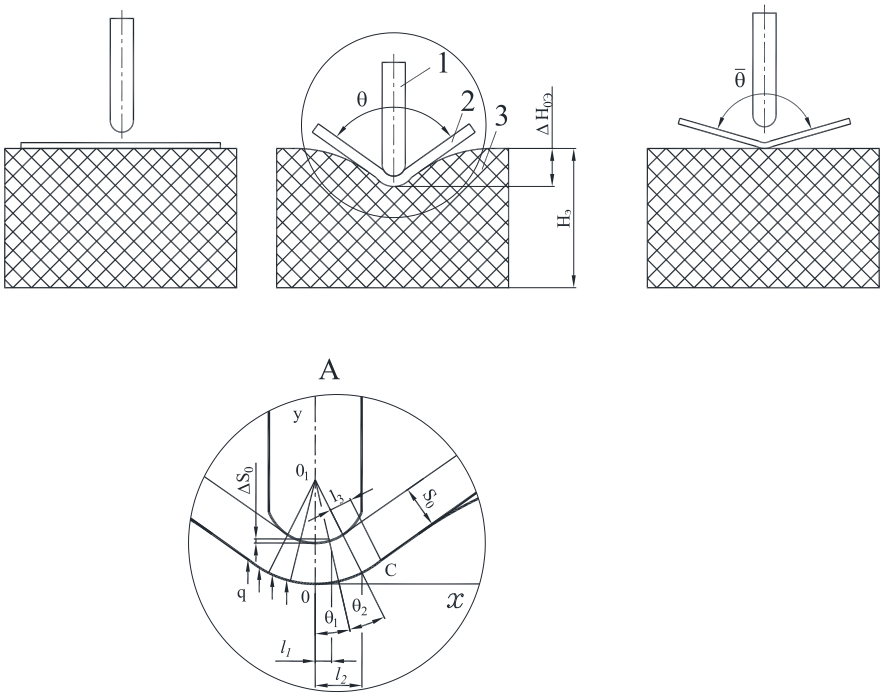


Рис.2 Состояние заготовки при биговке на эластичном основании: а)исходное б) в нагруженном в) разгруженное

1. $0<x<l_1;\ \theta=\theta_1$. На этом участке пуансон внедряется в поверхность заготовки на величину Δ Si биг имеет на этом участке переменную толщину от $(S_0 - \Delta S)$ до S_0 при $x=l_1;$

При этом $l = \sqrt{2R\Delta S_0 - \Delta S_0^2}$.

Напряженно- деформированное состояние на этом участке характери-зуется тем, что в направлении оси *x* действуют деформации и напряжения растяжения и в направлении оси *y* деформации и напряжения сжатия,σ_x; σ_y; $\sigma_z=0$; $\varepsilon_x=\varepsilon_y$; $\varepsilon_z=0$; $\varepsilon_y \cong \frac{\Delta S_0 - x^2/2R}{S_0}$

2. На втором участке ($l_1<xl_2$; $\theta=\theta_2$)заготовка продолжает оставаться в контакте с пуансоном и эластичным основанием при постоянной толщине заготовки. То есть, имеет местосопряженная гибка с постоянным внутренним радиусом *R*.

На этом участке можно принять напряженно-деформированное состояние линейным σ_x; $\sigma_{y=0}$; $\sigma_z=0$; ε_x; $\varepsilon_y= \varepsilon_z= -\mu\ \varepsilon_x$.

3. Третий участок характерен тем, что заготовка имеет контакт с эластичным основанием, но неимеет контакта с пуансоном. Толщина заготовки постоянна, но кривизна по внутреннему контуру меняется от *1/R* до *0*. При этом $l_2<x<l_3$.

Напряженно-деформированное состояние третьего участка характерно тем, что оно линейное, но напряжения и деформации по оси *x* имеют переменное значение из-за изменения кривизны σ_x; $\sigma_y = \sigma_z=0$; ε_x; $\varepsilon_y= \varepsilon_z= -\mu\ \varepsilon_x$.

Для анализа напряженно-деформированного состояния зоны биговки необходимы аналитические зависимости σ-ε.

В работе на основании проведенных экспериментов получены диаграммы σ - εдля трех состояний Nomex®:исходное, препрег со связующим БФОС и препрег с наномодифицированным связующим БФОС. Также проведены аппроксимации этих кривых степенной функцией, линейно-полигональной зависимостью и получены соответствующие коэффициенты.

В соответствии с принятой расчетной схемой рис.2 А рассмотрены параметры всех трех участков и получены аналитические зависимости для определения остаточного угла гиба и силовых параметров процесса.

Литература:

1. Закиров И.М., Алексеев К.А., Каюмов Р.А., Гайнутдинов И.Р., пути повышения прочностных характеристик складчатых заполнителей из листовых композиционных материалов/ Изв. Вузов. Авиационная техника, 2009. №3. С.59-61

2. Изготовление трехслойных панелей со складчатым заполнителем из полимерной бумаги. Коллектив авторов: под ред. И.М. Закирова. – Казань: Изд-во ФЭН, 2009 -232 с.

3. Алексеев К.А., Закиров И.М. Складчатые структуры. Геометрическое моделирование и автоматизированное проектирование. –Казань, Изд-во «Фэн» Академии Наук РТ, 2010, с.212

4. Закиров И.М. Комплекс ресурсосберегающих конструкций на базе шевронных заполнителей и технология их формообразования. Труды VI международного симпозиума «Ресурсоэффективность и энергосбережение» - Казань, 28 ноября -2 декабря 2006 г., Изд-во КГУ, с.115-121

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ИЗБИРАТЕЛЬНО НАСЫЩЕННЫЕ СИСТЕМЫ (КИНС)

Докукин А.М.,
ООО «Нижнекамскмонтажстрой»;
Макаров А.В.,
ООО «Нижнекамскмонтажстрой»

Аннотация. В данной работе изложен принципиально новый подход к созданию целого ряда новых композиционных материалов на основе технологий "КИНС",- «композиционного избирательного насыщения систем»: порошковых (спеченных) на основе металлокерамики, керамических, слоистых, волокнистых, вспененных и т.п. имеющих главный объединяющий их фактор – гарантированную пористость.

Рассмотрена возможность применения метода композиционного избирательного насыщения системы (в данном случае волокнистой) на примере известного композиционного материала «древесины модифицированной» (МДФ), модифицированной в соответствии с требованиями стандарта: ГОСТ 24329-80 «Древесина модифицированная» для производства изделий триботехнического назначения (подшипников) и стройматериалов.

Annotation. This report develops a brand new approach to creating a number of new compound materials on the basis of CSSS technologies (composite selective systems saturation): powdered (sintered) on the basis of metal ceramics, ceramic, laminated, fibered, foamed, etc., all are the materials which possess guaranteed porousness.

We considered the possibility of using composite selective systems saturation method (in our case it was fibered system) by the example of a well known compound material, which is molded impregnated wood, modified according to GOST 24329-80 “Molded impregnated wood”, used for technical products (bearings) and construction materials production

Вашему вниманию предлагается инновационный проект по «Промышленному проименению технологий «КИНС» (композиционные избирательно насыщенные системы) при производстве изделий трибототехнического назначения (подшипников).

- Технологии «КИНС» базируются на использовании реальных «НАНО» эффектов, возникающих при обжатии заготовок из композита, с целью изменения его плотности и регулирования размера пор, что позволяет избирательно насыщать необходимыми компонентами в вакууме. Причём, это могут быть расплавы солей, аэрозоли металлов, различные компоненты смазок и павов.
- Сегодня мало выпускать качественную и востребованную продукцию, технически это достижимо. Необходимо быть конкурентноспособным , а это прежде всего:
- Правообладание интеллектуальной собственностью
- Соответствие продукции требованиям менеджмента качества ISO – 9002 и выше;
- Наличие сертификатов и ТУ на выпускаемую продукцию с гарантированными показателями качества;
- Снижении себестоимости продукции;

• Дополнительный набор потребительских свойств. Главными из которых, для нашего композита являются негорючесть и отсутствие необходимости в периодической смазке.

Почему мы приняли решение об участии в выставке?

• Во первых: мы уверены, что наши технологии являются уникальной отечественной разработкой. Современной, высокоэффективной, конкурентноспособной, не имеющей аналогов в мире, в части подхода к реализации технических решений , опирающихся на реальные «НАНО» эффекты, являющиеся составной частью нашего Ноу- Хау. Опыт промышленного применения нашей технологии в различных областях промышленности и сельского хозяйства позволяет сделать вывод об их привлекательности и востребованности у потребителя.

• Во вторых: область применения наших разработок очень широка. С учётом требований федерального закона «О правилах промышленной безопасности при эксплуатации опасных производственных объектов»,- Нашими потенциальными заказчиками являются все предприятия нефтедобычи, нефтехимии, химическая и пороховая промышленность, сельсхозяйство, строительство.

• Применение наших подшипников на порядок снижает возможность возникновения инциндентов, аварий и катастроф по причине выхода из строя подшипниковых узлов. Наши подшипники не горючи и не требуют периодической смазки, т.к. пропитаны и насыщенны соответствующими составами .В свою очередь это многократно снижает затраты по техническому обслуживанию оборудования и времени его простоя в ремонте.

I. В данной работе изложен принципиально новый подход к созданию целого ряда новых композиционных материалов на основе создания способов «композиционного избирательного насыщения систем»: порошковых (спеченных) на основе металлокерамики, керамических слоистых, волокнистых, вспененных и т.п. имеющих главный объединяющий их фактор – гарантированную пористость. Именно, возможность композиционного избирательного насыщения «основы-каркаса» многообразным набором разнородных по своей природе компонентов: эмульсий, паров жидкостей, расплавов солей, металлов, аэрозолей, паров металлов, порошков и т.п. позволяющая избирательно компоновать необходимый набор потребительских свойств и качеств. Причем, процесс композиционного избирательного насыщения выбирается из целого многообразия способов, традиционно применяемых в промышленности для изменения, как поверхностного слоя методами пластической деформации, химикотермической обработкой (цементация в газообразном жидком и твердом карбюризаторе, нитроцементация, олитирование и т.п.), электроискрового легирования, химическое и электрохимическое) воздействие на «основу-каркас» с целью получения заданных прогнозируемых потребительских качеств. Важно, что на любой стадии процесса композиционного избирательного насыщения «основы», возможен абсолютный контроль за процессом количественного и качественного насыщения «лигатурой».

II. Рассмотрим возможность применения метода композиционного избирательного насыщения системы (в данном случае волокнистой) на примере известного композиционного материала «древесины модифицированной» (МДФ), модифицированной в соответствии с требованиями стандарта: ГОСТ 24329-80 «Древесина модифицированная».

Предистория вопроса по изменению свойств изделий из древесины методами прессования, принудительного обжатия идет из лаборатории Воронежского лесотехнического института (ныне академии) т.к. свойства древесины, подвергаемой известным технологическим операциям, как:естественная и принудительная

сушка, вымачивание в растворах специальных жидкостей, с целью придания заданных качеств изделиям – не изменялись веками, - в результате развития техники, потребовалось осмысленное, понятное с точки зрения теории, воздействие на древесину с целью получения новых свойств и качеств.

Первые опыты по применению технологии прессования и обжатия древесины, были проведены проф. П.Н.Хухрянским – основоположником теории и практики прессования древесины. Кафедра древесиноведения, которую он возглавлял в шестидесятые годы прошлого века, стала специальным научным подразделением вуза. Ученый давно задумывался над тем, чтобы древесина служила народному хозяйству не менее успешно, чем металл. В 1962 году при вузе была создана научно-исследовательская лаборатория «Прессованная древесина». Это и положило начало развитию фундаментальных исследований. Активные научно-исследовательские и опытные разработки способствовали внедрению прессованной древесины в машиностроение.Так, дорогостоящие подшипники в узлах трения, которые изготовляли из черных и цветных металлов, заменили на подшипники из прессованной древесины. Тогда же кафедра установила тесные связи с производством. Сотрудники лаборатории успешно проводили замену дорогостоящих втулок различного назначения из цветных металлов на модифицированную древесину.

Это произошло на предприятиях «Воронежсельмаш», «Электросигнал», горнообогатительного оборудования, железобетонных изделий, «Рязансельмаш», «Славянском машиностроительном заводе» на Украине. Кафедра древесиноведения имела на ВДНХ в павильоне «Лесное хозяйство» постоянно действующий демонстрационный стенд.

Лаборатория проводила и семинары по профилю своей работы, организовала постоянные курсы по подготовке специалистов прессования древесины, где обучала студентов и производственников. Имя Павла Николаевича Хухрянского, как основателя технологии прессования древесины, получило широкую известность не только в нашей стране, но и за рубежом. Перу ученого принадлежат такие монографии, как «Дерево вместо металла», «Прессование и гнутые древесины», «Опыт применения прессованной древесины для изготовления деталей машин».

Один из авторов и руководитель целой школы по разработке технологии изготовления и промышленному применению композиционного материала МДФ, профессор Воронежского лесотехнического института проф. Самодуров И., получил положительные результаты при опробовании пар трения из МДФ в радиоэлектронике на «ползунковых» элементах. Где в качестве ползуна и корпуса ползуна, использовался аналог из МДФ, работающий, как подшипник скольжения. Дальнейшее развитие и совершенствование технологии получения МДФ композита, разработка технологий сборки и обжатие рабочих тел в подшипниках скольжения и качения, – подтвердили возможности эффективного использования разработки в народном хозяйстве, замещая традиционно используемые подшипники из металла на их аналоги (имеется в виду тела качения и скольжения) с незначительным изменением конструкции подшипника.

При этом, положительные результаты получены и опробованы десятки лет в транспортных системах (транспортировке гравия, цемента, навоза и других сыпучих материалов), в сельском хозяйстве на дисковых боронах, в агрегатах для транспортировки нефти (имеются в виду «качалки»), а так же в качестве роликов для транспортных систем (замещая импортные английские аналоги) на карьерах по добыче руды в Дагестане, литейном заводе «Камаз» и др.

Неоспоримым успехом можно считать опыт промышленного применения композита МДФ (древесины модифицированной) в качестве материала для изготовления целой гаммы рабочих тел подшипников качения и скольжения. Причём, ряд конструктивных решений по замещению (замене) традиционных металлических подшипников на аналоги из МДФ композита, защищены патентами СССР, Р.Ф Самодуровым И,Арженцовым В.Ф , Кузьминым А.М,Шамаевым В.А. Ряд технических и технологических решений по совершенствованию способов обжатия и сборки рабочих тел при изготовлении, так же защищены патентами Р.Ф. №№ автор Самодуров И., Бурловым СЧ. А. и другими.

Не смотря на то, что информация защищенная патентом на "Способ получения втулок из древесины"Самодурова И., при проверке ряда изложенных способов, не соответствует действительности, и не позволяет реально производить обжатие заготовок без образования трещин и сколов, скрывая элемент Ноу–Хау.Факт новизны подхода к способам и схемам прессования – отрицать невозможно.

Любая технология, применяемая в промышленности, имеет как положительные, так и отрицательные моменты. Баланс этих противоречий и обеспечивает прогрессивность и конкурентноспособность данной технологии по сравнению с аналогами.

Поэтому при создании в городе Набережные Челны в 1992 году ООО «Гамма» в технологию профессора Самодурова И. были внесены принципиальные изменения. Были учтены как положительные моменты, так и отрицательные, с точки зрения возможности для организации массового производства.

Значительно позже пришло понимание физической сущности процессов происходящих в измененной технологии, где обжатие реально выполняет другие функции, а именно: регулирует размер пор, что реально делает возможным рассматривать данную технологию с точки зрения «нано» эффектов и понимания почему при ваакумировании не работают привычные схемы при увеличении плотности от 1,2 до 2 г/см3.

ОЦЕНКА ТРЕБОВАНИЙ К ГАЗОДНАМИЧЕСКОМУ ТРАКТУ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ФОРМИРОВАНИЯ В ГАЗОВОЙ ФАЗЕ КАПСУЛИРОВАННОГО ПОЛИМЕРНОГО МАТЕРИАЛА

Файзуллин К.В., Данилаев М.П., Михайлов С.А., Польский Ю.Е.,
Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева (КНИТУ-КАИ)

Аннотация. Исследования посвящены рассчету камеры смешения для технологии получения капсулированного материала в газовой фазе. Были разработаны требования к камере смешения для представленной технологии. С учетом выбранных критериев был проведен расчет камеры смешения для представленного способа.

Annotation. The research is devoted to mixing chamber calculation for the technology of producing incapsulated polymer material in gas phase. Special requirements for mixing chamber were introduced. Taking in consideration this criteria the mixing chamber for this method was calculated.

Одним из приоритетных направлений развития науки и техники является получение новых наномодифицированных и наноструктурированных материалов с заданными свойствами. На современном этапе интенсивно развиваются технологии получения полимерных материалов с требуемыми и воспроизводимыми свойствами. Большой интерес представляют полимерные модофицированные композиционные материалы на основе термопластов (полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид и т.д.). Данные материалы обладают рядом механических свойств, без которых сложно представить выпуск современной высокотехнологичной продукции. К технологиям производства наномодифицированных полимерных материалов для различных областей промышленности предъявляются следующие основные требования:

- обеспечение однородного распределения наночастиц в конечном модифицированном полимерном материале;
- обеспечение требуемой процентной концентрации наночастиц в конечном материале для модифицированных полимерных материалов;
- воспроизводимость параметров и характеристик наномодифицированного полимерного материала;
- универсальность производства: возможность получения на одном технологическом оборудовании нескольких видов полимерного материала с различными типами наполнителя (наночастиц).

Используемые в настоящее время технологии получения композитных полимерных материалов с улучшенными макроскопическими свойствами за счет введения в полимерную матрицу наночастиц не позволяют в достаточной мере получить однородное распределение и требуемую ориентацию наночастиц в полимерной матрице [1], а следовательно обеспечить воспроизводимость свойств полимерного материала. Модернизация существующих технологический не может в полной мере обеспечить все требования, предъявляемые к технологиям получения полимерных материалов.

В докладе рассматривается способ формирования в газовой фазе полимерного материала с однородным распределением частиц наполнителя [2].

Пример реализации предлагаемого способа формирования наномодифицированного полимерного порошка, наполненного наночастицами, представлен на рис.1.

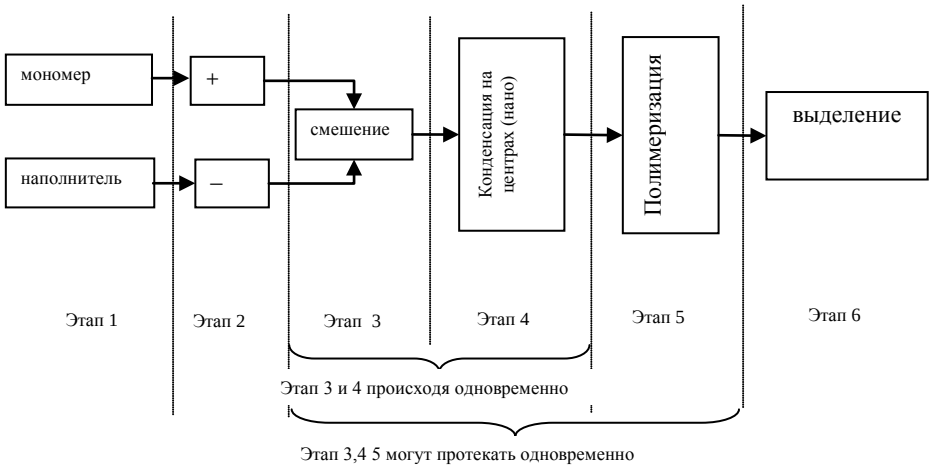


Рис.1. Способ получения в газовой фазе полимерного материала, наполненного наночастицами. Этап 1 – организации двух двухфазных потоков заряженных частиц. Этап 2 – заряд и диспергирования мономера и наночастиц. Этап 3 – перемешивания заряженных наночастиц и мономеров. Этап 4 – конденсация диспергированных частиц мономера на заряженных наночастицах. Этап 5 – полимеризация. Этап 6 – выделение порошка полимера модифицированного наночастицами.

Суть этого способа заключается в получении капсулированного полимерного материала в газовой фазе за счет осаждения и полимеризации заряженных частиц мономера на противоположно заряженных центрах конденсации. Полимеризация мономера на центрах конденсации происходит по радикальному механизму, который инициируется, например, коронным разрядом.

Для получения полимерного материала указанным выше способом необходимо обеспечить смешение двухфазных потоков заряженных частиц с достаточной степенью однородности [3]. В работе сформулированы критерии оценки эффективности камер смешения, на их основе проведен сопоставительный анализ способов организации смешения потоков и выбрана наиболее целесообразная, на наш взгляд, конструкция камеры смешения.

Основными критериями при оценке эффективности смешения двух многофазных потоков противоположно заряженных частиц, являются:

– обеспечение высокой однородности смешения двух многофазных потоков разноименно заряженных, возбужденных, частиц мономера и центров конденсации, например наночастиц;

– характерное время смешения многофазных потоков заряженных частиц должно быть меньше характерного времени жизни возбужденных частиц (свободных радикалов)

– отсутствие обратного попадания частиц из камеры смешения в каналы, подводящие к ней могофазные потоки заряженных частиц;

– отсутствие соударений возбужденных частиц с элементами конструкции: при таких соударениях велика вероятность дезактивации частиц.

Эффективность смешения двух многофазных газовых потоков разноименно заряженных частиц оценивалась по степени турбулентности ε [4]:

$$\varepsilon = \frac{\sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T (u')^2 dt}}{\bar{u}} \approx \frac{\sqrt{\frac{1}{T}\sum (u')^2 dt}}{\bar{u}}$$

где (u') среднеквадратичная скорость пульсаций, ($\bar{u}$) осредненная скорость поступательного движения потока газа.

Расчет степени турбулентности в камере смешения проводился на базе известной k-ε модели турбулентности. Исследование модели проводилось численным методом с использованием пакета прикладных программ CFD.

На основании исследования k-ε модели турбулентности для различных камер смешения было показано, что для реализации смешения двух многофазных потоков разноименно заряженных частиц наиболее целесообразной является конструкция камеры смешения, в которой смешиваемые потоки направлены под углом друг к другу, а в боковой стенке камеры смешения предусмотрены дополнительные подводы газовых потоков.

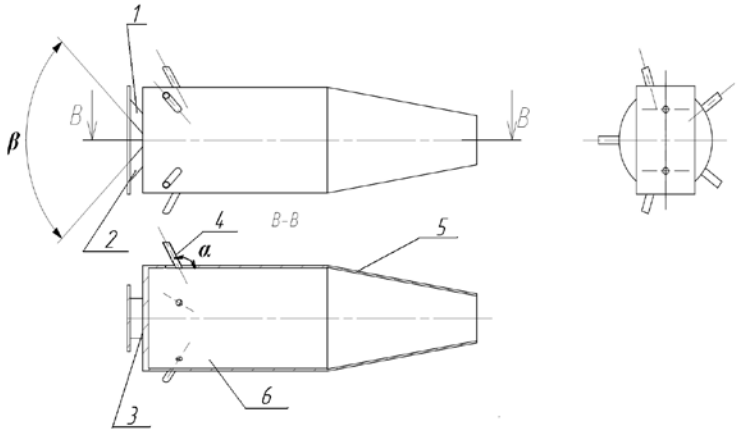


Рис. 2 Камера смешения для получения наномодифицированного капсулированного полимерного материала.

В докладе приведены результаты экспериментальных исследований камеры смешения. Эти результаты хорошо согласуются с результатами численных расчетов.

Литература

1. С.В. Мищенко, А.Г. Ткачев. Углеродные наноматериалы. Производство, свойства, применение. М. Машиностроение, 2008

2. Патент РФ №2009136167. Способ диспергирования нано- и микрочастиц, их закрепление на поверхности полимера и устройство его реализующее// Польский Ю.Е., Михайлов С.А., Амирова Л.М., Данилаев М.П.

3. Данилаев М.П., Михайлов С.А., Польский Ю.Е. Системный подход к формированию наномодифицированных материалов// Сборник трудов Междунар. науч.-практическая конф. АКТО-2010.–Казань.–2010. Т1. с.213-216.

4. Физико-химические процессы в газовой динамике. Компьютеризованный справочник в 3-х томах. / Под ред. Г.Г.Черного и С.А.Лосева – М.: Изд. Моск. Ун-та, 1995.

МНОГОСЛОЙНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ ПЛЕНКИ С ЗАДАННЫМИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ОТДЕЛЬНЫХ СЛОЕВ

Богослов Е.А., Данилаев М.П., Михайлов С.А., Польский Ю.Е.,
Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева (КНИТУ-КАИ)

Аннотация. В работе приведены результаты экспериментальной проверки способа получения многослойных полимерных пленок с заданными физико-химическими свойствами отдельных слоев и определении типа связи молекул связующего слоя с поверхностными молекулами склеиваемых полимерных пленок.

Annotation. The results of experimental verification of the method for producing multilayer polymer films with specified physical and chemical properties of particular layers and a definition of the type of middleware molecules bond with surface molecules of bonding polymer films are considered in that paper.

Ключевые слова: многослойные полимерные пленки, физико-химические методы исследований поверхностных слоев.

В настоящее время, при создании покрытий, применяемых в различных отраслях промышленности, например, в авиа- и вертолетостроении, химической и пищевой промышленности, актуальной является задача разработки технологий получения многослойных пленочных покрытий с требуемыми физико-химическими свойствами. К таким покрытиям относятся многослойные полимерные пленки с различными физико-химическими свойствами отдельных слоев, предназначенные для использования, например, в качестве антиобледенительных покрытий для авиационной промышленности. Основными требованиями, предъявляемыми к многослойным полимерным пленкам, являются: обеспечение заданных физико-химических свойств внешнего слоя; сильная связь между всеми слоями многослойной полимерной пленки. Наиболее сильная связь между слоями многослойной полимерной пленки образуется в случае ковалентных связей (химическая связь) между молекулами отдельных слоев.

Создание многослойных полимерных пленок, удовлетворяющих приведенным выше требованиям, предполагает развитие существующих и разработку новых подходов к их формированию. Один из перспективных подходов к формированию многослойных полимерных пленок с заданными физико-химическими свойствами отдельных слоев основан на использовании плазмохимических технологий модификации полимерных материалов в газовых потоках [1,2]. Низкотемпературная слабоионизованная плазма, создаваемая при низких давлениях, зарекомендовала себя как эффективный инструмент, применяемый в плазмохимических технологиях получения и модификации полимерных материалов [3]. Однако необходимость использования вакуумной техники в плазмохимических реакторах низкого давления приводит к усложнению и удорожанию технологического процесса, что ограничивает применение таких технологий в промышленном производстве [4,5,6,7]. В связи с этим актуальным является разработка и исследование плазмохимических технологий формирования многослойных полимерных пленок при давлении порядка атмосферы.

Один из перспективных способов [2] получения многослойных полимерных пленок с использованием плазмы атмосферного давления основан на иницииро-

вании реакции радикальной поверхностной прививочной полимеризации молекул мономера, образующего тонкий (вплоть до мономолекулярного, но не более 100 нм) связующий слой, с поверхностными молекулами склеиваемых полимерных пленок. Предварительные оценки показали, что в результате этой реакции должны возникать химические связи между молекулами отдельных слоев [2,4,8].

В работе приведены результаты экспериментальной проверки способа получения многослойных полимерных пленок с заданными физико-химическими свойствами отдельных слоев и определения типа связи молекул связующего слоя с поверхностными молекулами склеиваемых полимерных пленок.

Структурная схема экспериментальной установки [2] приведена на рис.1.

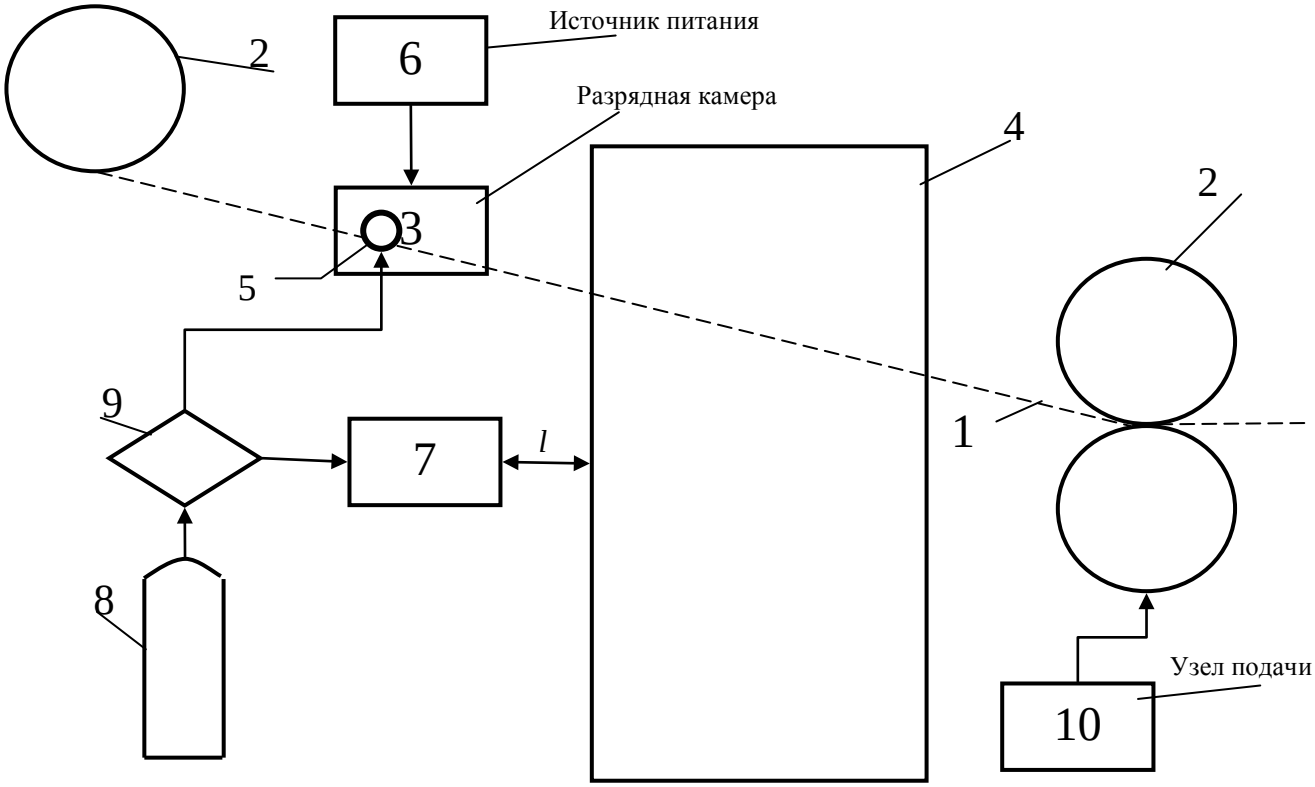


Рис.1 Структурная схема экспериментальной установки.

Полимерная пленка 1 с помощью натяжных валиков 2 пропускалась через разрядную камеру 3 и камеру осаждения мономера 4. Разрядная камера образована двумя электродами – плоским и игольчатым, расстояние между которыми регулировалось от 1 см до 2 см с точностью 10%. Для увеличения характерного времени жизни радикалов на поверхности полимерной пленки [2,3,4], а также для стабилизации коронного разряда, в боковых стенках разрядной камеры предусмотрены подводы 5 для подачи инертного газа (*Ar*). Расход инертного газа через подводы в боковых стенках разрядной камеры составлял ~ 0,5 $см^3/с$. Частицы мономера эжектировались в камеру осаждения мономера 4 с помощью эжектора 7. При этом для создания двухфазного потока в качестве газа носителя 8 использовался инертный газ (*Ar*). В экспериментальной установке была предусмотрена возможность заряда частиц мономера стирола коронным разрядом, для чего в выходном сопле эжектора 7 размещалась разрядная камера. В источниках питания разрядных камер предусмотрена регулировка выходного напряжения в диапазоне от 0 до 50 кВ с точностью ~5%. Расход двухфазного потока частиц мономера и инертного газа на входе в камеру смешения регулировался редуктором 9. Скорость движение полимерной пленки определялась узлом подачи 10 и составляла

~ 15 см/с, а расстояние (l) между разрядной камерой и камерой осаждения выбиралось в соответствии с характерным временем жизни радикалов на поверхности полимерной пленки и составляло $l \approx 1$ см. В экспериментальных исследованиях в качестве мономера, образующего при полимеризации тонкий связующий слой, использовался стирол. Это обусловлено тем, что стирол легко полимеризуется по радикальному механизму с образованием сополимера с активными поверхностными молекулами полимерной пленки *PET*, Ф-4 (фторопласт).

В первой серии экспериментов исследовалось влияние коронного разряда на поверхность полимерной пленки до и после осаждения на нее мономера. Исследования поверхности полимерной пленки проводились с помощью атомно-силовой микроскопии (АСМ). Полученные результаты первой серии экспериментов показывают, что полимеризация молекул стирола происходит на остриях пиков.

Вторая серия экспериментов была направлена на уточнение механизма реакции полимеризации (радикальный, анионный или катионный). Природа активных центров, образующихся в коронном разряде, определялась известным методом К.Циглера [9]. Контроль образующегося полимера осуществлялся по спектрам ЯМР. Результаты экспериментов показывают, что убыль обоих мономеров (стирола и метилметакрилата) одинакова, а, следовательно, реакция полимеризации мономера на поверхности пленки, обработанной в коронном разряде, происходит по радикальному механизму.

Третья серия экспериментов была направлена на выявление типа образовавшихся связей молекул полимерной пленки с молекулами связующего слоя. Исследования проводились методом набухания полимерных пленок, обработанных в плазме коронного разряда с последующим нанесением на их поверхность мономера. Полученные в третьей серии экспериментов результаты свидетельствуют об образовании ковалентной связи молекул полимерной пленки с молекулами связующего слоя. При этом тип связи (ковалентная связь) не зависит от знака короны (положительная или отрицательная) коронного разряда. Следует отметить, что в случае заряда частиц мономера (стирола) масса сополимера, образующегося на поверхности пленки *PET*, пропорциональна квадратному корню из мощности, вкладываемой в коронный разряд для заряда частиц мономера, что подтверждает радикальный механизм полимеризации.

Четвертая серия экспериментов была направлена на выявление адгезионной прочности клеевого соединения модифицированной пленки из фторопласта толщиной ~40 мкм с различными субстратами (дерево, металл, пластмассы). В качестве связующего использовалась эпоксидная смола ЭД-20. Количественная оценка адгезионной прочности проводилась методом отслаивания под углом 90^0 и измерением необходимого для этого усилия. Полученные в четвертой серии экспериментов результаты показывают, что адгезионная прочность клеевого соединения модифицированной пленки из фторопласта с различными субстратами возрастает в 2 раза, по сравнению с известными методами подготовки трудносклеиваемых поверхностей, и составляет не менее 2 кг/см.

Результаты, полученные в ходе выполнения данной работы, позволили сформулировать следующие выводы:

1) полимеризация молекул стирола происходит на поверхности полимерной пленки на остриях пиков, при этом средняя частота пиков остается неизменной;

2) реакция полимеризации мономера на поверхности пленки, обработанной в коронном разряде, происходит по радикальному механизму;

3) в ходе экспериментов реализована реакция поверхностной прививочной полимеризации: образуется ковалентная связь молекул полимерной пленки с молекулами связующего слоя;

4) прочность клеевого соединения модифицированной пленки из фторопласта с различными субстратами возрастает в 2 раза, по сравнению с известными методами подготовки трудносклеиваемых поверхностей.

Таким образом, способ, предложенный в работе [2] позволяет получать многослойные полимерные пленки, удовлетворяющие предъявляемым к ним требованиям, и является перспективным для создания технологии получения многослойных полимерных пленок, предназначенных для использования в высокотехнологичных областях промышленности.

Литература

1. http://www.himhelp.ru/section30/section123/section164/596.html
2. Пат. 2439096 Российская федерация, МПК7 C08J 7/12. Способы модификации полимерного пленочного материала (варианты) и устройство для его реализации / Польский Ю.Е., Михайлов С.А., Данилаев М.П.; заявитель и патентообладатель Казан. гос. техн. ун-т. – №2010117480/05; заявл. 30.04.2010; опубл. 10.01.2012, Бюл.№1.
3. Энциклопедия нзкотемпературной плазмы. Т. 2. Генерация плазмы и газовые разряды; Диагностика и метрология плазменных процессов. / Под ред. В.Е. Фортова. – М.: Наука/Интерпериодика, 2000. – 634 с.
4. Х.Ясуда Полимеризация в плазме: Пер. с англ.— М.: Мир, 1988.—376 с.
5. Зынь В.И., Опарин В.Б., Потапов В.К., Тузов Л.С. Пространственное распределение полимеризационных процессов в реакторе тлеющего разряда // Химия высоких энергий. 1989. Т.23. № 3. С.276-281.
6. Палистрант Н.А., Кравец Л.И., Гильман А.Б., Бивол В.В., Робу С.В., Барба Н.А. Исследование физико-химических свойств сополимеров на основе аминостирола, модифицированных в плазме. // Химия высоких энергий. 2009. Т. 43. № 4. С. 377-382.
7. Пономарев А.Н., Василец В.Н., Тальрозе Р.В. Плазмохимическое модифицирование полимеров. // Химическая физика. 2002.Т.21. №4. С.96-102.
8. Н.А. Платэ. Избранные труды. В 2 томах. Том 1. Химия полимеров. Изд-во Наука-М. 2009. 344 стр.
9. Розанцев Э.Г., Шолле В.Д. Органическая химия свободных радикалов. – М.: Химия, 1979. – 344с.

ИЗУЧЕНИЕ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПЛЕНОК ДИОКСИДА ТИТАНА, ДОПИРОВАННЫХ ИОНАМИ FE3+ И CO2+

Афанасьев Д.А.[1], Герасимова Т.А., Виноградов А.В., Агафонов А.В.,
1 Ивановский Государственный Химико-Технологический Университет Институт Химии Растворов РАН

В настоящее время наноматериалы на основе CoO; Fe3O4/TiO2привлекают особое внимание исследователей благодаря проявлению уникальных фотохимических, магнитных и электрических свойств. Открытие ферромагнетизма при комнатной температуре в этих системах, привело к появлению значительного числа работ по их синтезу и анализу функциональных свойств.

Формирование широкозонных полупроводников на основе CoO; Fe3O4/TiO2 осуществляется в зависимости от стехиометрических соотношений исходных компонентов и дальнейшей температуры прокаливания.В данной работе рассмотрены разработки нового подхода для получения низкотемпературнымиметодами кристаллических фаз на основе псевдобрукита и ильменита. Данный подход обеспечивает возможность точного контроля стехиометрических соотношений.

Стадийный анализ низкотемпературного золь-гель процесса показал, что на первой стадии протекают реакции гидролиза и происходит уплотнение неорганических мономеров, а на следующем этапе формируются разветвленные олигомеры в виде периодических полимерных цепочек. Методом термического анализа проанализировано влияние предструктуры материала, полученной при различных стехиометрических соотношениях исходных компонентов. Показано, что материалы, содержащие высоко-аморфизированные фазы продуктов гидролиза изопропилата титана и гидроксида кобальта, характеризуются присутствием многостадийных фазовых переходов. Установлено, что образование фазы ильменита происходит при частичной дегидратации аквакомплекса $[Co(OH_2)_6]^{2+}$.Проведен анализ состава формирующихся материалов, в зависимости от стехиометрических соотношений компонентов, с использованием рентгенофазового и термического анализа. Исследовано влияние формирующейся пред структуры материалов. Из сформированных растворов гидрозолей материалов в присутствии полукристаллических наночастиц TiO_2 получены однородные, эластичные покрытия с фазойфотоактивныхполупроводников CoO-TiO2.Анализ кинетических кривых эффективного фоторазложения показал проявление фотокаталитической способности препаратов при деструкции красителя Родамина Б.

Так же рассмотрен новый подход к получению кристаллитов псевдобрукита. Основанный на золь-гель превращениях и взаимодействии компонентов многофазной коллоидной системы, позволяющий получать гидроксилированные кристаллиты, рентгенографически идентичные псевдобруките, при близкой к комнатной температуре, без использования стадии прокаливания. В работе продемонстрирован золь-гель метод формирования анатаз-брукитной кристаллической модификации TiO_2 в водном растворебез прокаливания. Данные сравнительного анализ показывают, что при сопоставлении спектральных данных чистого TiO_2 и псевдобрукита отчетливо прослеживается сдвиг красной полосы поглощения.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 12-03-97538, 12-03-92694, а также Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы» (грант № 8632).

ЖАРОПРОЧНЫЕ АЛЮМИНОМАТРИЧНЫЕ НАНОКОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ С ПОНИЖЕННЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ЛИНЙНОГО ТЕРМИЧЕСКОГО РАСШИРЕНИЯ

Архипов И.В., Емельянов В.Ю., Зайцев И.В., Смоленцев И.В.,
ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»;
ОАО «АККОНД»

Аннотация. Разработаны нанокопозиционные материалы на основе алюминия системы Al-Si-Ni-Fe-C-O как с добавками Ti, Cu и Mg, так и без них. Данные материалы обладают высокими прочностными характеристиками при нормальной и повышенных температурах, низким коэффициентом линейного термического расширения (КЛТР) и высокой износостойкостью, что позволяет рекомендовать их в качестве перспективных материалов для шатунов форсированных двигателей. Для получения этих материалов использованы метод реакционного механического легирования и технологии порошковой и гранульной металлургии.

Annotation. Developed and researched nanocomposite of Al-Si-Ni-Fe-C-O system as with the addition of Ti, Cu and Mg, and without them. These materials have high strength properties at normal and elevated temperatures, low coefficient of linear thermal expansion and high wear resistance, which allows you to recommend them for reinforcing of the forced engines crank. These materials are made by processing initial powder mixture granules in attritor, by cold compaction into briquettes and by further forming these briquettes into bars, pipes and other useful shapes by extrusion.

Ключевые слова: реакционное механическое легирование, аттритор, механохимический синтез, дисперсное упрочнение, жаропрочность.

В России и за рубежом многие ведущие фирмы по двигателестроению занимаются поисками альтернативных материалов для движущихся деталей поршневого двигателя с целью снижения их массы, в особенности, массы шатуна. Это связано с тем, что движущиеся массы «поршень-шатун» создают несбалансированные колебательные нагрузки. В то же время, чтобы повысить эффективность использования топлива и обеспечить большую единичную мощность, необходимы более высокие скорости. В свою очередь, при высоких скоростях несбалансированные силы становятся препятствием, достигая разрушающего уровня. Уменьшение массы шатуна, при условии сохранения высокого модуля упругости, позволяет устранить это препятствие и дает возможность решать проблему высокоскоростного двигателя. Кроме того, снижение массы шатуна приводит к снижению нагрузок на коленчатый вал и подшипники, уменьшению вибраций, шума, массы противовесов коленчатого вала и снижению потерь на трение.

К материалу шатуна предъявляются высокие требования по прочности, жесткости при повышенных температурах. Хорошей доступной альтернативой могут служить материалы на алюминиевой основе. Например, эвтектический легированные силумины АЛ25 (АК12М2МгН), АЛ30 (АК12ММгН) или деформируемые жаропрочные алюминиевые сплавы (например, АК4, АК4-1), как правило, обладают более высокими, чем литые, прочностными характеристиками, но они имеют большее значение КЛТР, которое имеет большое значения ввиду, того что в верхнюю головку шатуна запрессован палец, а в разъем нижней головки устанавливаются вкладыши шатунного подшипника. Анодирование таких материалов может повысить жаростойкость и износостойкость материала шатуна.

В работах [1-4] показан разработанный в Чувашском госуниверситете жаропрочный нанокомпозиционный материал системы Al-C-O с содержанием в его исходном составе 4,0 %масс. углерода. Этот материал был получен с использованием метода реакционного механического легирования в аттриторе и технологий порошковой и гранульной металлургии. Его субзеренная структура с механохимически синтезированными упрочняющими фазами Al_4C_3 и Al_2O_3 со средним размером частиц 40 нм обеспечили материалу высокие показатели предела прочности при растяжении не только в условиях нормальной температуры (500…520 МПа), но, главное, при температуре 350°С – 200…210 МПа [3, 4]. Но при этом КЛТР алюминоматричного нанокомпозиционного несколько превышает КЛТР сплава АЛ25.

В настоящей работе авторы предприняли попытку получения жаропрочных нананокомпозиционных алюминоматричных материалов с более низкими значениями КЛТР, применив для этого указанную выше технологию, а в качестве основы материалов использовали порошковый алюминиевый сплав (ПАС) с содержанием в нем 26,3 %масс. Si, 6,06 %масс. Ni и 1,86 %масс. Fe. В качестве основных добавок к нему были выбраны стандартный алюминиевый порошок ПП-1 и углерод в виде газовой сажи ДГ-100, а также стандартные порошки Ti, Cu и алюминиевомагниевого сплава АМД-50М.

Для проведения исследований приготавливались порошковые композиции (таблица 1), которые обрабатывались в аттриторе 90 мин., 120 мин., 150 мин. и 180 мин., и из полученных гранул были изготовлены прутки, подвергнутые различным видам исследований и испытаний.

Таблица 1. Исследованные порошковые композиции

Обозначение материала	%масс. порошка ПАС	%масс. порошка ПП-1	%масс. углерода	%масс. титана	%масс. порошка меди	%масс. порошка магния
ПАС-01	50,0	50,0	-	-	-	-
ПАС-1	50,0	49,0	1,0	-	-	-
ПАС-02	66,7	33,3	-	-	-	-
ПАС-2	66,7	32,3	1,0	-	-	-
ПАС-03	75,0	25,0	-	-	-	-
ПАС-3	75,0	24,0	1,0	-	-	-
ПАС-21	66,7	32,3	1,0	0,8		
ПАС-31	75,0	22,5	1,0	-	1,0	0,5

Обработка порошка алюминиевого сплава и его смеси с углеродом, а также с другими, указанными выше порошками производилась в аттриторе с емкостью рабочей камеры 15 л в течение 30…180 мин. со скоростью вращения ротора –600 об./мин., с соотношением массы мелющих шаров к массе обрабатываемой порошковой смеси как 24:1, в среде воздуха рабочей камеры аттритора. Полученный продукт (будем называть его гранулами) был подвергнут холодному двустороннему компактированию в жестком контейнере гидравлического пресса давлением 600 МПа в брикеты диаметром 25 мм. Далее производилась горячая вакуумная дегазация (ГВД) гранульных брикетов в вакуумной печи при температуре 500°С с выдержкой при этой температуре 60 мин. и остаточном давлении в печи $5 \cdot 10^{-4}$ мм. рт. ст. ($1{,}33 \cdot 10^{-8}$ бар). Термообработанные брикеты заворачивались в алюминиевую фольгу, нагревались в электропечи в атмосфере воздуха до температуры 440°С или 450°С выдерживались при этих температурах 60 мин. и далее подвергались горячей экструзии в прутки диаметром 6,5 мм из нагретого до 320°С, 380°С или 415°С контейнера гидропресса со скоростью прессования 4,2…6,15 мм/с и коэффициентом вытяжки – 17.

Введение в ПАС добавок порошка алюминия ПП-1 и углерода по-разному влияет на средний размер гранул (рис. 1, *б*), но характер процесса при $\tau_г$ = 60…180 мин. остается неизменным: так же, как и при обработке в аттриторе сплава ПАС

(см. рис. 1, *а*), происходит измельчение порошковой смеси и существенное повышение твердости получаемых гранул.

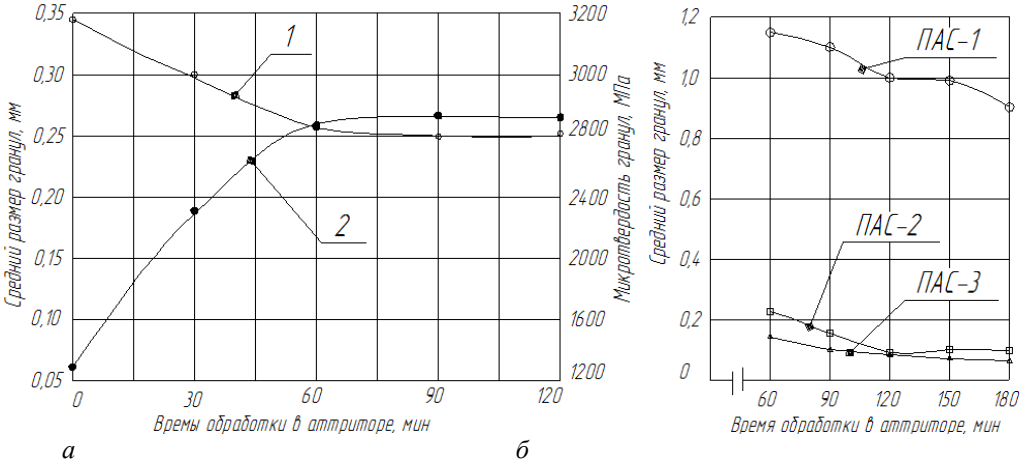


Рис 1. Зависимости среднего размера гранул сплава ПАС (Al-26,3%масс.Si-6,06%масс.Ni-1,86%масс.Fe) (кривая 1) и его микротвердости (кривая 2) от времени обработки в аттриторе (*а*) и среднего размера гранул разных композиций на основе этого сплава от времени их обработки в аттриторе (*б*)

Методом просвечивающей электронной микроскопии с использованием фольг из исследуемых материалов было установлено наличие в них частиц со средним размером 0,043 мкм. Поскольку химическим анализом в прутках не было обнаружено каких-либо следов углерода, то этими частицами являются оксиды Al_2O_3, а также карбиды Al_4C_3 [3, 4].

Анализ прочностных свойств горячеэкструдированных прутков при комнатной температуре и при 350°С, а также значений КЛТР позволил выявить однозначную тенденцию: чем больше было в исходном поршке ПАС добавок порошка алюминия ПП-1 (при одинаковой концентрации углерода – 1,0 %масс.), тем выше была прочность, твердость и жаропрочность материала прутков из таких композиций, и тем меньшими значениями КЛТР обладал материал этих прутков. В частности, если прутки из композиции ПАС-1, в которой соотношение между порошками ПАС и ПП-1 составляло 50:50, имели предел прочности при растяжении при нормальной температуре, в зависимости от времени обработки в аттриторе, от 600 МПа до 650 МПа и при температуре испытаний 350°С – от 165 МПа до 185 МПа при значениях КЛТР в диапазоне температур испытаний (20…100)°С и (20…350)°С, соответственно, $(16{,}7\ldots18{,}2)\cdot10^{-6}$ 1/°С и $(19{,}6\ldots21{,}2)\cdot10^{-6}$ 1/°С, то при соотношении этих порошков 25:75 (ПАС-3) предел прочности при нормальной температуре составлял от 445 МПа до 520 МПа и при температуре испытаний 350°С – от 125 МПа до 145 МПа при значениях КЛТР для указанных выше диапазонов температур, соответственно, $(16{,}2\ldots16{,}5)\cdot10^{-6}$ 1/°С и $(18{,}6\ldots18{,}8)\cdot10^{-6}$ 1/°С.

Описанная выше тенденция, а также анализ полученных свойств исследуемых материалов позволяет предположить, что физико-механические свойства исследуемых материалов формировались, практически, на основе аддитивного влияния [2] на процесс их формирования таких одновременно реализуемых механизмов создания структуры и получения свойств материалов как интенсивная пластическая деформация (ИПД) обрабатываемых в аттриторе порошковых композиций, дисперсионное твердение порошкового алюминиевого сплава ПАС и дисперсное упрочнение, преимущественно, порошка алюминия ПП-1.Самые низкие значения КЛТР (таблица 2) были получены при добавлении в композицию ПАС-3 меди в количестве 1,0 %масс.

и магния в количестве 0,5 %масс. (ПАС-31), а также при добавлении в композицию ПАС-2 титана в количестве 0,8 %масс. (ПАС-21). При этом обработка исходных порошков этих композиций велась в аттриторе при $\tau_г$ = 90 мин.

В таблице 2 приведены основные физико-механические свойства некоторых полученных материалов в сравнении с некоторыми стандартными алюминиевыми сплавами.

Таблица 2. Основные физико-механические свойства разработанных и стандартных поршневых алюминиевых материалов

Обозначение материала	$\tau_г$, мин	ρ, г/см^3	$\sigma_в$ (МПа) при температуре (^{o}C) испытаний:		δ_5, %	$HV_{50/30}$, МПа	КЛТР (10^{-6} 1/ ^{o}C) при температурах (^{o}C) испытаний:	
			20	350			20…100	20…350
Разработанные композиционные материалы								
ПАС-1/120	120	2,68	627	183	1,6	1705	17,6	20,3
ПАС-1/150	150	2,70	603	182	1,2	1735	18,1	19,8
ПАС-1/60	60	2,71	607	165	2,0	1600	16,7	19,6
ПАС-21	90	2,72	485	136	1,5	1930	16,8	18,8
ПАС-31	90	2,73	445	126	1,2	2070	15,8	18,1
Стандартные литейные поршневые сплавы								
АЛ25	-	2,72	225	50	0,5	1170	19,0	21,5
KS1275	-	2,68	225	50	0,8	1000	19,0	22,5
KS281.1	-	5,98	200	40	0,7	1000	18,5	20,5
KS280	-	7,89	200	40	0,5	1000	17,8	19,5
RSA-612	-	2,76	475	150	0,5	1500	18,0	20,5
Стандартные деформируемые поршневые сплавы								
АК4-1	-	2,80	450	100	13	1100	21,2	24,5
АК12Д	-	2,72	460	100	11	1300	20,5	22,5

Анализ данных таблицы позволяет заключить, что разработанные жаропрочные алюминоматричные нанокомпозиционные материалы по своим прочностным свойствам, особенно, при температуре 350^{o}C значительно превосходят стандартные алюминиевые сплавы. При этом они обладают также пониженным КЛТР и более пластичны по сравнению с литейными алюминиевыми сплавами.

Исследования проводились при финансовой поддержке РФФИ проект мол_а № 12-08-31525

Литература

1. Архипов И.В., Шалунов Е.П. Повышение прочности алюминиевых отливок за счет их армирования наноструктурными порошковыми материалами // Новые материалы и изделия из металлических порошков. Производство. Применение (ТПП-ПМ2011): сб. тр. 3-го междунар. научно-практ. сем. Йошкар-Ола: ООО «ПП Центр Принт», 2011. С. 79-83.

2. Порошковая металлургия. Спеченные и композиционные материалы / под ред. В. Шатта. Пер. с нем. М.: Металлургия, 1983. 520 с.

3. Schalunov E., Slesar M., Besterci M, Oppenheim H., Jangg G. Einfluss der Herstellungsbedingungen auf die Eigenschaften von Al-Al_4C_3-Werkstoffen // Metall. 1986. № 6. S. 601-606.

4. Shalunov E., Matrosov A., Karalin A. Development and research of a nanostructured material from aluminium powder for orthopedy and traumatology // Proc. of Int. Powder Metallurgy Congress (EURO PM2008). Mannheim. 2008, sept. 29-oct.l. Shrewsbury: EPMA, 2008. Vol. 2. P. 135-139.

ВЫСОКОРЕСУРСНЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ ИЗ НАНОКОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧАЕМЫХ МЕТОДОМ РЕАКЦИОННОГО МЕХАНИЧЕСКОГО ЛЕГИРОВАНИЯ ПОРОШКОВОЙ МЕДИ

Смирнов В.М., Шалунов Е.П., Плотников В.В., Ефимова Л.Б.,
ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени И.Н.Ульянова»

Аннотация. Приводятся результаты сравнительных испытаний электродов контактной сварки из нанокомпозиционных материалов Cu- Al_2O_3-C(графит) с повышенной электропроводностью, получаемых на основе метода реакционного механического легирования. Показано, что электроды контактной сварки, изготовленные из этих материалов, имеют ресурс, превышающий, в среднем, ресурс аналогичных электродов из хромоциркониевых бронз в 2…3 раза и соответствующий ресурсу электродов из материала GlidCop® AL-60, но обеспечивают при этом значительное энергосбережение.

Annotation. The results of comparative tests of the electrode welding of nanocomposite materials Cu - Al_2O_3-C(graphite) with high electrical conductivity, obtained on the basis of the reaction of mechanical alloying are given. It is shown that the electrodes contact welding, made of these materials have the resource, exceeds, on average, the resource similar electrodes of chromium-zirconium bronze in 2...3 times and correspond to the resource electrodes of a material of GlidCop® AL-60, but provide the considerable energy saving.

Ключевые слова: порошковая медь, реакционное механическое легирование, нанокомпозиционный материал, электроды контактной сварки, ресурс.

Key words: copper powder, reactionary mechanical alloying, nanocomposite materials, electrodes for welding, the resource.

Сегодня изготавливается целая гамма нанокомпозиционных материалов на основе порошковой меди с использованием метода реакционного механического легирования [1], обладающих высокой жаропрочностью. Однако, в большинстве случаев эти материалы обладают электропроводностью не более 50% от электропроводности чистой меди, что не всегда достаточно для эффективного применения их в качестве электроконтактных материалов. Основной причиной недостаточной электропроводности материалов системы Cu-Al-C-O, как, например, материала ДИСКОМ® СО/70 является образование алюминием твердого раствора в решетке меди Cu(Al). Авторами показано [2,3], что значительное повышение электропроводности в нанокомпозиционных материалах системы Cu-Al-C-O, получаемых на основе метода реакционного механического легирования, возможно при добавлении в исходную порошковую шихту окиси меди, а также применения дополнительной термообработки получаемых гранул.

В настоящей работе анализируются результаты сравнительных испытаний электродов контактной сварки из разработанных авторами нанокомпозиционных материалов на основе меди, получаемых методом механического легирования – путем высокоэнергетического размола в аттриторе в среде воздуха смеси порошка меди ПМС-1, алюминия ПП-1, графита карандашного ГК-3 и окиси меди. Технологический передел полученных в аттриторе гранул в полуфабрикат в виде прутка включал следующие операции:

– термообработка гранул (для материалов с добавлением окиси меди) в закрытой камере в присутствии карбюризатора (Na_2CO_3 – 25%, $CaCO_3$ – 5%, остальное – древесный уголь) при температуре 850 °С в течение 2…4 ч. (карбюризатор является генератором смеси газов {$CO+CO_2$});
– двустороннее холодное компактирование гранул в брикеты при удельном давлении 600 МПа;
– нагрев завернутых в медную фольгу брикетов (или помещенных в капсулу с карбюризатором) до температуры 700 °С, выдержка при этой температуре 15…20 мин для их прогрева и последующая горячая экструзия в прутки.

В таблице представлены основные физико-механические свойства некоторых типов разработанных медных нанокомпозиционных материалов с повышенной электропроводностью для электродов контактной сварки, в сравнении с традиционной отечественной электротехнической бронзой БрХ1Цр и американским дисперсно-упрочненным материалом Cu- Al_2O_3 торговой марки GlidCop® AL-60, так же применяемыми для изготовления электродов контактной сварки.

Таблица

Основные физико-механические свойства различных электродных материалов на основе меди

Характеристика материала и единица её измерения	Электродные материалы			
	БрХ1Цр	GlidCop® AL-60	Разработанные материалы	
			С16.106	С16.102
Абсолютная плотность при 20° С,г/см^3	8,90	8,81	8,57	8,55
Теплопроводность, Вт/м ×°К	320	287	330	309
Температура рекристаллизации, °С	550	860	870	850
Относительная электропроводность при 20 °С, %IACS	75	78	85	80
Твердость по Бринеллю НВ 5/750/30 при 20 °С	155	138	140	178
Предел прочности при растяжении при 20 °С, МПа	490	513	492	496
Относительное удлинение при 20° С, %	15,0	20,5	15,0	14,0

Разработанные материалы относятся к нанометрической 3-D шкале наноструктурных материалов – нанокомпозитов, – и благодаря применению для их изготовления технологии реакционного механического легирования, процессов гранульной металлургии и горячего прессования (экструзии), имеют дисперсно-упрочненную структуру Cu-Al_2O_3-С(графит). Основной упрочняющей фазой является оксид алюминия γ–Al_2O_3. На дифрактограммах анодных осадков материала также проявляются самые сильные линии графита и окиси меди. Как показывают исследования структуры материала С16.102 на зондовом сканирующем микроскопе методом атомно-силовой микроскопии (АСМ), размер зерен неоднороден: имеется разброс от менее 100 нм до 500 нм (рис.1). Анализ физического уширения дифракционных линий меди показывает, что медная матрица исследуемых мате-

риалов сильно фрагментирована, средний размер областей когерентного рассеяния составляет 100…120 нм. Параметр решетки матрицы соответствует параметру решетки чистой меди.

На рис. 2 приведены значения относительного ресурса Re холодноштампованных колпачковых электродов из медного нанокомпозиционного материала С16.106 по отношению к ресурсу аналогичных электродов из бронзы БрХ1Цр (CuCrZr) при сварке пакета из листовой малоуглеродистой стали различной толщины этого пакета S.

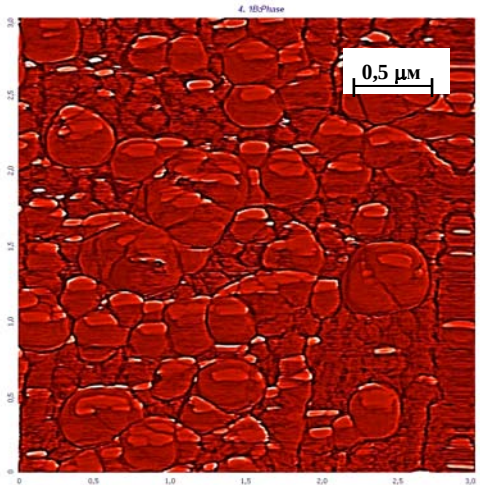


Рис.1. Структура нанокомпозиционного материала на основе меди С16.102. Метод АСМ, в режиме «фаза»

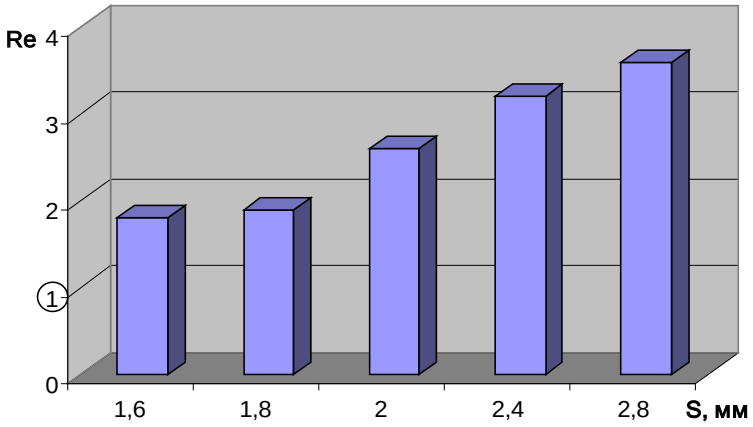


Рис.2. Зависимость соотношения ресурсов Re холодноштампованных колпачковых электродов из медного нанокомпозиционного материала С16.106 и аналогичных электродов из бронзы БрХ1Цр (CuCrZr) от толщины S свариваемого пакета из листов

Из рис. 2 следует, что при сварке двух стальных листов толщиной по 0,8 мм каждый (S=1,6 мм) ресурс колпачковых электродов из медного нанокомпозиционного материала С16.106 в 1,7 раза превышает ресурс аналогичных электродов из бронзы БрХ1Цр (CuCrZr). При сварке же пакета толщиной 2,8 мм это преимущество возрастает до 3,4 раза.Это объясняется, прежде всего, тем, что при жестких режимах сварки, которые имеют место быть при сварке толстостенных изделий, бронзы, обладая температурой рекристаллизации не более 550 ºС, разупрочняются и электроды из них интенсивно изнашиваются, в то время как электроды из медного нанокомпози-

ционного материала С 16.106, имея температуру рекристаллизации не менее 870 ºС, продолжают работать дальше, выдерживая высокие температурные, силовые и циклические нагрузки.

Сравнительные производственные испытания, проведенные на автозаводе FORD в г. Детройте, показали, что электроды из бронзы CuCrZr 328 при сварке оцинкованной стали толщиной 0,8 мм + 0,8 мм марки G60 (аналог российской стали 08кп) выдерживают не более 3200 сварных точек, тогда как электроды из материала GlidCop® AL-60 – почти 6000 сварных точек, но при этом эти электроды потребляют бóльший, чем другие электроды сварочный ток (от 12,5 до 17,5 А). Электроды из медного нанокомпозиционного материала С16.102 имеют одинаковую стойкость с электродами из материала GlidCop® AL-60, но при этом потребляют сварочный ток силой от 9,0 до 16,0 кА, что обеспечивает, примерно, 30%-ную экономию электроэнергии сварочного производства.

Испытания, проведенные в Германии на автозаводе DaimlerChrysler, показали, что ресурс электродов из материала С16.102 в 1,3…1,7 раза превышает ресурс электродов из медного дисперсно-упрочненного композиционного материала ECKA DISCUP® и соответствует ресурсу электродов из материала GlidCop®AL-60.

Производственные испытания, проведенные на холодноштампованных колпачковых электродах типов B,D и F по ISO 5821 из медных нанокомпозиционных материалов С16.102 и С16.106 на заводе автомобилестроительного концерна OPEL (г. Бохум, Германия) показали, что при сварке кузовов автомобилей из оцинкованной малоуглеродистой стали их ресурс в 2,0…2,4 раза превышает ресурс аналогичных электродов из бронзы CuZr и, примерно, равен ресурсу электродов из медного дисперсно-упрочненного материала GlidCop® AL-60.

Примерно такие же результаты получены при проведении аналогичных производственных испытаний на автомобилестроительных заводах в Чехии (ŠKODA), Испании (FORD) и Индии (FORD).

Таким образом, можно констатировать, что электроды контактной сварки из нанокомпозиционных материалов Cu-Al_2O_3-C(графит), разработанных на основе метода реакционного механического легирования, имеют ресурс, превышающий, в среднем, ресурс аналогичных электродов из бронз CuZr, CuCr (БрХ1) и CuCrZr (БрХ1Цр) в 2…3 раза и полностью соответствует ресурсу электродов из лучшего материала для этих целей – американского дисперсно-упрочненного материала GlidCop® AL-60, но обеспечивают по сравнению с последними энергосбережение до 30%.

Литература

1. Патент РФ 2116370. Способ получения дисперсно-упрочненных материалов на основе меди / Шалунов Е.П.; опубл. 16.12.98; Бюл. №36. - 10 с.

2. Шалунов Е.П., Смирнов В.М. Особенности формирования объемных наноструктурных материалов на основе меди методом реакционного механического легирования // Вестник Чувашского университета. Естественные и технические науки. 2009. №2. - с. 291-299.

3. Шалунов Е.П., Смирнов В.М., Матросов А.Л. Реакционное механическое легирование порошковой меди кислородом и углеродом // Вестник Чувашского университета. Естественные и технические науки. 2012. №3. - с. 252-259.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект №12-03-97080-р_поволжье_а).

ВЛИЯНИЕ НАНОМОДИФИКАЦИИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПКМ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНЫХ БУМАГ ДЛЯ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ МНОГОСЛОЙНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Наумов А.В., Закиров И.М., Файзрахманов Р.Р.,
Казанский национальный исследовательский технический университет;
Шкодич В.Ф.,
Казанский национальный исследовательский технологический университет

Аннотация. Исследовано влияние наномодификации на упруго-прочностные свойства полимерного композита на основе арамидной бумаги Nomex® и фенолоформальдегидного связующего. Установлено, что введение наночастиц обеспечивают рост прочности композита при сжатии с одновременным увеличением модуля упругости при и снижении значений относительного удлинения.

Annotation. The influence nanomodifikatsii on elastic and strength properties of composites based on aramid Nomex ® paper and phenol-formaldehyde resol type binder. Found that the introduction of nanoparticles provide growth in compression strength of the composite with larger modulus values and lower elongation.

Ключевые слова: полимерные композиционные материалы, наночастица, нанокомпозит, упруго-прочностные характеристики

Одной из актуальных задач современного материаловедения является проблема целенаправленного улучшения эксплуатационных свойств материалов. В последние годы сформировалось крупное направление - развитие полимерных нанокомпозитных материалов. Основными полезными результатами введение нанокомпонентов в полимерную матрицу становятся улучшение механических свойств, повышение жесткости и формоустойчивости, улучшение барьерных качеств, повышение огнестойкости и электропроводности. Разработка технологий создания новых поколений высокоэффективных материалов является актуальной задачей и осуществляется в интересах многих отраслей промышленности.

Для оценки влияния наномодификации на упруго-прочностные свойства композита на основе феноло-формальдегидного резольного олигомера были изготовлены несколько серий образцов. В качестве армирующего материалы использовалась арамидная бумага Nomex®; в качестве наномодификатора – *детонационный наноалмаз* (ДНА) и его производные.ДНА - монофазный материал с кристалличиской решеткой, относящейся к кубической сингонии с параметрами*а*=0,357 нм. Черный порошок в состоянии поставки представляет собой агломераты размером 0,5-50 μm, состоящие из сферических частиц с преимущественным размером 15-20 нм. Величина удельной поверхности порошков, получаемая методом низкотемпературной адсорбции, составляет 200 $м^2$/g, а пикнометрическая плотность–3.3 г/$см^2$(ТУ 28.5-05417377-094-2003).

Для оценки эффекта наномодификации на прочностные характеристики композита изготовленные образцы были испытаны при сжатии. Эффективная нагрузка при сжатии является одной из основных эксплуатационных характеристик для многослойных панелей. Этот показатель определяет значения нагрузки, которое может воспринять многослойна конструкция без потери устойчивости. По этой причине исследование нагрузки при сжатии изучаемой системы является

важным этапом исследований модифицированного композиционного материала и позволит оценить влияние модификации на свойства конструкций.

Описание образцов

Для проведения эксперимента было использовано три серии образцов содержащих различные наномодификаторы:

1. детонационные наноалмазы (ДНА):

концентрации (% масс) – 0; 0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,6

2. механоактивированные (5 мин.) детонационные наноалмазы (МДНА(5)):

концентрации (% масс) – 0; 0,1; 0,4; 0,6

3. механоактивированные (10 мин.) детонационные наноалмазы (МДНА(10)):

концентрации (% масс) – 0; 0,1; 0,4; 0,6

Поскольку арамидная бумага Nomex® обладает анизотропией физико-механических свойств «по направлению» рулона исследования проводились для образцов изготовленных вдоль направления рулона (0°) и поперек направления рулона (90°).

Результаты испытаний для всех серий образцов приведены на рис.1 – 3.

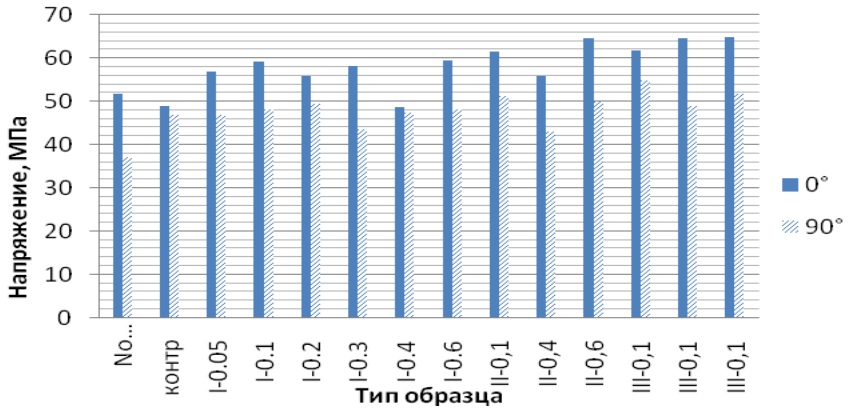


Рисунок 1 – Зависимость изменения напряжения при сжатии до потери устойчивости композита Nomex® - БФОС от типа и концентрации наномодификатора

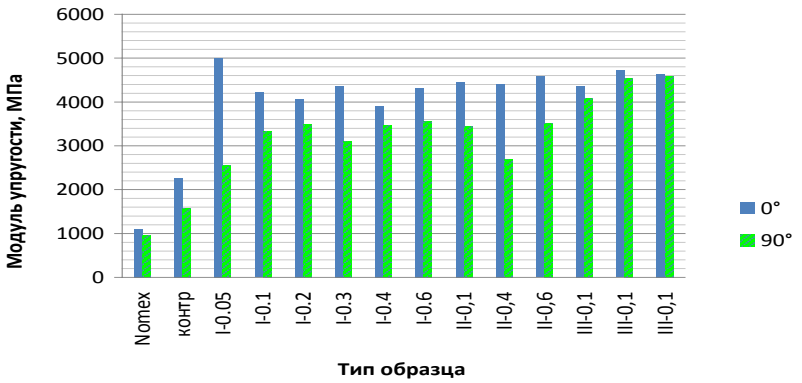


Рисунок 2 – Зависимость изменения модуля упругости при сжатии композита Nomex® - БФОС от типа и концентрации наномодификатора

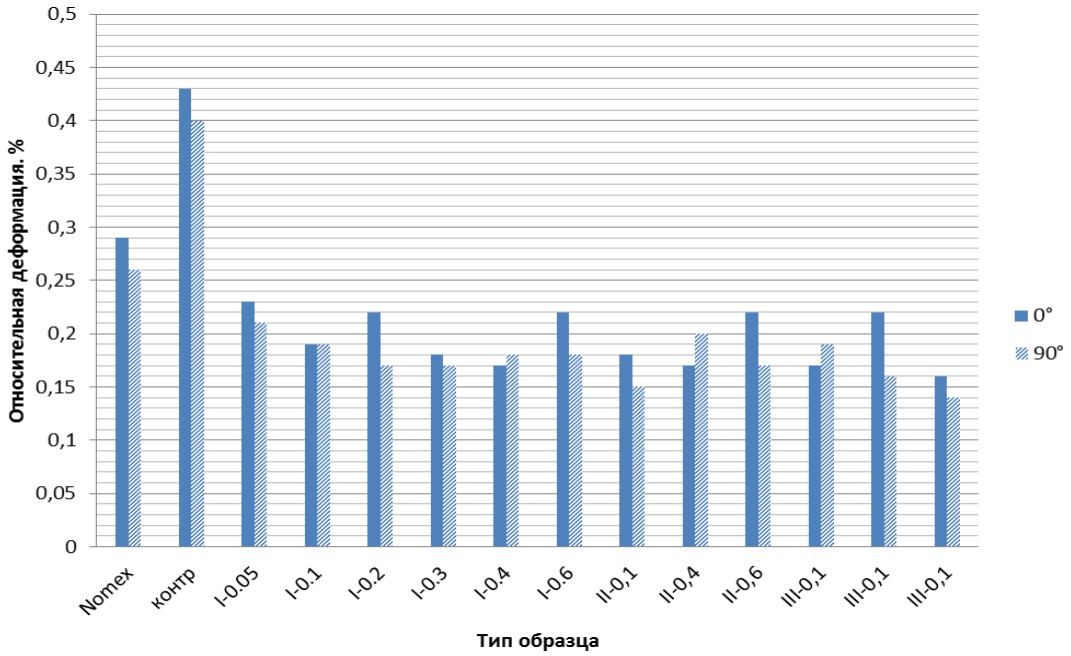


Рисунок 3 – Зависимость изменения относительной деформации при сжатии до потери устойчивости композита Nomex® - БФОС от типа и концентрации наномодификатора

Анализ результатов проведенных физико-механическихиспытаний показывает следующие изменения свойств материала:

- повышение эффективной прочности при сжатии до 30 % (максимальное значение при использовании наномодификатора МДНА, 0,6 % конц.);
- повышение модуля упругости до 100 %;
- снижение относительной деформации в 2 раза.

Для исследования влияния наномодификации на температурные параметры отверждения нанокомпозитов была подготовлена серия образцов, где в качестве наночастиц использовалась наноалмазная шихта в следующих массовых концентрациях – 0% (контрольный образец); 0,05%; 0,2%; 0,4%; 0,6%; 1%. Данные образцы изучались методом дифференциальнойсканирующейкалориметрии (ДС.

Результаты ДСК сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Концентрация наночастиц	Температура отверждения, °С
0	161,87
0,05	141,21
0,2	155,11
0,4	154,05
0,6	157,14
1	157,46

Проведенные исследования показали: наблюдается значительное влияние наномодификации на параметры отверждения композита.

Сопоставляя данные ДСК видно, что введение наночастиц в резольный олигомер приводит к снижению температуры отверждения.

Сопоставляя результаты физико-механических исследований и дифференциальной сканирующей калориметрии можно сделать вывод:

Введение наномодификаторов в связующий состав приводит к большей подвижности олигомерных цепей и, как следствие, доступности функциональных групп. Это способствует облегчению протекания процесса отверждения связующего с формированием более плотной пространственной полимерной сетки, что сказывается на увеличении прочностных характеристик композита при сжатии. С другой стороны, увеличение количества узлов пространственной полимерной сетки приводит к некоторому "охрупчиванию" материала, что подтверждается ростом модуля упругости и снижением относительнойдеформации композита.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ РЫНКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

Салимов Р.И.,
ГУП РТ «Татарстанский ЦНТИ»

Аннотация. В Республике Татарстан завершены работы по разработке первой на территории Российской Федерации долгосрочной целевой программы «Развитие рынка интеллектуальной собственности в Республике Татарстан на 2012-2020 годы». Программа направлена на реализацию государственной политики в сфере интеллектуальной собственности и повышение конкурентоспособности экономики Республики Татарстан. Целью Программы является формирование действенного механизма получения экономических преимуществ от научно-технической, инновационной и производственной деятельности, повышение конкурентоспособности республиканских товаропроизводителей на отечественном и зарубежных рынках за счет эффективного управления интеллектуальной собственностью. В статье приведены основные положения программы развития интеллектуальной собственности в Республике Татарстан.

Ключевые слова. Рынок интеллектуальной собственности, ГУП РТ «Татарстанский ЦНТИ», ВОИС, НИОКР, Роспатент, учет, коммерциализация, результаты интеллектуальной деятельности, ГСНТИ.

Постановка вопроса. В Республике Татарстан уделяется значительное внимание вопросам развитию инновационной деятельности.

Работы по созданию программы развития рынка интеллектуальной собственности в Татарстане ведутся почти десять лет. И, вот, постановлением Кабинета Министров Республики Татарстан от 15 октября 2011 года № 857 принята Концепция долгосрочной целевой программы «Развитие рынка интеллектуальной собственности в Республике Татарстан на 2012-2020 годы». Это первая программа в сфере интеллектуальной собственности, разрабатываемая на территории Российской Федерации.

Основанием для разработки Программы является постановление Кабинета Министров Республики Татарстан от 15.10. 2011 № 857 «Об утверждении концепции долгосрочной целевой программы «Развитие рынка интеллектуальной собственности в Республике Татарстан на 2012 – 2020 годы». Концепция долгосрочной целевой программы «Развитие рынка интеллектуальной собственности в Республике Татарстан на 2012 – 2020 годы» стала первым этапом разработки долгосрочной целевой программы «Развитие рынка интеллектуальной собственности в Республике Татарстан на 2012 – 2020 годы» (далее – Программа).

Программа строится на основах положений Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года (утверждена распоряжением Российской Феде-рации от 8 декабря 2011 года № 2227-р) и является составной частью Стратегии развития на-учной и инновационной деятельности в Республике Татарстан до 2015 года, утвержденной Указом Президента Республики Татарстан от 17.06.2008 № УП-293, и согласовываться с положениями Закона Республики Татарстан от 02.08.2010 № 63-ЗРТ «Об инновационной деятельности в Республике Татарстан» и Программой социально-экономического развития Республики Татарстан на 2011-2015 годы (утверждена Законом РТ № 13-ЗРТ от 22.04.2011 г.).

Программа основывается на результатах всесторонней оценки инновационного потенциала и долгосрочного научно-технологического прогноза развития Российской Федерации и Республики Татарстан. Положения Программы должны учитываться при разработке программ социально-экономического развития Республики Татарстан.

Первая на территории Российской Федерации программа развития рынка интеллектуальной собственности Республики Татарстан построена с учетом положений Руководства Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС) по разработке стратегии в области интеллектуальной собственности в странах с переходной экономикой на основе передового зарубежного опыта, достижений науки, особенностей социально-экономического развития Татарстана. Программа включила в себя предложения ряда федеральных, республиканских и зарубежных организаций, в том числе Федеральной службы по интеллектуальной собственности (Роспатент), Министерства экономики Республики Татарстан, Министерства промышленности и торговли Республики Татарстан, министерств и ведомств Республики Татарстан, Академии наук Татарстана, Российской государственной академии интеллектуальной собственности, Международного банка реконструкции и развития, Татарстанского ЦНТИ, экспертного сообщества Российской Федерации, ближнего и дальнего зарубежья.

Современное состояние и проблемы инновационного развития Республики Татарстан

Как отмечено в Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года, Россия ставит перед собой амбициозные, но достижимые цели долгосрочного развития, заключающиеся в обеспечении высокого уровня благосостояния населения и закреплении геополитической роли страны как одного из лидеров, определяющих мировую политическую повестку дня. Единственным возможным способом достижения этих целей является переход экономики на инновационную социально ориентированную модель развития.

Наиболее масштабно, быстро и качественно такое развитие происходит на основе интеллектуальной собственности, принципиально меняющей культуру отношений в любой национальной экономике.

Исследованию вопросов развития системы интеллектуальной собственности в Российской Федерации посвящено много работ ученых и специалистов. Однако результаты этих исследований не трансформировались в соответствующие управленческие решения.

Одним из необходимых и базовых условий инновационного развития является цивилизованный рынок интеллектуальной собственности, как на международном, так и на национальном и региональном уровнях.

Именно наличие интеллектуальной собственности в коммерциализируемых инновационных продуктах играет определяющую роль в повышении их конкурентоспособности. Ввиду этого особую актуальность приобретает вопрос наиболее эффективного использования и реализации научно-технических достижений, что непосредственно связано с развитием рынка интеллектуальной собственности, обеспечивающего действенный механизм передачи новых наукоемких технологий в реальный сектор экономики страны, а также с совершенствованием механизмов управления интеллектуальной собственностью.

Интеллектуальные инвестиции, среди которых наиболее важной, с точки зрения управления, является интеллектуальная собственность, становятся веду-

щими относительно финансовых, материальных инвестиций. Поэтому каждое государство сегодня начинает вырабатывать в этой области свою стратегию.

Среди стран, имеющих национальные стратегии интеллектуальной собственности, программы научно-технического развития – это Соединенные Штаты Америки, Япония, Китай, страны Евросоюза, Бразилия, Канада, Австралия, некоторые страны Африки, а также Республика Беларусь, Украина, Киргизская Республика и другие страны (всего около 30 стран). На сегодняшний день у Российской Федерации нет такой стратегии.

Практически во всех национальных стратегиях интеллектуальной собственности и программах научно-технического развития отмечается положительная взаимосвязь между уровнем использования интеллектуальной собственности и инновационной деятельностью, что делает политику в области интеллектуальной собственности все более важным инструментом для стимулирования экономического роста в условиях глобальной конкуренции.

Без грамотно выстроенных отношений с интеллектуальной собственностью никакие инновации состояться не могут. Интеллектуальная собственность составляет основной смысл инноваций и детально выстраивает внутреннюю логику взаимовыгодных и ответственных отношений в каждом конкретном инновационном проекте, в любом высокотехнологичном предприятии, корпорации, отрасли, административном центре научно-промышленного города, региона, государства и в целом международного сообщества. Смысл этой логики состоит в поощрении творчески активных и продуктивных участников рынка и, соответственно, в поощрении инноваций.

Для себя Республика Татарстан поставила такую цель: получить экономические преимущества от инновационной деятельности, повысить конкурентоспособность республиканских товаропроизводителей на отечественном и зарубежном рынках за счет эффективного управления интеллектуальной собственностью. Достижение этой амбициозной цели позволит республике закрепить за собой статус инновационно-активного региона, привлекательного для инвестиций.

В ходе реализации Программы будет создана необходимая инфраструктура в виде рыночных институтов, сформированы механизмы стимулирования научно-технической деятельности, которые позволят республике достичь требуемой цели. Без подобных механизмов не было бы развития Японии и Китая, Европы и США.

В нашем понимании «рынок интеллектуальной собственности» на современном этапе развития общества – это не столько сфера обращения интеллектуальных прав, где есть спрос и предложение интеллектуального товара, но в первую очередь – это **формирование и реализация государственной научно-технической политики Российской Федерации и Республики Татарстан, основанной на мировом опыте**. Создать рынок инноваций, рынок интеллектуальной собственности – вот основная задача Программы.

Нельзя рассматривать Татарстан в отрыве от регионов Российской Федерации и самого федерального центра – само понятие «региональный рынок интеллектуальной собственности» – это не замкнутая на отдельно взятый регион система, а глубоко интегрированная система, как в межрегиональное, так и международное сообщество.

Таким образом, Программа – это стратегия развития региональной государственной научно-технической политики на основе интеллектуальной собственности, созданной и используемой в Республике Татарстан. Она наполнена конкретными программными мероприятиями и рассчитана на период до 2020 года.

Принятие в 2011 году концепции долгосрочной целевой программы «Развитие рынка интеллектуальной собственности в Республике Татарстан на 2012-2020 годы» стало одним из толчков закрутившихся вихрей вокруг интеллектуальной собственности. Так, в начале 2012 года создан Совет по вопросам интеллектуальной собственности при Председателе Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации. В его состав вошел и представитель Республики Татарстан. Уже на первом заседании Совета по вопросам интеллектуальной собственности при Председателе Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации 25 апреля 2012 года принято решение рекомендовать Правительству Российской Федерации разработать и утвердить долгосрочную стратегию Российской Федерации в области интеллектуальной собственности.

Уже в ходе разработки Программы создается необходимая инфраструктура в виде рыночных институтов, которые обеспечат бесперебойную работу механизмов получения экономических преимуществ от инновационной деятельности, повышение конкурентоспособности российских товаропроизводителей на отечественном и зарубежных рынках за счет эффективного управления интеллектуальной собственностью.

Среди первых результатов Республики Татарстан в сфере интеллектуальной собственности можно отметить следующие:

– внедрена Единая система государственного учета и хранения результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения в Республике Татарстан (Постановление Кабинета Министров Республики Татарстан от 12 марта 2010 года № 133, внесение изменений в Постановление Кабинета Министров Республики Татарстан от 1 августа 2000 г. № 562 «О финансировании строительства, проектно-изыскательских, геологоразведочных и научно-исследовательских работ за счет средств бюджета Республики Татарстан») (впервые в регионе Российской Федерации, 2010,);

– заключено Соглашение о сотрудничестве между Федеральной службой по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент) и Правительством Республики Татарстан от 18.03.2011 г. № 396;

– заключен Договор между Федеральным государственным учреждением «Федеральный институт промышленной собственности Федеральной службы по интеллектуальной собственности» (ФГУ ФИПС) и государственным унитарным предприятием Республики Татарстан «Татарстанский центр научно-технической информации» о сотрудничестве от 04.03.2011№ 2/2011;

– принята Концепция долгосрочной целевой программы «Развитие рынка интеллектуальной собственности в Республике Татарстан на 2012-2020 годы» (Постановление Кабинета Министров Республики Татарстан от 15 октября 2011 года № 857) (впервые в регионе Российской Федерации, 2011);

– создан при поддержке Роспатента и Всемирной организации интеллектуальной собственности на базе ГУП РТ «Татарстанский ЦНТИ» Центр поддержки технологий и инноваций (2012);

– разработаны проекты постановлений Кабинета Министров Республики Татарстан «Об утверждении Положения о порядке закрепления прав на результаты научно-технической деятельности в Республике Татарстан, созданные при выполнении научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ по государственным контрактам и полученные за счет средств бюджета Республики Татарстан» и «Об утверждении Положения о порядке формирования перечня научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ, претендующих на финансирование за счет средств бюджета Республики

Татарстан, и финансирования указанных работ и внесении изменений в отдельные акты Кабинета Министров Республики Татарстан» (впервые в регионе Российской Федерации, 2012);

– разработаны концептуальные положения интеграции региональных систем учета результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения, выполняемых за счет средств бюджетов субъектов Российской Федерации, в Единую федеральную базу данных, включающую результаты научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ, выполняемых за счет средств федерального бюджета (пионерская инициатива Республики Татарстан, 2012).

Инновационная сфера Республики Татарстан

В Республике Татарстан активно развивается инновационная инфраструктура (технопарки, индустриальные парки, технополис), с другой стороны, потенциал интеллектуальной собственности для создания и коммерческого использования инновационных технологий, полученных по результатам научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ (далее – НИОКР), выполненных в университетах, научных учреждениях и на предприятиях, активно не используется.

Сегодня в Республике Татарстан создан законодательный каркас инновационной деятельности. Однако необходимо отметить, что законодательное обеспечение инновационной деятельности в настоящий момент все еще не соответствует требованиям участников инновационного процесса. Несмотря на вступление в силу части четвертой Гражданского кодекса Российской Федерации, законодательная база для нужд коммерциализации интеллектуальной собственности до настоящего времени не разработана в полном объеме. До сих пор не существует единой государственной политики в сфере правовой охраны и использования результатов научно-технической деятельности и объектов интеллектуальной собственности.

Основной целью региональной инновационной политики является создание благоприятных экономических, правовых и организационных условий для инновационной деятельности, обеспечивающих рост конкурентоспособности местной продукции, эффективное использование научно-технических результатов и решение задач социально-экономического развития. В Республике Татарстан реализован комплекс мер законодательного и организационного характера по созданию благоприятных условий для всех субъектов хозяйствования, активизации инвестиционной и инновационной деятельности в целях подъема экономики, повышения эффективности производства и решения социальных задач.

Среди основных направлений государственного регулирования инновационной деятельности Республики Татарстан выделены вопросы совершенствования механизмов системы государственного финансирования и регулирования инновационных процессов, повышения эффективности деятельности региональной инновационной инфраструктуры, развития единой системы государственного учета исследований и разработок Республики Татарстан.

Удельный вес внутренних расходов на научные исследования и разработки в странах Европейского союза, США и Японии составляет 2,2, 2,8 и 3 процента от валового внутреннего продукта, соответственно. Российская Федерация со своими скромными расходами на научные исследования и разработки в размере 1,1 процента от валового внутреннего продукта уступает флагманам мирового рынка

инновационных товаров и услуг. Однако здесь следует иметь в виду, что за рубежом решающую роль в затратах на НИОКР играют предприятия частного сектора – на их долю приходится примерно 70 – 80 процентов подобных издержек, в то время как в нашей стране ситуация прямо противоположная.

В целях развития инновационной составляющей экономики необходимо усиление взаимодействия государственного и частного капитала, а также университетских и научно-исследовательских структур с промышленностью и бизнесом, в особенности с малым и средним бизнесом, дальнейшее развитие условий и стимулов для создания и использования объектов интеллектуальной собственности.

Анализ расходов бюджета Республики Татарстан показал, что за 2007 – 2011 годы и первое полугодие 2012 года на финансирование 600 проектов НИОКР направлены государственные ассигнования в объеме 690 100,5 тыс.рублей. Это далеко не малая цифра. При этом только 6,4 процента работ из общего количества профинансированных НИОКР завершились получением охранных документов (патенты на изобретения, полезные модели, свидетельства на программы для ЭВМ, базы данных, патенты на селекционные достижения и другое), что не отражает реальный вклад республики в научно-техническое развитие. Доля расходов на мероприятия, связанные с охраной и управлением интеллектуальной собственностью, составила не более 2 процентов в расходах на НИОКР университетов и научных учреждений, а доля нематериальных активов в общей сумме активов предприятий составила в среднем менее 3 процентов.

Система оценки и учета интеллектуальной собственности, инновационной и научной продукции до сих пор еще недостаточно эффективна, существующая система финансирования НИОКР не отвечает современным реалиям инновационного развития экономики и требует пересмотра. Вместе с тем в Республике Татарстан каждые три года формируется инновационный меморандум, который определяет приоритетные направления инновационного развития экономики. В этой связи для повышения эффективности контроля над целевым и рациональным использованием бюджетных средств предлагается ежегодно формировать государственный заказ на НИОКР по приоритетным направлениям инновационного развития экономики Республики Татарстан, утвержденным инновационным меморандумом Республики Татарстан. Это позволит повысить долю коммерциализации результатов НИОКР и получить экономический эффект от их внедрения в производство.

Необходимы корректная оценка степени инновационности проектов, а также действенных механизмов стимулирования хозяйствующих субъектов и своевременное информирование о текущей ситуации.

Выделяются следующие проблемы инновационного развития:

– отсутствие на федеральном уровне законодательного регулирования инновационной сферы и, как следствие, недостаточно детерминированная нормативная база субъектов Российской Федерации, в том числе Республики Татарстан;

– отсутствие налаженной системы взаимосвязей участников научной, инновационной и производственной деятельности;

– неприспособленность системы государственной статистики к целям управления инновационным развитием, статистические данные, отражающие ключевые параметры инновационного развития: эти параметры становятся доступными с существенным опозданием, затруднено проведение конкурентного анализа инновационных систем субъектов Российской Федерации в связи с отсутствием современных методик статистического учета результатов интеллектуальной деятельности;

– отсутствие надежной информации о реальном потенциале и результативности исполнителей НИОКР существующей системы государственного заказа в сфере науки;

– недостаточно реализуются меры по привлечению к исследовательской работе в вузах Республики Татарстан ученых с мировым именем, а также по поддержке кооперации вузов с предприятиями и дальнейшему развитию вузовской инновационной инфраструктуры;

– недостаток квалифицированных кадров в сфере инновационного бизнеса, в том числе и в сфере управления интеллектуальной собственностью, неразвитость институтов поддержки инноваций, таких, как офисы коммерциализации, центры трансфера технологий и прочее, не в полной мере удается решить проблему старения научных кадров;

– низкое качество образования на всех уровнях – от общего, начального и среднего профессионального образования до высшего и послевузовского профессионального образования, республиканские вузы практически не попадают в первую сотню мировых лидеров;

– государственные средства, выделяемые на научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы, в большинстве секторов экономики расходуются неэффективно;

– неэффективно используются возможности федеральных институтов развития: Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, венчурные фонды с государственным участием через открытое акционерное общество «Российская венчурная компания», федеральное государственное автономное учреждение «Российский фонд технологического развития», государственную корпорацию «Банк развития и внешнеэкономической деятельности (Внешэкономбанк)», открытое акционерное общество «РОСНАНО», инновационного центра «Сколково»;

– отсутствует четкая система финансирования научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ, фундаментальной науки за счет средств Республики Татарстан, в том числе через механизм федеральных целевых программ и государственные фонды финансирования науки на условиях софинансирования;

– низкая доля прямых расходов на инновационное развитие в валовом региональном продукте;

– недостаточное стимулирование исследовательской деятельности и инновационного развития, в результате чего проявляется незаинтересованность предпринимательского сектора экономики в финансировании рискованных и дорогостоящих инновационных и инвестиционных проектов, имеющих длительные сроки окупаемости, уровень инновационной активности предприятий значительно уступает показателям стран – лидеров в этой сфере;

– низкая доля произведенных товаров и услуг предприятий Республики Татарстан в общемировых объемах экспорта высокотехнологичной продукции гражданского назначения;

– предприятия Республики Татарстан тратят на инновации значительно меньше средств, чем их зарубежные конкуренты в соответствующих секторах. В рейтинге тысячи крупнейших компаний мира, осуществляющих исследования и разработки, Россия представлена только тремя компаниями - открытым акционерным обществом «Газпром» (108-е место по абсолютному объему затрат на исследования и разработки, доля затрат на исследования и разработки в выручке - 0,6 процента), открытым акционерным обществом «АВТОВАЗ» (758-е место, 0,8

процента) и открытым акционерным обществом «СИТРОНИКС» (868-е место, 2,6 процента), предприятий Татарстана в этом рейтинге нет. Доля расходов на исследования и разработки в бюджетах компаний лидеров в мировой автомобильной индустрии более чем в 6 раз выше, чем у российского автопроизводителя (в т.ч. ОАО «КАМАЗ»). Большинство предприятий, столкнувшись с необходимостью жесткой оптимизации издержек, в первую очередь экономят на развитии, откладывая на неопределенное будущее инновационные проекты, расходы на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы и перевооружение;

– низкий уровень цитирования работ ученых Республики Татарстан (база данных «Сеть науки» (Web of Science));

– неразвитость оценочного бизнеса в сфере инноваций, завышение научными и образовательными учреждениями оценочной стоимости результатов интеллектуальной деятельности, вносимых в уставный капитал малого инновационного предприятия, что может привести к дефициту реальных материальных средств предприятия, необходимых для его операционной деятельности;

– недостаточно развита система государственно-частного партнерства в реализации инновационных проектов - доля организаций, получающих финансирование из бюджета Российской Федерации на эти цели, составляет 0,8 процента (в Германии - 8,8 процента, в Бельгии - 12,7 процента);

– недостаточная поддержка созданию малого инновационного бизнеса;

– система государственных закупок пока не способствует доступу инновационной продукции в систему государственного заказа;

– фискальная составляющая налогового и таможенного регулирования и администрирования по отношению к инновационному бизнесу продолжает превалировать над стимулирующей.

Описание экономической и социально-культурной карты Республики Татарстан

Республика Татарстан владеет не только сырьевыми ресурсами, но и высоким научно-техническим, образовательным и культурным потенциалом. Республика может заявить о себе во многих приоритетных направлениях развития науки, технологий и техники. Это: промышленные технологии авиа- авто-, судо- и машиностроения, биоинформационные, биомедицинские и ветеринарные технологии жизнеобеспечения и защиты человека и животных, нанотехнологии, информационные технологии, энергоресурсосберегающие технологии, технологии распределения и энергетических ресурсов, экологические технологии, технологии переработки сельскохозяйственного сырья и производства продуктов питания, технологии экологически безопасной разработки месторождений и добычи полезных ископаемых.

Основа экономической и социально-культурной карты Республики Татарстан, в которой создается интеллектуальная собственность, представлена перечнем крупных, экономически и социально значимых предприятий и организаций Республики Татарстан, осуществляющих свою деятельность на территории Республики Татарстан (её основу составляет перечень предприятий и организаций Республики Татарстан, утвержденный распоряжением Кабинета Министров Республики Татарстан от 29 мая 2012 г. № 883-р). На ней представлено распределение инновационного, инвестиционного и культурного потенциала по важнейшим отраслям экономики Республики Татарстан:

1) химическая, нефтехимическая и нефтегазодобывающая отрасли;

2) авиа-, авто-, судо- и машиностроение;
3) строительстве, в том числе дорожное;
4) транспорт;
5) электроэнергетика;
6) легкая промышленность;
7) деревообрабатывающая промышленность;
8) металлургия;
9) стекольная промышленность;
10) инфотелекоммуникационная отрасль;
11) сельское хозяйство и производство продуктов питания;
12) медицина, фармакология и биотехнологии;
13) высшее образование;
14) сфера культуры;
15) торговля;
16) жилищно-коммунальное хозяйство;
17) предприятия и организации инновационной инфраструктуры.

Нормативно-правовая база Республики Татарстан в сфере инновационной деятельности и интеллектуальной собственности

Законодательство Российской Федерации в сфере интеллектуальной собственности представляет собой многоуровневую систему, соответствующую современным международным стандартам и регулирующую отношения в области охраны и использования результатов интеллектуальной деятельности и приравненных к ним средствам индивидуализации юридических лиц, товаров, работ, услуг и предприятий (изобретений, промышленных образцов, полезных моделей, программ для ЭВМ, баз данных, селекционных достижений, секретов производства (ноу-хау), товарных знаков, произведений науки, литературы и искусства и других объектов интеллектуальной собственности).

Российская Федерация является участницей международных договоров, функционирующих под эгидой Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС), а также членом Евразийской патентной организации (ЕАПО). Законодательство Российская Федерация позволяет отечественным и зарубежным субъектам обеспечивать надежную охрану и эффективное использование результатов интеллектуальной деятельности, получать дополнительную прибыль, конкурентные преимущества и гарантирует устойчивое и защищенное присутствие товаров и услуг на российском и внешних рынках. Завершен процесс гармонизации законодательных норм Российской Федерации с нормами Соглашения Всемирной торговой организации по торговым аспектам прав интеллектуальной собственности, которое является одним из наиболее важных международных соглашений.

Приняты модельные законы государств – участников Содружества Независимых Государств об авторском праве и смежных правах, об охране прав на научное открытие, Модельный кодекс интеллектуальной собственности для государств – участников Содружества Независимых Государств, некоторые другие акты.

В настоящее время основными нормативными инструментами государственной поддержки исследований и разработок в Российской Федерации в области инновационной деятельности и интеллектуальной собственности являются:

– Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая принята Государственной Думой 21 октября 1994 года и введена в действие Федеральным законом от 30 ноября 1994 года № 51-ФЗ, часть вторая принята Государственной Думой 22 декабря 1995 года и введена в действие Федеральным законом от 26 января 1996 года № 14-ФЗ, часть третья принята Государственной Думой 1 ноября 2001 года и одобрена Советом Федерации 14 ноября 2001 года и введена в действие Федеральным законом от 26 ноября 2001 года № 146-ФЗ, часть четвертая принята Государственной Думой 24 ноября 2006 года и одобрена Советом Федерации 8 декабря 2006 года и введена в действие Федеральным законом от 18 декабря 2006 года № 230-ФЗ);

– Налоговый кодекс Российской Федерации (Часть Первая принята Государственной Думой 16 июля 1998 года и одобрена Советом Федерации 17 июля 1998 года и введена в действие Федеральным законом от 31 июля 1998 года № 146-ФЗ, Часть Вторая принята Государственной Думой 19 июля 2000 года и одобрена Советом Федерации 26 июля 2000 года и введена в действие Федеральным законом от 5 августа 2000 года № 117-ФЗ);

– Таможенный кодекс Таможенного Союза (Принят Приложением к Договору о Таможенном кодексе таможенного союза, принятому Решением Межгосударственного Совета Евразийского экономического сообщества (высшего органа таможенного союза) на уровне глав государств от 27 ноября 2009 года № 17);

– Федеральный закон от 23 августа 1996 года № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике»;

– Федеральный закон от 29 июля 2004 г. № 98-ФЗ «О коммерческой тайне»;

– Федеральный закон «О защите конкуренции» от 26 июля 2006 года № 135-ФЗ;

– Федеральный закон от 25 декабря 2008 года № 284-ФЗ «О передаче прав на единые технологии»;

– Указ Президента Российской Федерации от 22 июля 1998 г. № 863 «О государственной политике по вовлечению в хозяйственный оборот результатов научно-технической деятельности и объектов интеллектуальной собственности в сфере науки и технологий»;

– постановление Правительства Российской Федерации от 2 сентября 1999 г. № 982 «Об использовании результатов научно-технической деятельности»;

– постановление Правительства Российской Федерации от 14 января 2002 г. № 7 «О порядке инвентаризации и стоимостной оценке прав на результаты научно-технической деятельности»;

– постановление Правительства Российской Федерации от 4 мая 2005 г. № 284 «О государственном учете результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения»;

– постановление Правительства Российской Федерации от 22 апреля 2009 г. № 342 «О некоторых вопросах регулирования закрепления прав на результаты научно-технической деятельности»;

– постановление Правительства Российской Федерации от 22 декабря 2010 г. № 1089 «О порядке управления правами на единые технологии, принадлежащими Российской Федерации»;

– постановление Правительства Российской Федерации от 26 января 2012 г. № 9 «Об осуществлении контроля и надзора в сфере правовой охраны и использования результатов интеллектуальной деятельности гражданского назначения, созданных за счет бюджетных ассигнований федерального бюджета, а также контроля и надзора в установленной сфере деятельности в отношении государственных заказчиков и организаций - исполнителей государственных контрактов, предусматривающих проведение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ»;

– постановление Правительства Российской Федерации от 21 марта 2012 г. № 218 «О Федеральной службе по интеллектуальной собственности»;

– Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года (Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. № 2227-р);

– Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года (Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р);

– приказ Федеральной службы по интеллектуальной собственности от 29 мая 2012 № 66 «Об утверждении административного регламента исполнения Федеральной службой по интеллектуальной собственности государственной функции по осуществлению контроля и надзора в сфере правовой охраны и использования результатов интеллектуальной деятельности гражданского назначения, созданных за счет бюджетных ассигнований федерального бюджета, а также контроля и надзора в установленной сфере деятельности в отношении государственных заказчиков и организаций – исполнителей государственных контрактов, предусматривающих проведение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ» и другие.

Нормативными инструментами государственной поддержки исследований и разработок в области инновационной деятельности и интеллектуальной собственности в Республике Татарстан являются:

– Закон Республики Татарстан от 2 августа 2010 года № 63-ЗРТ «Об инновационной деятельности в Республике Татарстан»;

– Программа социально-экономического развития Республики Татарстан на 2011-2015 годы (утверждена Законом РТ № 13-ЗРТ от 22.04.2011 г.);

– Стратегия развития научной и инновационной деятельности в Республике Татарстан до 2015 года (утверждена Указом Президента Республики Татарстан 17 июня 2008 № УП-293) и План мероприятий по реализации Стратегии развития научной и инновационной деятельности в Республике Татарстан на период до 2015 года (утвержден постановлением Кабинета Министров Республики Татарстан от 18 мая 2009 г. № 319);

– Инновационный меморандум Республики Татарстан на 2011-2013 годы» (утвержден постановлением Кабинета Министров Республики Татарстан от 24.01.2011 № 38);

– Инвестиционный меморандум Республики Татарстан на 2012 год (утвержден постановлением Кабинета Министров Республики Татарстан от 27.12.2011 № 1082)

– постановление Кабинета Министров Республики Татарстан № 133 от 12.03.2010 г. «Об утверждении Положения о Единой системе государственного учета и хранения результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения в Республики Татарстан»;

– концепция долгосрочной целевой программы «Развитие рынка интеллектуальной собственности в Республике Татарстан на 2012 – 2020 годы» (утверждена постановлением Кабинета Министров Республики Татарстан от 15.10. 2011 № 857);

– постановление Кабинета Министров Республики Татарстан от 1 августа 2000 г. № 562 «О финансировании строительства, проектно-изыскательских, геологоразведочных и научно-исследовательских работ за счет средств бюджета Республики Татарстан»

– Республиканская программа развития малого и среднего предпринимательства в Республике Татарстан на 2011-2013 годы (утв. постановлением Кабинета Министров Республики Татарстан от 30.12.2010 № 1151);

– положение о порядке и условиях заключения договора о реализации инвестиционного проекта между субъектом инвестиционной деятельности и Министерством экономики Республики Татарстан и формы договора о реализации инвестиционного проекта (утверждено постановлением Кабинета Министров Республики Татарстан от 24.07.2006 № 377);

– долгосрочная целевая программа «Реализация методики «Бережливое производство» в Республике Татарстан на 2011-2013 годы» (утверждена постановлением Кабинета Министров Республики Татарстан от 6.02.2012 № 85);

– положение о порядке предоставления государственной поддержки предприятиям и организациям, реализующим инвестиционные проекты в Республике Татарстан (утв. постановлением Кабинета Министров Республики Татарстан от 07.05.1999 № 284);

– Программа развития и размещения производительных сил Республики Татарстан на основе кластерного подхода до 2020 года и на период до 2030 года (утверждена постановлением Кабинета Министров Республики Татарстан от 22.10.2008 №763);

– Соглашение от 18.03.2011 № 396 «О сотрудничестве между Федеральной службой по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам и Правительством Республики Татарстан»;

– межрегиональные соглашения о сотрудничестве между Республикой Татарстан и регионами Российской Федерации

и другие.

Цель и задачи Программы

Программа направлена на реализацию государственной политики в сфере интеллектуальной собственности и повышение конкурентоспособности экономики Республики Татарстан.

Цель Программы – формирование действенного механизма получения экономических преимуществ от научно-технической, инновационной и производственной деятельности, повышение конкурентоспособности республиканских товаропроизводителей на отечественном и зарубежных рынках за счет эффективного управления интеллектуальной собственностью.

Основными задачами Программы являются:

1. Создание, обеспечение охраны, поддержания интеллектуальной собственности и защиты прав на нее.

2. Формирование механизма вовлечения в хозяйственный оборот прав на результаты интеллектуальной деятельности.

Цель и задачи Программы соответствует приоритетным направлениям социально-экономического развития Республики Татарстан. В частности, реализация мероприятий Программы направлены на решение задачи совершенствования научно-технической, инновационной и промышленной политики с учетом приоритетов развития эффективной инновационной системы Республики Татарстан и осуществляется по следующим основным направлениям:

– развитие нормативной правовой базы Республики Татарстан в сфере интеллектуальной собственности;

– развитие инфраструктуры в сфере интеллектуальной собственности;

– развитие функциональных направлений в сфере интеллектуальной собственности (создание, защита, охрана, оценка, поддержание интеллектуальной собственности и прав на нее);

– совершенствование работы в области управления интеллектуальной собственностью на ведомственном (отраслевом) уровне, в учреждениях науки и образования, организациях творческой, производственной и торговой сфер;

– развитие брендинга Республики Татарстан на основе конкурентоспособных секторов экономики (направлений хозяйственной деятельности) и использования механизмов управления интеллектуальной собственностью;

– развитие комплекса финансовых, моральных и других инструментов стимулирования, направленных на расширение практики создания и использования объектов интеллектуальной собственности;

– развитие механизмов правомерного доступа общественности к мировым достижениям науки, литературы и искусства для обеспечения устойчивого социально-экономического раз-вития;

– совершенствование механизмов защиты и расширение комплекса мер по противодействию нарушениям в сфере интеллектуальной собственности;

– повышение уровня значимости интеллектуальной собственности, деятельности творческих работников (новаторов), а также субъектов хозяйствования, использующих интеллектуальную собственность для создания новых рабочих мест и выпуска конкурентоспособной продукции.

Основные мероприятия Программы

1. Программные мероприятия в рамках решения задачи создания интеллектуальной собственности, обеспечение охраны, поддержания и защиты прав на нее

Основными программными мероприятиями в рамках решения задачи создания интеллектуальной собственности, обеспечение охраны, поддержания и защиты прав на нее являются:

– проведение стратегического анализа и планирования научно-технической деятельности в сфере интеллектуальной собственности;

– подготовка квалифицированных специалистов в сфере управления интеллектуальной собственностью;

– обеспечение эффективной правовой охраны и защиты интеллектуальной собственности;

– формирование системы контроля за созданием и использованием результатов интеллектуальной деятельности.

1.1. Проведение стратегического анализа и планирования научно-технической деятельности в сфере интеллектуальной собственности

В Республике Татарстан с 1999 года действует Правительственная комиссия Республики Татарстан по научно-технической и инновационной политике, с 2007 года её функции осуществляет Президиум Академии наук Республики Татарстан. В целях повышения эффективности стратегического управления в сфере инновационного развития и интеллектуальной собственности предлагается активизировать её деятельность и создать на её основе Совет по интеллектуальной собственности Республики Татарстан при Президенте Республики Татарстан, дополнительно придав ей полномочия общего управления реализацией Программы и координации взаимодействия между основными элементами инновационной системы.

Для решения основных задач в сфере интеллектуальной собственности в Республике Татарстан на настоящем этапе развития инновационной системы Республики Татарстан необходимо создать интегрированный комплекс охраны и управления интеллектуальной собственностью – Центр интеллектуальной собственности Республики Татарстан, который объединит следующие функциональные направления:

– мониторинг достижения запланированных индикаторов, подготовка отчетов о результатах деятельности в сфере интеллектуальной собственности в Республике Татарстан и ежегодного доклада «О состоянии и перспективах развития интеллектуальной собственности в Республике Татарстан»;

– подготовка предложений по разработке нормативных правовых актов стратегического планирования, определяющих государственную политику Республики Татарстан в сфере науки и инноваций, основанной на интеллектуальной собственности;

– электронная обработка и подача заявочных документов в Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС) на регистрацию объектов интеллектуальной собственности от заявителей Республики Татарстан, охрана результатов интеллектуальной деятельности;

– оценка и учет результатов интеллектуальной деятельности;

– управление правами на результаты интеллектуальной деятельности, в том числе, полученные с участием средств бюджета Республики Татарстан;

– мониторинг использования интеллектуальной собственности;

– разработка и ведение автоматизированной информационно-аналитической системы «Банк данных «Интеллектуальный потенциал Республики Татарстан»;

– патентно-информационные, консультационные и юридические услуги;

– организация пропаганды вопросов интеллектуальной собственности в, том числе, проведение выставочно-презентационных мероприятий;

– дополнительное образование в сфере интеллектуальной собственности.

Осуществление функций Центра интеллектуальной собственности Республики Татарстан предлагается возложить на ГУП РТ «Татарстанский ЦНТИ».

В рамках создания и развития деятельности Центра интеллектуальной собственности Республики Татарстан должны быть решены задачи модернизации материально-технического обеспечения ГУП РТ «Татарстанский ЦНТИ» и улучшения качества его работы на основе оптимизации кадрового обеспечения, совершенствования технологических процессов, правовых процедур.

Эффективность развития патентно-лицензионной деятельности в Республике Татарстан невозможна без создания интегрированной площадки информационного обмена в сфере интеллектуальной собственности – автоматизированной информационно-аналитической системы «Банк данных «Интеллектуальный потен-

циал Республики Татарстан». Банк данных «Интеллектуальный потенциал Республики Татарстан» – это единый реестр результатов интеллектуальной деятельности Республики Татарстан (коммерческий портфель Республики Татарстан), который должен включать:

– сведения о зарегистрированных в Роспатенте объектах промышленной собственности заявителей Республики Татарстан, в том числе база данных охранных документов с большим рыночным потенциалом;

– сведения об изобретателях Республики Татарстан;

– патенты Российской Федерации и изобретения стран мира;

– база данных «открытых инноваций»: инновационные и инвестиционные проекты Республики Татарстан;

– нормативно-правовые акты Российской Федерации, Республики Татарстан, субъектов Российской Федерации, стран дальнего зарубежья и государств-участников Содружества Независимых Государств в сфере инноваций и интеллектуальной собственности;

– сведения о предприятиях и организациях Республики Татарстан;

– завершенные научно-технические работы (НИОКР), в т.ч. отчеты о НИОКР и диссертации;

– нерешенные научно-технические проблемы;

– сведения об экспертах и авторах научных исследований и разработок Республики Татарстан;

– методические и справочные материалы, в т.ч. по вопросам охраны и защиты интеллектуальной собственности, научные публикации и периодические научно-технические издания;

– тематические электронные сборники документов, базы промышленных каталогов;

– депонированные научные работы.

Основу планирования научно-технической деятельности в Республике Татарстан составляют стратегические, долгосрочные целевые и ведомственные программы, направленные на развитие высокотехнологичных секторов экономики, а также – социальной сферы, в том числе здравоохранения, образования и культуры.

С учетом положений Программы должны быть разработаны также ведомственные и муниципальные программы развития интеллектуальной собственности. В них будут детализированы механизмы реализации Программы и определены конкретные мероприятия, источники и объемы финансирования. Посредством Программы и ведомственных программ развития интеллектуальной собственности общая инновационная политика Республики Татарстан связывается с решением задач инновационного развития экономики.

Наличие эффективного менеджмента интеллектуальной собственности на всех уровнях управления экономическими процессами является одним из ключевых условий создания базы инновационного развития и обеспечения конкурентоспособности как отдельных предприятий, так и республики в целом.

На ведомственном (отраслевом) уровне эффективность менеджмента интеллектуальной собственности определяется осуществлением выверенной и сбалансированной политикой управления, адекватной современным тенденциям развития науки и технологий. Обеспечение реализации такой политики требует наличия соответствующего организационного, методического и инструментального обеспечения. Целесообразно организовать отраслевые и муниципальные коорди-

национные советы (отраслевые и муниципальные рабочие группы) по интеллектуальной собственности и с учетом специфических отраслевых особенностей разработать и внедрить методические рекомендации, а также отраслевые (ведомственные) и муниципальные административные регламенты по управлению интеллектуальной собственностью.

На уровне хозяйствующих субъектов эффективность менеджмента интеллектуальной собственности обусловливается согласованностью интересов и действий собственников, руководящих должностных лиц, работников организаций, а также наличием в них специалистов, обладающих ключевыми компетенциями в области формирования интеллектуальной собственности и её использования. При этом менеджмент интеллектуальной собственности в организациях должен осуществляться по стандартизованным алгоритмам, закрепленным в локальных нормативных актах на уровне стандартов организаций – программ развития интеллектуальной собственности предприятий и вузов, а также программ инновационного развития предприятий с государственной долей участия. Результатом реализации таких программ должно стать значительное увеличение расходов компаний на НИОКР и инновационное развитие в целом, расширение взаимодействие с вузами, инновационными институтами развития, технологическими платформами, повышение производительности труда, увеличение энергоэффективности производства, развитие экспорта и, в целом, повышение конкурентоспособности компании.

Необходима разработка типовых методических рекомендаций по вопросам развития системы коммерциализации, охраны и защиты результатов научно-технической деятельности на предприятиях и организациях Республики Татарстан.

Залогом эффективного управления интеллектуальным ресурсом Республики Татарстан является должная организация деятельности непосредственно субъектов хозяйствования, выступающих в качестве владельцев (пользователей) прав на объекты интеллектуальной собственности. Поэтому на современном этапе необходимо обеспечить укрепление отраслевой и региональной инфраструктуры системы интеллектуальной собственности Татарстана, повысить эффективность решения вопросов охраны и управления интеллектуальной собственностью на уровне конкретных организаций, использовать на отраслевом уровне потенциал субъектов, осуществляющих патентные исследования, патентных поверенных, оценщиков интеллектуальной собственности и других.

В инновационно-активных организациях должны быть созданы действенные центры трансфера технологий, а на их базе – республиканская сеть центров трансфера технологий.

Для решения поставленных задач необходимо принятие соответствующих нормативных правовых актов по развитию инфраструктуры в сфере интеллектуальной собственности.

Основой развития экономики Республики Татарстан является стимулирование инноваций. Особый упор делается на усиление обратной связи в системе государственного управления Республики Татарстан в сфере инновационного развития в связи с федеральными органами власти по поддержке инноваций в соответствии с региональными потребностями.

Должна быть создана система мотивации для инновационно-активных предприятий с целью повышения их заинтересованности в создании объектов интеллектуальной собственности и их коммерциализации.

В качестве инструмента государственной поддержки инновационно-активных предприятий предлагается создать Фонд поддержки научной, научно-технической и инновационной деятельности Республики Татарстан (далее – Фонд). Наполнение Фонда предполагается за счет добровольных отчислений средств предприятий в размере не более 1,5% от их валовой выручки. Размещение Фондом полученных средств осуществляется на грантовой основе в приоритетные для этих предприятий и Республики Татарстан проекты. Работа Фонда позволит организовать гибкий и эффективный процесс финансирования НИОКР и поддержки инновационных проектов, но только с участием средств (за счет использования средств) предприятий республики.

Необходима разработка нормативных правовых документов Республики Татарстан о формах и механизмах государственной поддержки мероприятий в инновационной сфере, целью которых является создание стимулов для роста предложения инноваций и спроса на них со стороны предприятий, организаций, физических лиц, в том числе и из за рубежа.

Одним из обязательных условий развития инноваций является принятие законодательных актов Республики Татарстан, предоставляющих налоговые льготы производителям инновационных продуктов, а также необходимо внесение законодательных инициатив по изменениям и дополнениям в федеральное законодательство, направленных на стимулирование инновационных процессов в экономике Российской Федерации.

1.2. Подготовка квалифицированных специалистов в сфере управления интеллектуальной собственностью

Эффективное управление интеллектуальной собственностью требует обеспечения данного направления деятельности профессиональными кадрами.

Существующая система образования и информационно-методического обеспечения в сфере интеллектуальной собственности не в полной мере отвечает актуальным потребностям экономики и требует дальнейшего развития по следующим основным направлениям:

– организация работ по включению учебных курсов в сфере интеллектуальной собственности в образовательные программы начального, среднего и высшего профессионального образования, профессиональной подготовки и переподготовки кадров. Необходимо включение в образовательные программы вузов Республики Татарстан обязательной учебной дисциплины «Правовая охрана интеллектуальной собственности». Планируется в рамках сотрудничества с Роспатентом организация дистанционного обучения на базе Центра поддержки технологий и инноваций ГУП РТ «Татарстанский ЦНТИ» бесплатное обучение по трем основным курсам дистанционного обучения: «Основы интеллектуальной собственности», «Патенты» и «Поиск патентной информации»;

– организация процессов подготовки и переподготовки кадров на основе профессионального и дополнительного профессионального образования всех субъектов инновационного пространства Республики Татарстан: работников и топ-менеджеров министерств и ведомств, предприятий и организаций, студентов, аспирантов, преподавателей, ученых, организаторов изобретательской и рационализаторской работы, патентоведов, патентных поверенных, оценщиков интеллектуальной собственности, специалистов судебной и правоохранительной систем;

– организация бизнес-миссий и стажировок по обмену опытом специалистов в сфере управления интеллектуальной собственностью, в том числе, за рубеж

для ознакомления с передовой практикой и последующим внедрением приобретенных знаний для реализации цели Программы;

– разработка и совершенствование учебно-методического и научно-методического обеспечения образования в сфере интеллектуальной собственности, разработка и апробация на предприятиях и в организациях различных отраслей экономики, в образовательных учреждениях, отраслевых министерствах и ведомствах Республики Татарстан модульных презентаций, сценариев деловых игр;

– реализация вузами и организациями Республики Татарстан совместных образовательных проектов в сотрудничестве с Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Российская государственная академия интеллектуальной собственности», являющимся базовой организацией государств-участников Содружества Независимых Государств по подготовке, повышению квалификации и профессиональной переподготовке кадров в сфере интеллектуальной собственности.

В рамках развития системы подготовки специалистов необходимо учитывать мировой опыт в сфере коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности, для чего необходимо приглашать ведущих российских и зарубежных экспертов.

В качестве инструмента государственной поддержки при формировании среды квалифицированных специалистов принято постановление Кабинета Министров Республики Татарстан от 21.05.2010 № 398 «О гранте Правительства Республики Татарстан «Алгарыш» на подготовку, переподготовку и стажировку граждан в российских и зарубежных образовательных и научных организациях». Грант Правительства Республики Татарстан «Алгарыш» на подготовку, переподготовку и стажировку граждан в российских и зарубежных образовательных и научных организациях является персональным и присуждается ежегодно Республиканской комиссией по присуждению гранта «Алгарыш».

1.3. Обеспечение эффективной правовой охраны и защиты интеллектуальной собственности

Анализ технических решений, патентуемых республиканскими хозяйствующими субъектами, показывает, что они пока не являются достаточной основой для развития соответствующих конкурентоспособных технологических направлений. В связи с чем, необходимо обеспечивать проведение патентных и маркетинговых исследований как на этапах формирования и реализации научно-технических и других типов программ, отдельных научных, инновационных и инвестиционных проектов, так и при осуществлении торгово-промышленной деятельности.

Необходимо сочетать направление финансовых средств на основе принципов государственно-частного партнерства на создание и охрану разработок, а также использовать возможности информационного поиска для выявления конкурентоспособных технических решений, которые не защищены охранными документами для дальнейшего использования. Частной задачей в данном направлении является развитие в Республике Татарстан потенциала организационных структур по трансферу технологий, которые должны осуществлять коммерциализацию республиканских технологий на внутренний и внешний рынки, а также поиск и привлечение в отечественное производство технологий, в том числе принадлежащих зарубежным субъектам.

Для определения интересов и полномочий предприятий и организаций, авторов, органов государственной и муниципальной властей, участвующих в процессе управления интеллектуальной собственностью, планируется определить порядок закрепления прав на результаты интеллектуальной деятельности в Республике Татарстан, созданные при выполнении научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ по государственным контрактам и полученные за счет средств бюджета Республики Татарстан.

Необходимо, чтобы органы исполнительной власти Республики Татарстан и организации, выступающие от имени Республики Татарстан государственными заказчиками научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ по государственным контрактам для государственных нужд предусматривали в государственных контрактах условие о закреплении исключительных прав на результаты интеллектуальной деятельности. Необходимо предусмотреть возможность передачи прав на результаты интеллектуальной деятельности от неэффективного собственника к эффективному. Это касается, в первую очередь, тех результатов интеллектуальной деятельности, которые созданы за счет средств бюджета Республики Татарстан. В государственных контрактах должны быть предусмотрены расходы на проведение патентных и маркетинговых исследований, а также расходы по обеспечению правовой охраны результатов научно-технической деятельности.

Кардинально должна быть улучшена обстановка в отношении стимулирования авторов интеллектуальной собственности. Необходимо предусмотреть возможность не только получения денежного вознаграждения, но нужно, чтобы у автора было право на участие в бизнесе.

В отношении защиты прав на результаты интеллектуальной деятельности должна выстроиться четкая судебная и правоохранительная система.

Правоохранительным органам необходимо регулярное проведение комплекса мероприятий, направленных на выявление, предупреждение и пресечение фактов незаконного использования объектов интеллектуальной собственности, проводить на основании решения суда совместно со службой судебных приставов работу по уничтожению контрафактной продукции. Министерству внутренних дел по Республике Татарстан в рамках действующего соглашения с ООО «Российское авторское общество» необходимо проводить совместные мероприятия с целью выявления нарушений в сфере нарушения авторских и смежных прав, а во взаимодействии с Управлением Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций по Республике Татарстан – осуществлять совместные проверки лицензированных предприятий - производителей продукции на оптических и других носителях информации.

При развитии судебной системы необходимо активно взаимодействовать с отделением ФИПС «Палата по патентным спорам», повышать потенциал третейских судов как досудебной инстанции разрешения споров в сфере интеллектуальной собственности, а также использовать другие досудебные и альтернативные способы разрешения споров в сфере интеллектуальной собственности.

1.4. Формирование системы контроля за созданием и использованием результатов интеллектуальной деятельности

Предметом государственного контроля заказчиков и исполнителей является соблюдение ими требований, установленных законодательством Российской Федерации в сфере правовой охраны и использования результатов интеллектуальной

деятельности гражданского назначения, созданных за счет средств бюджета Республики Татарстан, в части:

– распределения и закрепления прав на результаты интеллектуальной деятельности;

– проведения патентных исследований;

– обеспечения правовой охраны результатов интеллектуальной деятельности;

– представления сведений для осуществления государственного учета и хранения результатов интеллектуальной деятельности;

– использования результатов интеллектуальной деятельности.

Для решения этой задачи необходимо принятие **постановления Кабинета** Министров Республики Татарстан о системе контроля в сфере правовой охраны и использования результатов интеллектуальной деятельности гражданского назначения, созданных за счет бюджета Республики Татарстан.

2. Программные мероприятия в рамках решения задачи формирования механизма вовлечения в хозяйственный оборот прав на результаты интеллектуальной деятельности

Основными программными мероприятиями в рамках решения задачи формирования механизма вовлечения в хозяйственный оборот прав на результаты интеллектуальной деятельности являются:

– проведение инвентаризации, экспертизы и выявление охраноспособных результатов интеллектуальной деятельности, а также оценка результатов интеллектуальной деятельности и принятия их в качестве нематериального актива;

– внедрение системы государственного учета результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения и создание единого реестра результатов интеллектуальной деятельности Республики Татарстан.

– межрегиональное и международное сотрудничество Республики Татарстан в области интеллектуальной собственности;

– развитие брендинга Республики Татарстан.

2.1. Инвентаризация, экспертиза и выявление охраноспособных результатов

Базисом системообразующих институтов рынка интеллектуальной собственности являются результаты интеллектуальной деятельности, полученных хозяйствующими субъектами. Отсутствие надежной информации о реальном потенциале и результативности предприятий и организаций Республики Татарстан – принципиальный недостаток существующей системы учета результатов интеллектуальной деятельности.

Проведение инвентаризации охраноспособных результатов интеллектуальной деятельности предусмотрено и регламентировано рядом документов Российской Федерации, в которых определены: предмет инвентаризации, порядок ее проведения, типы и формы подготавливаемых документов, порядок определения правообладателя охраноспособных результатов.

В рамках реализации Программы необходимо разработать и принять нормативные правовые акты Республики Татарстан по осуществлению инвентаризации,

экспертизы и выявлению охраноспособных результатов интеллектуальной деятельности в части компетенций Республики Татарстан.

Инвентаризация результатов интеллектуальной деятельности, в том числе, технических решений, поданных в качестве рационализаторских предложений, на предприятиях и в организациях Республики Татарстан позволяет получить реальную картину о наличии нематериальных активов, эффективности и новых возможностях их использования. На основании итогов проведенной инвентаризации должен быть создан единый реестр результатов интеллектуальной деятельности Республики Татарстан – коммерческий портфель Республики Татарстан, содержащий их количественные, стоимостные, правовые характеристики;

Проведение обследований предприятий и организаций Республики Татарстан с целью последующего картирования потока создания интеллектуальной собственности позволит оценить конкурентные преимущества республиканских компаний – производителей товаров и услуг. В условиях вступления Российской Федерации во Всемирную торговую организацию необходим автоматизированный процесс отслеживания текущей деятельности конкурентов республиканских компаний в научно-исследовательской и производственной сфере. Он способствует предотвращению угроз, исходящих от уже известных и вновь появляющихся, потенциальных и реальных конкурентов.

На основе проведенных обследований предприятий и организаций создается система сопоставительной оценки реализации ими политики в сфере интеллектуальной собственности для выработки дальнейших мер по стимулированию исследований в научно-технической сфере и внедрению механизмов по активизации инноваций и творчества.

2.2. Внедрение системы государственного учета результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения и создание единого реестра результатов интеллектуальной деятельности Республики Татарстан

Учет созданных результатов и оценка их значимости, в том числе и на основе данных о фактическом использовании, способны существенно скорректировать оценку потенциала исполнителей НИОКР и способствовать лучшему отбору исполнителей будущих работ, а также более обоснованному выделению средств на НИОКР, в том числе из бюджета Республики Татарстан.

Для решения этой задачи необходимо распространить внедрение положения о Единой системе государственного учета и хранения результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения в Республики Татарстан на муниципальные образования, предприятия и организации Республики Татарстан. Для этого должны быть разработаны и внедрены соответствующие методические рекомендации по представлению сведений о результатах научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения в Республике Татарстан, необходимых для их учета в Единой системе государственного учета и хранения результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения в Республики Татарстан. Результатом этих работ станет открытый единый реестр результатов интеллектуальной деятельности Республики Татарстан.

Надо отметить отсутствие эффективной отдачи от существующей системы финансирования НИОКР, как на федеральном уровне, так и в субъектах Российской Федерации, в том числе и в Республике Татарстан.

В качестве одного из основных направлений реализации научно-технической политики Российской Федерации в сфере интеллектуальной собственности в Татарстане сформулировано предложение о создании Всероссийской интегрированной Единой федеральной базы данных результатов интеллектуальной деятельности НИОКР, которое направлено на создание в субъектах Российской Федерации региональных систем государственного учета и хранения результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения. Всероссийская интегрированная Единая федеральная база данных результатов интеллектуальной деятельности НИОКР должна включить базы данных, как федеральные, так и базы данных всех субъектов Российской Федерации.

.3. Межрегиональное и международное сотрудничество

Республики Татарстан в области интеллектуальной собственности

Важными инструментами, стимулирующими дальнейшее развитие экономики республики, позволяющими расширять рынки сбыта, осуществлять трансфер современных технологий и планомерную интеграцию в мировое экономическое сообщество, является межрегиональная и международная деятельность.

Следует отметить следующие основные направления межрегиональной и международной деятельности:

межправительственные соглашения о торгово-экономическом, научно-техническом и культурном сотрудничестве как инструмент государственного регулирования межрегиональной деятельности Республики Татарстан с привлечением республиканских предприятий и организаций, а также татарских деловых кругов и общин, представительств, торговых домов Республики Татарстан, ассоциаций, расположенных за пределами республики;

расширение практики использования возможностей региональных (на территории Российской Федерации) и зарубежных представительств Республики Татарстан, которые должны иметь возможность давать рекомендации татарстанским субъектам хозяйствования и консультировать их по вопросам интеллектуальной собственности в зарубежном государстве. Частной задачей в данном направлении является укрепление кадрового потенциала таких учреждений специалистами в сфере интеллектуальной собственности;

содействие татарстанским предприятиям в привлечении инвестиций из регионов Российской Федерации и зарубежных стран, участие в формировании долгосрочных инвестиционных программ, представляющих взаимный интерес;

активное привлечение к межрегиональному сотрудничеству предприятий малого и среднего бизнеса Республики Татарстан, учреждение представительств, филиалов республиканских предприятий;

взаимодействие с национально-культурными автономиями татар и татарскими общинами.

В рамках реализации межправительственных соглашений о торгово-экономическом, научно-техническом и культурном сотрудничестве области сотрудничества в сфере научно-технической информации и интеллектуальной собственности соглашениями с рядом регионов Российской Федерации предусматривается объединение усилий с целью установления долгосрочного сотрудничества

по развитию региональных государственных систем научно-технической информации (региональных ГСНТИ) для повышения эффективности управления информационными инфраструктурами регионов в сфере науки, новых технологий, создания необходимых условий для производства информационно-культурной продукции и услуг. Приоритетными направлениями научно-технического сотрудничества в данной сфере являются:

развитие региональных ГСНТИ, интегрируемых в Государственную систему научно-технической информации Российской Федерации (ГСНТИ РФ);

информационный обмен результатами исследований и разработок по приоритетным направлениям развития науки и технологий;

создание региональных рынков интеллектуальной собственности в регионах и коммерциализация результатов интеллектуальной деятельности.

2.4. Развитие брендинга Республики Татарстан

В рамках развития брендинга Республики Татарстан используются конкурентные преимущества продукции (товаров и услуг), выпускаемой хозяйствующими субъектами, основанные на географическом положении Республики Татарстан, с учетом особенностей мест происхождения товаров и услуг, национальной культуры, традиционных знаний, развивающихся в республике новых производств и технологий.

Республика Татарстан владеет достаточно высоким научно-техническим потенциалом и, заявляя о себе во многих приоритетных направлениях развития науки, технологий и техники, решает также задачи увеличения потенциала культурной, туристической и спортивной отраслей и других секторов экономики, в рамках которых развиваются бренды, формирующие имидж Республики Татарстан.

С целью обобщения опыта в вопросах реализации Программы ежегодно планируется проведение следующих научно-технических мероприятий:

международная научно-практическая конференция «Интеллектуальная собственность и экономика регионов России»;

республиканский конкурс «50 лучших инновационных идей для Республики Татарстан» и конкурс «Лучшее изобретение года»;

смотр на лучшую постановку изобретательской, рационализаторской работы и патентно-лицензионной работы среди предприятий и организаций Республики Татарстан;

олимпиада и выставка технического творчества школьников Республики Татарстан «Кулибины XXI века»;

олимпиада и выставка технического творчества учащихся средних профессиональных образовательных учреждений Республики Татарстан «Левша»,

открытый командный турнир по программированию среди студентов и школьников Республики Татарстан.

Важнейшими акциями, повышающими имидж республики, являются выставочно-презентационные мероприятия, в том числе, презентации результатов внедрения программных мероприятий в других регионах Российской Федерации и за рубежом.

Сроки и этапы реализации Программы

Сроки действия Программы:

Программа реализуется с 2012 по 2020 год в два этапа:

I этап «Формирование организационно-правового механизма создания рынка интеллектуальной собственности»: 2012 – 2015 годы;

II этап «Повышение эффективности функционирования рынка интеллектуальной собственности»: 2016 – 2020 годы.

Результаты реализации Программы

Программа сформирована как комплекс конкретных мероприятий направленных на создание в республике высокотехнологичной, инновационно развитой и инвестиционно привлекательной конкурентоспособной экономики, обеспечивающей высокое качество жизни населения.

Комплексное выполнение программных мероприятий о позволит увеличить отдачу от функционирования инновационной инфраструктуры республики, повысить экономические ценности от использования объектов интеллектуальной собственности, а также повысить эффективность государственных средств, вложенных в развитие науки и инноваций.

Результаты разработки Программы позволят:

– сформулировать политику Республики Татарстан в области управления научно-технической деятельностью и управления правами на результаты интеллектуальной деятельности;

– сформировать организационно-функциональную структуру управления правами на результаты интеллектуальной деятельности;

– создать правовую и методическую базы Республики Татарстан по эффективному управлению правами на результаты интеллектуальной деятельности;

– разработать регламенты на передачу прав распоряжения правами на результаты интеллектуальной деятельности, созданных за счет бюджета Республики Татарстан;

– развить государственную систему учета НИОКР, обеспечивающую сбор, обработку, хранение и использования экономической, правовой и технической информации о результатах интеллектуальной деятельности с целью принятия управленческих решений;

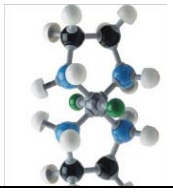
– определить интересы и полномочия предприятий и организаций, авторов, органов власти Республики Татарстан, участвующих в процессе создания, управления и контроля в области интеллектуальной собственности.

Прямой экономический эффект внедрения Программы достигается за счет:

– продвижения инновационных проектов на рынки сбыта и внедрения инноваций в производственную сферу, что приведет к увеличению налоговых поступлений во все уровни бюджета;

– анализа эффективности вложений, исключения нерационального использования средств и устранения дублирования финансирования НИОКР;

– сокращения цикла коммерциализации результатов научно-технической деятельности.



Секция 3

НАНОНАУКА И НАНОТЕХНОЛОГИЯ: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ

НАНОКАТАЛИЗ В ТОНКОМ ОРГАНИЧЕСКОМ СИНТЕЗЕ

Анаников В.П.,
Институт органической химии им. Н. Д. Зелинского РАН, г. Москва

На протяжении последних десятилетий наночастицы привлекают особое внимание исследователей как перспективные и высокоэффективные компоненты лекарственных и диагностических препаратов, датчиков, сенсоров, материалов нового поколения, устройств микроэлектроники и в целом ряде других приложений. Выдающихся результатов удалось добиться при применении наночастиц в качестве катализаторов различных химических процессов. Среди достоинств наночастиц при этом отмечают высокие значения отношения величины поверхности к объему и возможность контроля формы частиц, что в свою очередь дает возможность регулировать их химические свойства. Круг реакций, катализируемых наночастицами переходных металлов, достаточно широк: это реакции кросс-сочетания, активации C-H и C-C связей, гидрирования, циклизации и циклоароматизации, окисления, переработки отходов и целый ряд других процессов.

Недавние исследования дали ответ на ряд вопросов о природе химических реакций с участием наночастиц в растворе. К числу проблем фундаментальной важности относится взаимопревращение активных форм катализатора и влияние этого процесса на активность и селективность, проявляемые в химических реакциях. От решения данной проблемы напрямую зависит возможность создания высокоэффективных и рециклизуемых каталитических систем [1].

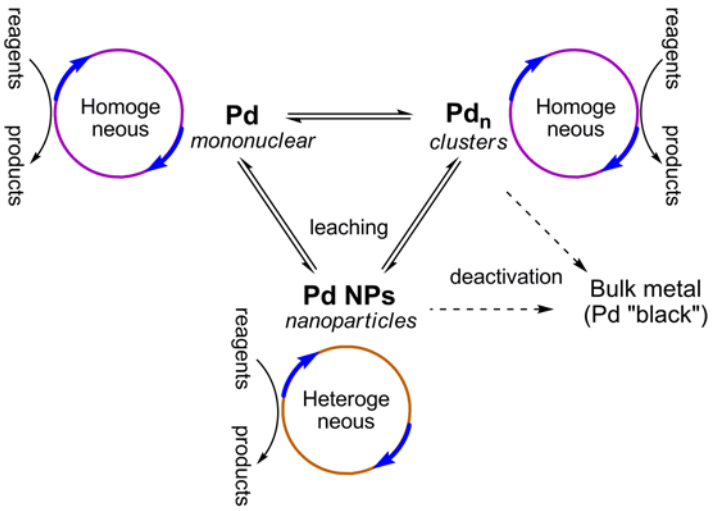


Схема 1. Взаимопревращение активных форм катализатора в растворе.

Литература

[1] V. P. Ananikov et al. (a) *J. Am. Chem. Soc.* **2012**, *134*, 6637. (b) *Organometallics* **2012**, *31*, 1595. (c) *Organometallics* **2012**, *31*, 2302. (d) *Chem. Rev.* **2011**, *111*, 1596. (e) *Chem. Eur. J.*, **2011** *17*, 12623. (f) *Synlett*, **2011**, 2021. (g) *Dalton Trans.*, **2011**, 40, 4011. (h) *Adv. Synth. Catal.*, **2010**, *352*, 2979. (i) *Organometallics*, **2010**, *29*, 5098. (j) *Chem. Eur. J.*, **2010**, *16*, 2063.

НОВЫЕ КАТОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ С УЛУЧШЕННЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Антипов Е.В.,
Хмический факультет, Московский государственный университет, г. Москва

Ключевые слова: Литий-ионные аккумуляторы, катодные материалы, структура

Li-ионные аккумуляторы, изначально разработанные для портативных переносных устройств, сейчас уже находят применение в качестве стационарных накопителей энергии, в электромобилях и др. Для удовлетворения потребностей существующих и, особенно, новых применений, материалы Li-ионных аккумуляторов нуждаются в существенном улучшении их удельных энергетических параметров, безопасности и стоимости.

Первое поколение широко использующихся катодных материалов для Li-ионных аккумуляторов представляет собой тройные смешанные оксиды лития и переходных металлов (Mn, Fe, Co, Ni), относящиеся к структурам шпинели или производных от структуры каменной соли: LiM_2O_4 или $LiMO_2$, соответственно. Однако эти материалы имеют существенные ограничения для дополнительного улучшения их свойств, которые связаны с их структурными особенностями. Соединения лития и переходных металлов, содержащие различные полианионные группы $(XO_4)^{m-}$ (X=B, P, S, Si), в настоящее время считаются наиболее перспективными катодными материалами для следующего поколения Li-ионных аккумуляторов, благодаря повышенному окислительно-восстановительному потенциалу, обусловленному индуктивным эффектом полианионной группы, а также заметной электрохимической и термической устойчивости, характерной для трехмерных каркасных структур. Следующий этап совершенствования катодных материалов связан с получением новых структур, содержащих группировки $(XO_4)^{m-}$ и F^- в анионной подрешетке, что увеличивает рабочее напряжение за счет более ионной связи M-F. Недавно были открыты различные фторфосфаты и фторсульфаты лития и переходных металлов, и некоторые из них демонстрируют многообещающие электрохимические характеристики.

В докладе будет представлен обзор различных типов катодных материалов для Li-ионных батарей и рассмотрены возможные направления их усовершенствования.

Li-ion batteries originally developed for portable devices can now be found in applications as diverse as power tools, electric vehicles and stationary energy storage. To satisfy the need of current and new applications, Li-ion batteries require further improvement in terms of performance properties (energy and power density, safety and cost).

First generation of cathode materials for Li-ion batteries representing the ternary mixed oxides with spinel or rock-salt derivatives structures has been already widely commercialized. However, these materials have severe limitations in further improvements of their properties related to their structural features. Transition metal compounds containing different polyanion units $(XO_4)^{m-}$ (X=B, P, S, Si) are now considered as the most promising cathode materials for next generation of Li-ion batteries. Further advances in the polyanion-containing cathode materials are related to combining $(XO_4)^{m-}$ and F^- in the anion sublattice, which is expected to enhance specific energy and power of these materials. Indeed, various fluorophosphates and fluorosulphates have been recently discovered, and some of them exhibit attractive electrochemical performance. The overview of our recent research activity on fluorophosphate cathode materials for Li-ion batteries with different transition metals will be presented.

НАНОСТРУКТУРИРОВАНИЕ КАТАЛИЗАТОРОВ КАК СПОСОБ ВЫПОЛНЕНИЯ ЕВРО-НОРМ ПО КАЧЕСТВУ ТОПЛИВА И ОЧИСТКЕ ВЫХЛОПОВ АВТОТРАНСПОРТА

Бухтияров В.И., Бухтиярова Г.А.,
Институт катализа СО РАН, г. Новосибирск

Растущие потребности человечества в энергии требуют постоянного увеличения производства моторных топлив. Однако, перед их использованием содержание серо-, азот- и металл-содержащих соединений, источником которых является исходная сырая нефть, должно быть уменьшено. Для регулирования уровня содержания таких соединений Евросоюз ввел нормы, так называемые Евро стандарты, выполнение которых обязательно для разрабатываемых технологий производства бензиновых и дизельных топлив. Так как сжигание даже самого чистого топлива приводит к загрязнению атмосферы оксидами азота, CO и частичками сажи, экологические Евро стандарты были введены также на отработанные выхлопные газы автомобилей, причем они постоянно ужесточаются.

Для обеспечения Евро стандартов разрабатываются все более совершенные катализаторы для удаления вредных веществ из выхлопных газов автомобилей и гидрооблагораживания нефтяных фракций, в том числе таких низкопотенциальных источников, как газойль каталитического крекинга и вакуумный газойль. На современном этапе одним из способов разработки эффективных катализаторов для этих целей является наноструктурирование активного компонента. В этом случае появляется возможность использовать размерные эффекты для улучшения каталитических свойств.

В данной лекции, будут представлены последние достижения Института катализа им. Г.К. Борескова в изучении и разработке наноструктурированных Pt/Al_2O_3 катализаторов полного сжигания углеводородов, Au/Al_2O_3 катализаторов низкотемпературного окисления CO и $Co\text{-}Mo\text{-}S/Al_2O_3$ катализаторов глубокого гидрообессеривания дизельной фракции. Успех в реализации этих проектов обеспечивался, в том числе работой двух исследовательских инфраструктурных центров, созданных в Институте катализа: Центра физико-химических исследований природы активных центров гетерогенных катализаторов и Центра тестирования и разработки катализаторов нефтепереработки.

МЕТОДОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА В НАНОДИАГНОСТИКЕ (ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА, СТРОЕНИЯ И СВОЙСТВ НАНОЧАСТИЦ И НАНОМАТЕРИАЛОВ)

Литвинов И.А.,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова Казанского научного центра Российской академии наук»

Центр коллективного пользования «Коллективный спектро-аналитический центр физико-химических исследований строения, свойств и состава веществ и материалов (ЦКП САЦ)» в ИОФХ им. А.Е.Арбузова КазНЦ РАН был создан в 1996 году. В настоящее время ЦКП САЦ является одним из федеральных центров коллективного пользования, входящим в Перечень ЦКП Минобрнауки РФ. Он относится к ЦКП локализованного типа, и базируется на лабораториях Отдела физико-химических исследований института. На базе лабораторий Отдела функционируют 4 отделения ЦКП:

1. Отделение физико-химического анализа. Приборная база: элементные анализаторы C,N,H,O(S), включая современный двухрежимный анализатор EvroVector, рентгенофлюоресцентный энергодисперсионный спектрометр EDX-800 фирмы Shimadzu, жидкостные хроматографы различного типа, 4 масс-спектрометра с газовыми и жидкостными хроматографами, различными видами ионизации, высокого и среднего разрешения (масс-спектрометр высокого разрешения DFS, масс-спектрометр с лазерной десорбцией MALDI ULTRAFLEX, масс-спектрометр с ионизацией в электроспрее AMAZON X, и квадрупольный масс-спектрометр с газовым хроматографом фирмы Shimadzu).
2. Отделение радиоспектроскопии. Приборный парк: импульсный ЯМР-фурье спектрометр AVANCE 600, высокоэффективный цифровой ЯМР спектрометр AVANCE II^{TM} 400МГц., спектрометр CW-ЭПР исследовательский BRUKER ELEXSYS E 500, все приборы фирмы BRUKER BioSpin.
3. Отделение оптической спектроскопии. Приборная база: исследовательский комплекс инфракрасного Фурье-спектрометра и инфракрасного Фурье-спектрометра **с** Раман-приставкой **Tensor 37 Vertex 70 RAM II,** BRUKER OPTIK GmbH, Поляриметр «Перкин-Элмер 341А», Спектрофотометры Lambda 35 фирмы Перкин_Эльмер, прибор синхронного термического анализа «**STA449 F3 Jupiter»**, совмещенный с Фурье-ИК спектрометром «Tensor27».
4. Отделение дифракционных методов исследования. Приборная база: трехкружный автоматический монокристальный рентгеновский дифрактометр с координатным детектором Smart Apex II, автоматический рентгеновский дифрактометр с координатным детектором Single-Crystal System KAPPA APEX **II,** автоматический порошковый рентгеновский дифрактометр модели D8 ADVANCE, автоматический рентгеновский дифрактометр малоуглового рентгеновского рассеяния NanoSTAR SAXS, все приборы фирма “Брукер-AXS”, Германия, и электронный сканирующий микроскоп HITACHI TM-1000.

За годы работы в ЦКП наработан уникальный опыт решения структурных проблем органических, элементоорганических веществ, полимеров, жидких кристаллов, а также наносистем, таких как фуллерены и объекты супрамолекулярной химии. В частности, показано, что результат исследований в комплексе рядом методов может оказаться больше чем просто сумма, и может дать принципиально новую информации об отклике системы на появление химического или физиче-

ского возмущения. Следует особо отметить, что уникальное для России и мировой науки в целом сочетание рентгендифракционных методов, позволяющих устанавливать строение веществ и материалов не только в кристаллическом, но и в аморфном состоянии и в растворах, с ядерным магнитным резонансом высокого разрешения, колебательной спектроскопией высокого уровня и другими физико-химическими методами, позволяют изучать строение наночастиц и материалов в жидкой фазе, в которой, как правило, проходят все биологические процессы. Таким образом, в ЦКП возможно изучение объектов и процессов, проходящих на клеточном уровне.

Синтез, исследования структурной организации и динамики поведения наносистем является одним из основных направлений работы ИОФХ в последнее десятилетие. Изучены рецепторные свойства новых синтезированных макроциклов, структурные особенности фуллереновых производных.

Рассмотрим методологию комплексного подхода к исследованию супрамолекулярных соединений на одном примере комплекса тиакаликсарена с трисбипиридилом цинка. Методом монокристального РСА установлено, что комплекс кристаллизуется в стехиометрическом соотношении 1 молекула тиакаликс[4]арена, 3 молекулы $Zn(dipy)_3$ и 12 молекул воды (рис. 1,а). Конформация тиакаликсарена – частичный конус.

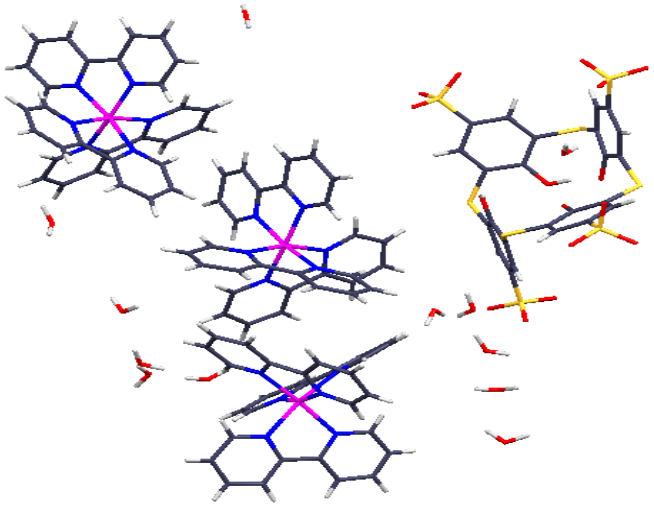


Рис.1. Геометрия комплекса в кристалле;

Установив строение данного комплекса и учитывая нестабильность кристаллов, мы попытались установить характер разрушения этих кристаллов. Выполнение подобной задачи могло способствовать только комплексное применение методов рентгеноструктурного анализа и рентгендифракционного метода. Дифрактометрическое исследование порошка и процесса его разрушения показали, что при разрушении кристаллов вещество, остается кристаллическим, аморфной фазы не найдено. При этом образуется кристаллический порошок с меньшими размерами кристаллов, не пригодными для монокристального анализа, т.е. поликристаллический образец, строение которого отличается от исходного (Рис.2.).

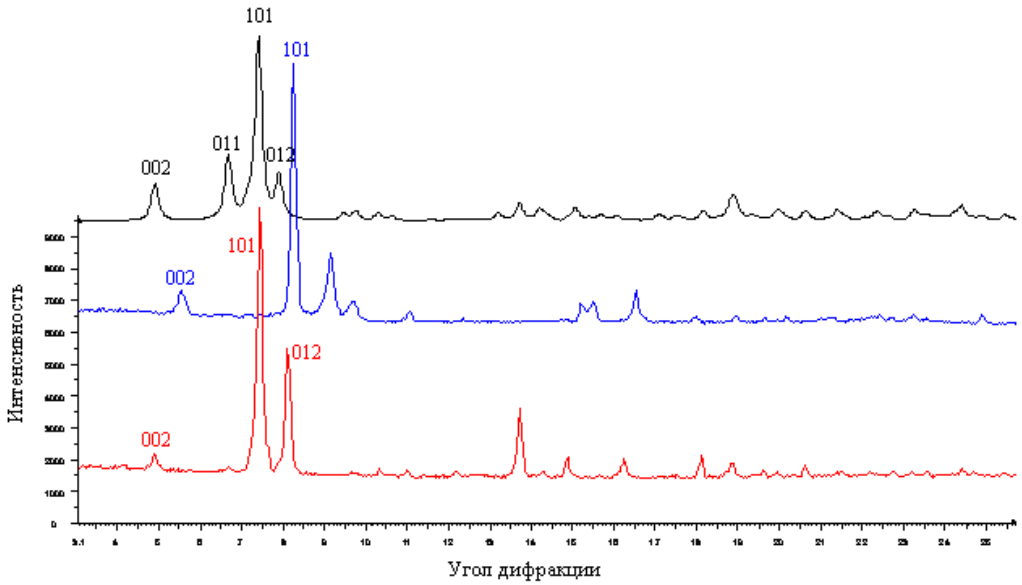
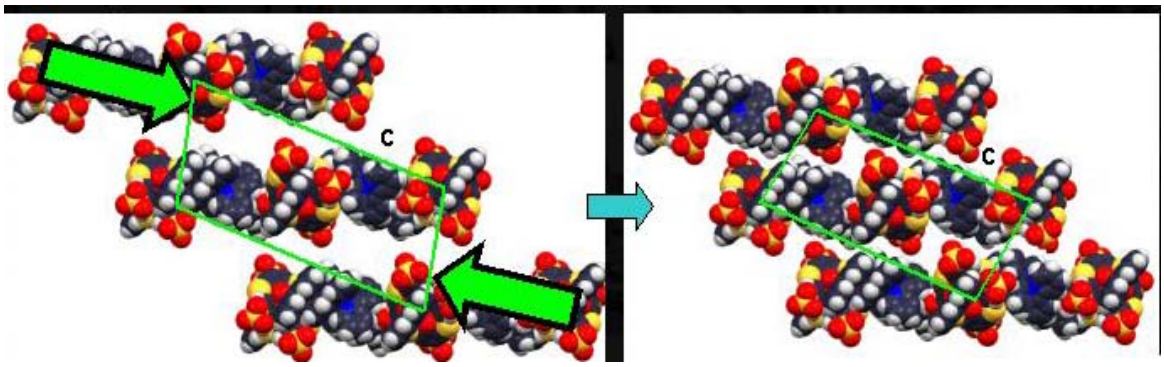


Рис.2. Теоретическая (черная) и экспериментальная (красная) дифрактограммы для порошка соединения до разрушения. Экспериментальная (синяя) дифрактограмма после разрушения.

Анализ полученных дифрактограмм позволяет предположить, что перестройка кристаллов идет вследствие удаления из кристаллической структуры молекул воды. Можно предположить, что при этом происходит сближение слоев, содержащих тиакаликс[4]ареновые и трис-дипиридильные фрагменты (находящиеся в плоскостях 101), и сдвиг этих слоев относительно друг друга вдоль кристаллографической оси **c.** Модельное представление этого процесса показано на рисунке 3.



а б

Рис. 3. а) упаковка молекул в кристалле комплекса. Стрелками показано направление сдвига молекул при удалении молекул воды. б) возможная модель упаковки кристаллов новой фазы. Молекулы воды в межслоевом пространстве не показаны.

Решение прикладной задачи продемонстрируем на исследовании серого порошка для установления наличия в нём углеродных наночастиц – фуллеренов С60 и С70, а также углеродных нанотрубок. Методами высокоэффективной жидкостной хроматографии, масс-спектрометрии и масс-спектрометрии MALDI показано, что порошок частично растворяется в органических растворителях, и в растворе содержатся различные полиароматические соединения – от бифенилена до хризена, а в нерастворимом осадке присутствуют соединения с общей формулой

$Cn+C_2m$, где n >50, m=1~300, также полиароматического ряда. Фуллеренов не обнаружено. Затем образец был исследован методом порошковой рентгеновской дифрактометрии. По данным РДА, образец представляет собой кристаллический продукт с незначительным содержанием аморфной фазы. Кристаллических фуллеренов не найдено. Дифрактограмма образца полностью соответствует кристаллической структуре графита, в котором несколько увеличены межплоскостные расстояния между слоями углеродных сеток. Толщина пластин терморасширенного графита, оцененные по уширению линий на дифрактограмме, около 50 нм. В заключение порошок был исследован на сканирующем электронном микроскопе.

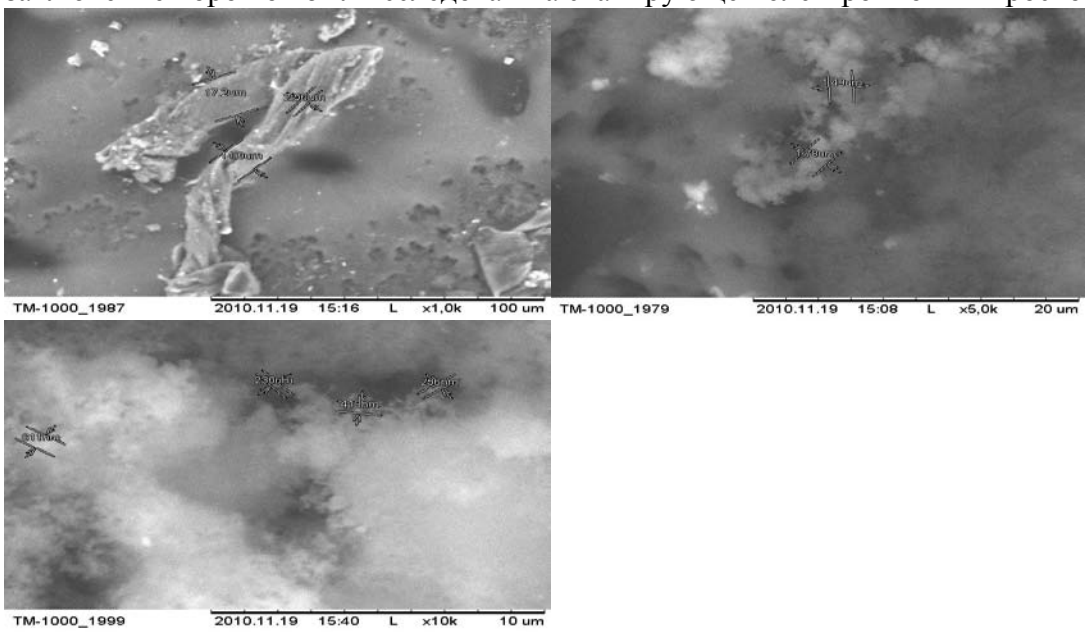


Рис.4. Микрофотографии порошка. Увеличение х 1000, 5000 и 10000 раз.

В результате проведённого исследования показано, что образец представляет собой нанопорошок графита, загрязнённого полиароматическими соединениями (сажу газовую).

Таким образом, Центр коллективного пользования уникальными приборами и оборудованием, созданный на базе ИОФХ им. А.Е.Арбузова КазНЦ РАН, является федеральным центром коллективного пользования исследования и диагностики наносистем и наноматериалов, обеспечивающим разработку и создание таких материалов в Поволжском Федеральном округе и в России.

ТЕРМОМЕХАНИКА НАНОСТРУКТУРИРУЮЩЕГО ВЫГЛАЖИВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Кузнецов В.П., Горгоц В.Г., Кузнецова Е.М.,
Курганский государственный университет, г. Курган

Аннотация. В работе рассматривается теоретический подход к построению термомеханических моделей наноструктурирующего выглаживания сферическим индентором, связывающих температуру поверхностного слоя в контактной зоне очага деформации с фрикционно-силовой нагрузкой и скоростью обработки. Приведены результаты моделирования изменения температуры поверхностного слоя от адгезионной и деформационной составляющих коэффициента пластического трения при наноструктурирующем выглаживания стали 20Х (HRC55) и определены температурные условия повышения производительности процесса.

Annotation. This study considers theoretical approach for defining thermomechanical models of nanostructuring burnishing by spherical indenter. The models connect surface layer temperature of the deformation zone contact area with friction force loading and processing speed. The results of simulation of surface layer temperature change caused by adhesive and deformation components of plastic friction coefficient during nanostructuring burnishing of steel ASTM 5120 (HRC55) are shown. Temperature conditions of process productivity increase are defined.

Ключевые слова: наноструктурирующее выглаживание, температура, термомеханика

Перспективным направлением инженерии поверхности в настоящее время является разработка методов наноструктурирования поверхностных слоев конструкционных материалов при серийном и массовом производстве деталей на металлорежущих станках. Это делает актуальным развитие теоретических основ и промышленной реализации наноструктурирующего выглаживания как метода интенсивной пластической деформации [1,2].

Наноструктурирующее выглаживание – процесс финишной обработки поверхностного слоя конструкционных сталей, обеспечивающий значительное повышение качества и эксплуатационных свойств на основе формирования нанокристаллической структуры и субмикрорельефа путем развития интенсивной пластической деформации сдвига многократным фрикционно-силовым нагружением. Экспериментально и теоретически установлено, что наноструктурирующее выглаживание закаленных сталей реализуется многократным фрикционно-силовым нагружением поверхностных слоев при коэффициенте пластического трения индентора инструмента с обрабатываемым материалом $f_{пл}$>0,1 [3]. Вследствие повышения фрикционной составляющей нагружения поверхностного слоя существенно возрастает температура в контакте инструмента с поверхностью заготовки. Тепловой режим процесса начинает выступать в качестве одного из главных факторов, определяющих граничные условия процесса по производительности и качеству формируемого поверхностного слоя.

Контакт сферического индентора инструмента и поверхностного слоя заготовки при наноструктурирующем выглаживании можно рассматривать как движущийся источник, выделяющий тепловой поток мощностью q. Тепловой поток обусловлен действием адгезионной ($q_а$) и деформационной ($q_д$) составляющих фрикционно-силового нагружения.

Температура поверхностного слоя, формируемая адгезионной составляющей силы трения в адиабатических условиях, рассчитывается при допущении, что тепловой поток является равнораспределенным и представляет собой набор элементарных источников мощностью q_a, действующих вдоль линии контакта индентора инструмента с поверхностью длиной $l_{пк}$ (рисунок 1).

Температура поверхностного слоя в контактной зоне очага деформации определяется суммой:

$$\theta_{пс} = \theta_0 + \theta_{пса} + \theta_{псд}, \qquad (1)$$

где θ_0 – начальная температура заготовки, $\theta_{пса}$, $\theta_{псд}$ – приращения температуры, обусловленные действием адгезионной и деформационной составляющих трения.

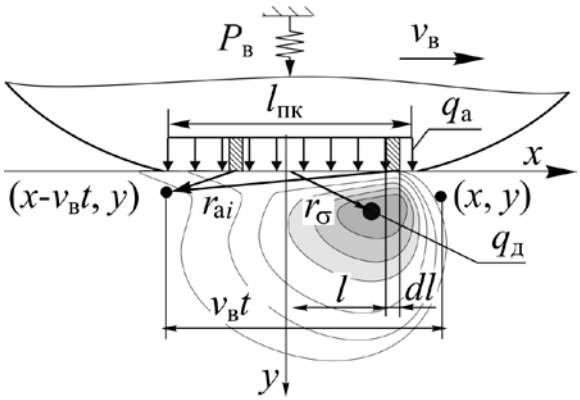


Рисунок 1. Расчетная схема выделения тепла в поверхностный слой при наноструктурирующем выглаживании сферическим индентором

Температуру элементарного объема поверхностного слоя, расположенного в точке с координатами (x,y), при действии адгезионной составляющей фрикционно-силового нагружения можно найти путем интегрирования уравнения:

$$\theta_{пса} - \theta_0 = \frac{q_a}{2\pi\lambda_{мз}} \int_{-\frac{l_{пк}}{2}}^{\frac{l_{пк}}{2}} dl \int_{-\infty}^{0} \left[\exp\left\{ -\frac{r_a + y^2}{4\alpha t} \right\} \frac{dt}{t} \right], \qquad (2)$$

где θ_0 – начальная температура поверхности, t – время действия источника, , $\lambda_{мз}$ и α – коэффициент теплопроводности и температуропроводность материала заготовки соответственно, r_a – расстояние от элементарного источника тепла до расчетной точки

Погонная мощность теплового потока, формируемого адгезионной составляющей фрикционно-силового нагружения, линейно зависит от скорости выглаживания $v_в$ и определяется следующим образом:

$$q_a = \frac{4}{\pi} \frac{P_в f_{па} v_в}{l_{пк}^2}, \qquad (3)$$

где $f_{па}$ – адгезионная составляющая коэффициента пластического трения, $P_в$ – сила выглаживания.

Решением уравнений (2) и (3) является зависимость, позволяющая определить распределение температуры по длине контакта и найти ее максимальное значение от действия адгезионной составляющей фрикционно-силового нагружения:

$$\theta_{\text{пса}}(x) \cong \frac{2P_{\text{в}} f_{\text{па}} v_{\text{в}}}{\pi l_{\text{пк}} \lambda_{\text{мз}}} \sqrt{\frac{2{,}54\alpha}{v_{\text{в}} l_{\text{пк}}}\left(1+\frac{2x}{l_{\text{пк}}}\right)} \qquad (4)$$

Максимальная температура в поверхностном слое заготовки в цикле фрикционно-силового нагружения, обусловленная действием деформационной составляющей силы трения, определена на основе теоретических подходов термомеханики контактного взаимодействия твердых тел [4]:

$$\theta_{\text{псдеф}} = \frac{q_{\text{д}}}{4\pi\lambda_{мз} r_{\sigma}} \exp\left[-\frac{V_{\text{в}}(r-x)}{2\alpha}\right], \qquad (5)$$

где r_{σ} - расстояние от вершины индентора до точки максимального сдвигового напряжения в поверхностном слое

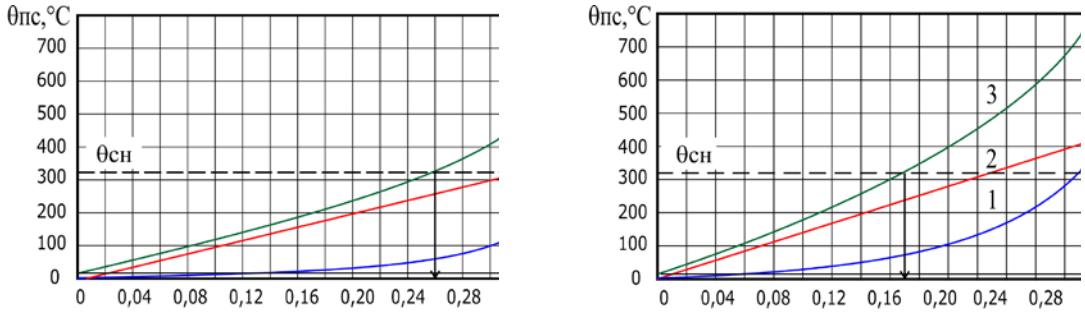
Установлено, что при наноструктурирующем выглаживании стальных поверхностей r_{σ} определяется следующим образом:

$$r_{\sigma} = \sqrt{x^2 + \left[l_{\text{пк}}\left(0{,}39 - 1{,}2 f_{\text{пд}}\right)\right]^2}\,, \qquad (6)$$

где $f_{\text{пд}}$ – деформационная составляющая коэффициента пластического трения.

Мощность теплового потока, формируемого деформационной составляющей фрикционно-силового нагружения: $q_{\text{д}} = P_{\text{в}} f_{\text{пд}} v_{\text{в}}$.

В работе исследовалась зависимость температуры поверхностного слоя $\theta_{\text{пс}}$ от коэффициента пластического трения $f_{\text{п}}$ и его адгезионной и деформационной составляющих при наноструктурирующем выглаживании стали 20Х (HRC 60…64) сферическим индентором радиусом 2 мм при силе выглаживания $P_{\text{в}}$=200 Н и скоростях $V_{\text{в}}$ 10 и 20 м/мин. Результаты моделирования представлены на рисунке 2.



а) б)

Рисунок 2. Зависимость температуры поверхностного слоя $\theta_{\text{пс}}$ от коэффициента пластического трения $f_{\text{п}}$ (3) и его деформационной (1) и адгезионной (2) составляющих при скорости выглаживания $V_{\text{в}}$=10 м/мин (а) и $V_{\text{в}}$=20 м/мин (б).

Условием выбора параметров и предельных режимов наноструктурирующего выглаживания является температура $\theta_{\text{сн}}$, при достижении которой происходит потеря сдвиговой устойчивости поверхностного слоя и начинается катастрофический рост высоты микронеровностей. Экспериментально установлено, что для стали 20Х (HRC 55…65) граница сдвиговой устойчивости поверхностного слоя при заданных параметрах силы выглаживания и коэффициента пластического трения составляет ~300°С.

Учитывая высокую температуропроводность сверхтвердых материалов, используемых в качестве рабочего элемента индентора инструмента, по сравнению с температуропроводностью обрабатываемых материалов, одним из способов снижения температуры поверхностного слоя является разработка конструкций инструмента, обеспечивающих непрерывный отвод выделенного тепла при высоком уровне адгезионной составляющей коэффициента пластического трения (рисунок 3) [5].

Применение инструмента со встроенной системой отвода тепла позволяет существенно снизить температуру поверхностного слоя в очаге деформации и увеличить производительность процесса за счет увеличения скорости выглаживания (рисунок 4).

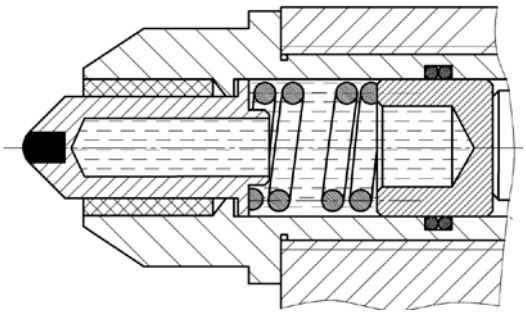


Рисунок 3. Инструмент со встроенной системой отвода тепла

Рисунок 4. Зависимость температуры поверхностного слоя $\theta_{пс}$ от скорости выглаживания $v_в$

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 11-08-01025-а.

Литература

1. Кузнецов В.П. Макаров А.В., Поздеева Н.А., Саврай Р.А., Юровских А.С., Малыгина И.Ю., Киряков А.Е. Повышение прочности, теплостойкости и износостойкости деталей из цементированной стали 20Х наноструктурирующим фрикционным выглаживанием на токарно-фрезерных центрах // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2011. – №9. – С. 3-13.

2. Кузнецов В.П., Смолин И.Ю., Дмитриев А.И., Смирнов С.В., Макаров А.В., Киряков А.Е., Юровских А.С. Конечно-элементное моделирование наноструктурирующего выглаживания // Физическая мезомеханика. – 2011. – Т.16. – №6. – С.87–97.

3. Кузнецов В.П. Моделирование и инструментальное обеспечение наноструктурирующего выглаживания поверхностей деталей трибосопряжений // Нанотехнологии. Наука и производство. – 2011, № 5. – С.34–35.

4. Карслоу Г., Егер Д. Теплопроводность твердых тел. – М.: Наука, 1964. – 487 с.

5. Пат. 115706 Российская Федерация, U1 МПК B24B39/00 B82B3/00. Инструмент для формирования на деталях трибосопряжений поверхностей с нанокристаллической структурой / Кузнецов В.П.; заявл. 09.11.2011; опубл. 10.05.2012. Бюл. №13. – 3с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МОДИФИКАЦИИ НАНОСТРУКТУРЫ ВЫСОКОМОЕЛКУЛЯРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЕ

Абдуллин И.Ш., Желтухин[*] В.С., Бородаев[*] И.А.,
Казанский национальный исследовательский технологический университет
[*]Казанский (Приволжский) федеральный университет

Аннотация. Представлены физическая и математическая модели модификации наноструктуры высокомолекулярных материалов в низкотемпературной плазме. Установлено, что при взаимодействии плазмы высокочастотного разряда пониженного давления с высокомолекулярными материалами, в порах и капиллярах создаются условия для возникновения каскада процессов эмиссии заряженных частиц. Рекомбинация этих заряженных частиw на внутренней поверхности пор и капилляров приводит к объемной модификации высокомолекулярных материалов.

Annotation. The physical and mathematical models of nanostructure modification of high-molecular materials ft low-temperature plasma is showed. It is established that interaction between low pressure RF plasma and high-molecular materials leads to cascade of charge particle emission from internal surfaces of porous and capillaries. Recombination of these charge on internal surfaces of a nanopores leads to a high-molecular materials modification.

Ключевые слова: наноструктура, плазма, высокочастотный разряд, высокомолекулярное соединение.
Keywords: nanostructure, plasma, radio-frequency discharge, high-molecular materials

Результаты экспериментальных исследований [1] показали, что при обработке натуральных высокомолекулярных материалов (ВММ), к которым относятся кожа, ткани, мех, в ВЧ разряде пониженного (13,3-133 Па) давления (ВЧРПД) модификации подвергаются не только поверхность материала, а также и весь его объем. Целью данной работы является выяснение механизма объемной модификации капиллярно-пористых высокомолекулярных материалов (КПВМ) в результате воздействия ВЧРПД.

Известно, что в ВЧ разряде у поверхности материала, вследствие колебаний электронного газа, образуется слой положительного заряда (СПЗ). Отрицательный потенциал образца относительно плазмы при давлениях 13,3-133 Па достигает 80-100 В. Границы СПЗ с противоположных сторон образца осциллируют с частотой поля. Поэтому электрические потенциалы, создаваемые слоями положительного заряда с противоположных сторон образца, также осциллируют в противофазе друг с другом. Это создает внутри пористого диэлектрического материала ВЧ электрическое поле амплитудной напряженностью ~10^4-10^5 В/м.

В результате поляризации макромолекул ВММ в наведенном электрическом поле на внутренней поверхности пор образуется связанный электрический заряд, причем противоположные по отношению к направлению поля поверхности пор приобретают разные знаки (рис. 1). В связи с небольшими расстояниями между противоположно заряженными поверхностями (10-100 нм), небольшой энергией ионизации ВММ (0,2 эВ), и возможностью самоионизации [2], становится

создаются условия для эмиссии с поверхности нанопоры электронов, последующее их ускорением во внутреннем электрическом поле, что может привести к возникновению разряда.

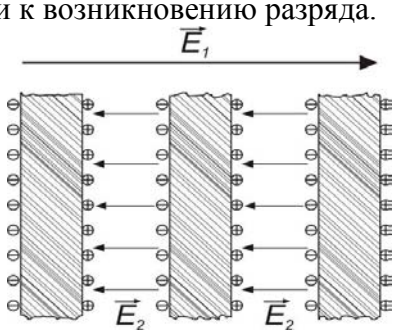


Рис. 1. Схема образования на внутренней поверхности пор связанных электрических зарядов и, как следствие, внутреннего электрического поля.

Для оценки возможности возникновения электрического разряда в результате эмиссии заряженных частиц, эмитируемых с внутренней поверхности нанопор, разработана математическая модель.

В электростатическом поле напряженностью до $10^4 – 10^5$ В/м плотность связанного поверхностного электрического заряда не превышает $10^{-8} – 10^{-9}$ Кл/м^2. В нанометровом диапазоне такой поверхностный заряд следует рассматривать как совокупность элементарных точечных зарядов, поэтому рассматривалось движение отдельных электронов и ионов, эмитируемых с поверхности нанопор.

Для расчета движения заряженных частиц в поле зарядов, распределенных по внутренней поверхности поры, существенное значение имеют только поверхности, ортогональные вектору электрической напряженности, поскольку касательные компоненты E не создают связанного поверхностного заряда. Поэтому задача рассматривалась в двумерном приближении плоского поля.

Движение электронов и ионов в этой модели описывается системой задач Коши

$$\frac{d\mathbf{v}_{i,e}}{dt} = \pm \frac{e\mathbf{E}}{m_{i,e}}, \qquad \mathbf{v}_{i,e}(0) = \mathbf{v}^0_{i,e}, \qquad (1)$$

$$\frac{d\mathbf{r}_{i,e}}{dt} = \mathbf{v}_{i,e}, \qquad \mathbf{r}_{i,e}(0) = \mathbf{r}^0_{i,e}, \qquad (2)$$

где $\mathbf{v}_{i,e}$, $\mathbf{r}_{i,e}$ – вектор скорости и, соответственно, радиус-вектор иона (индекс i) или электрона (индекс e), $m_{i,e}$ – масса иона или электрона, $\mathbf{E}$ – вектор напряженности электрического поля, t – время, $\mathbf{r}^0_{i,e}, \mathbf{v}^0_{i,e}$ – начальные положение и скорость заряженной частицы, e – элементарный электрический заряд, знак «+» соответствует иону, знак «-» - электрону.

Вектор напряженности электрического поля $\mathbf{E}$ рассчитывался как суперпозиция полей элементарных зарядов на стенке поры по формуле

$$\mathbf{E} = \sum_k \mathbf{E}_k, \quad \mathbf{E}_k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\pm e}{e}\frac{\mathbf{r}_k}{r_k}, \quad k = 1,2,\ldots, \qquad (3)$$

Здесь $\mathbf{E}_k$ – электрическое поле, создаваемое k-м зарядом, ε_0 - электрическая постоянная, ε – относительная диэлектрическая проницаемость газа в поре, $\mathbf{r}_k$, r_k – радиус-вектор и расстояние от свободного электрона до электрона на стенке поры.

Рассматривались поры диаметром 4-10 нм и длиной 50-100 нм. Вследствие малых геометрических размеров время пролета заряженной частицы через нанопору составляет 10^{-12}–10^{-15} с, что потребовало использования очень мелкого шага интегрирования системы уравнений (1)-(2).

Результаты численных расчетов показали, что абсолютная величина напря-

женности электрического поля |E| может достигать значений 10^9 В/м и более (рис. 2). Из рисунка видно, что компоненты вектора электрической напряженности E_x и E_y резко возрастают в окрестности локальных зарядов.

Рассматривались два варианта движения заряженных частиц: *а)* в начальный момент времени, когда внешнее электрическое поле уже действует, а поляризация белка еще не произошла, и *б)* после поляризации.

Результаты расчетов по варианту *а* показали, что эмитированные с квазинейтральной поверхности электроны за время ~ 10^{-14} с могут набрать энергию $W_e = 2 – 2{,}5$ эВ (рис. 3). В результате соударения с поверхностными макромолекулами белка может произойти вторичная эмиссия электронов, а поверхность в месте вторичной эмиссии – зарядиться положительно.

В результате поляризации на одной стенке нанопоры образуется связанный отрицательный заряд, на противоположной – положительный (рис. 1). Расчеты по варианту *б)* показали, что электрон, вылетающий с отрицательно заряженной стенки с энергией 0,2 эВ при движении через нанопору приобретает энергию 6 эВ за время ~10^{-14} с. (рис. 4*б*). Этой энергии может оказаться достаточно (что зависит от места и направления удара) для разрыва одинарной связи C-H (4,37 эВ), в результате чего с поверхности нанопоры эмитируется ион водорода H+, а на поверхности, соответственно, возникает локальный отрицательный заряд.

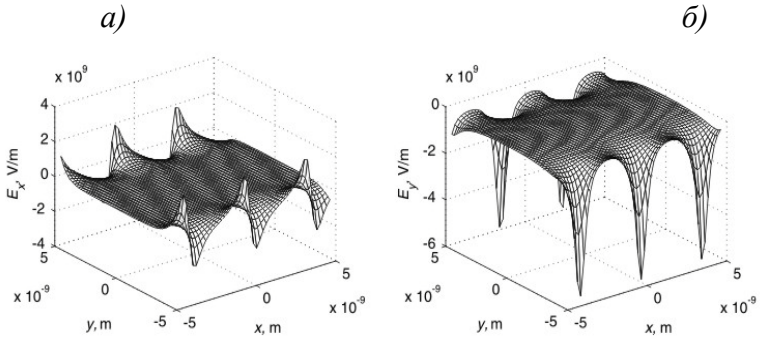


Рис. 2: Распределение компонент вектора напряженности электрического поля внутри нанопоры: а) E_x, б) E_y

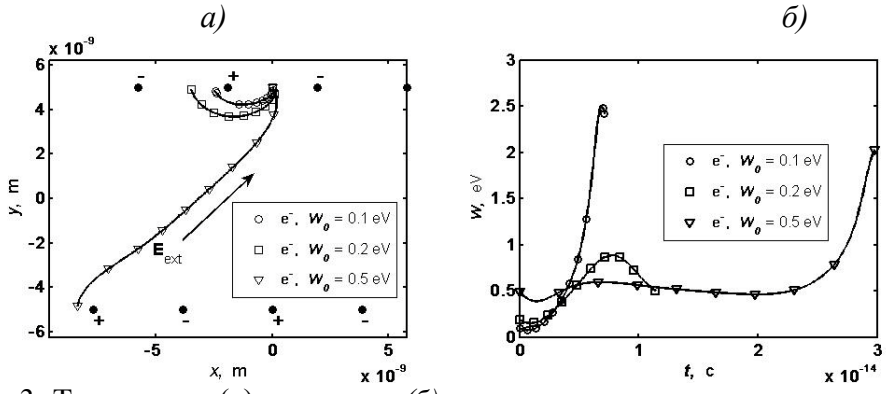


Рис. 3: Траектория (а) и энергия *(б)* электронов, эмитированных с поверхности нанопоры в квазинейтральной системе поверхностных зарядов. Стрелка на рис. *а)* показывает показывает направление внешнего поля. Электроны эмитируют из одной точки с разной начальной энергией под углом - $\rho/3$.

Ион водорода H^+, вылетающий с положительно заряженной стенки приобретает энергию до 5-7 эВ за (4-6)·10^{-13} с. (рис. 4*г*), которая выделяется при столкно-

вении его с противоположной стенкой нанопоры. Кроме того, при попадании на поверхность нанопоры ион может рекомбинировать с выделением энергии, затраченной на ионизацию молекулы полимера. Полной энергии иона достаточно для разрыва двух одинарных связей С-Н, то есть процесс вторичной эмиссии положительно заряженных ионов может нарастать лавинообразно**.**

Период колебания внешнего электрического поля составляет ~ $0{,}7\cdot10^{-7}$ с. За половину периода, в течение которой сохраняется поляризация белка, произойдет ~ 10^5 – 10^6 актов эмиссии частиц и соответственно столкновений частиц со стенкой нанопоры. Этого вполне достаточно для модификации внутренней поверхности нанопоры.

Нанопоры распределены по всему объему композиционного материала. Учитывая, что кожевенные материалы имеют сложную многоуровневую капиллярно-пористую структуру, модификация внутренней поверхности нанопор и наиболее мелких надмолекулярных структурных элементов приводит к трансформациям более высоких структурных организаций материала, в результате чего реализуется объемная обработка композиционного материала.

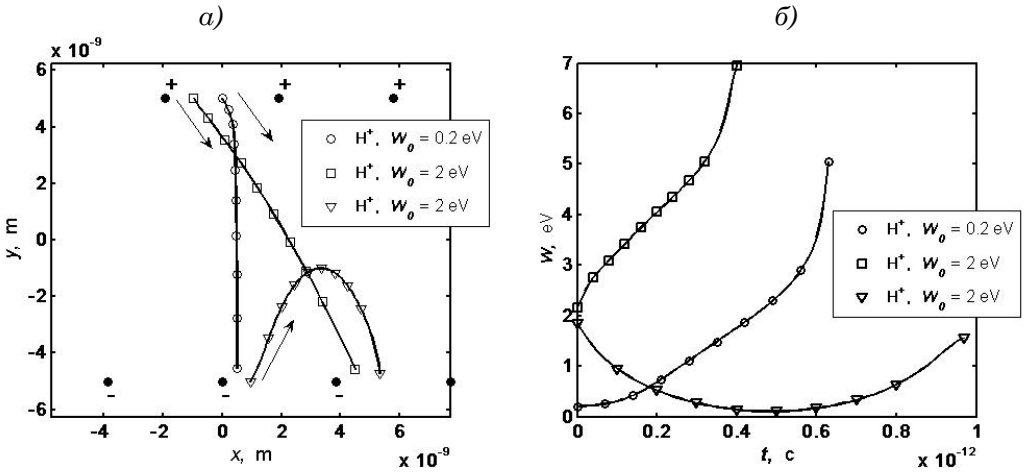


Рис. 4: Траектория *(а)* и энергия *(б)* ионов эмитированных с поверхности нанопоры в поляризованном материале (стенки нанопоры заряжены противоположно, стрелка указывает направление движения частиц).

Таким образом, в результате математического моделирования показано, что при взаимодействии ВЧРПД с ВММ, создаются условия для возникновения каскада процессов автоэмиссии, электронно-электронной, электронно-ионной, ион-электронной и ион-ионной эмиссий, что в результате последующего высвобождения гашений кинетических энергий частиц и их рекомбинации, может привести к модификации внутренней поверхности нанопоры. Для уточнения данной модели, и проверки возможности разрыва ковалентных связей в молекуле полимера при электронном ударе необходимо использовать методы молекулярной динамики.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, гранты 10-01-00728а, 11-01-00864а, 12-01-31458 и Минобрнауки РФ, госконтракты № 14.740.11.0080, и 14.132.21.1420.

Литература

[1] И.Ш. Абдуллин, А.М. Сунгатуллин, Г.Р. Рахматуллина, В.С. Желтухин. *Кожевенно-обувная промышленность***. 1** (2009) 40.

[2] Б.И.Сажин. *Электрические свойства полимеров.* Химия, Ленинград, 1986.

НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ УНТ «ТАУНИТ»

Ткачев А.Г., Меметов Н.Р.,
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет»,
ООО «НаноТехЦентр», г. Тамбов

Аннотация. Приведена информация по состоянию рынка углеродных наноматериалов в России. Показано состояние промышленного производства УНТ «Таунит» в г. Тамбове, обозначены основные перспективы развития производства.

Annotation. Provides information on the state of the market of carbon nanomaterials in Russia. Shows the state of the industrial production of CNTs "Taunit" in Tambov, the basic outlook of production.

Ключевые слова: углеродные нанотрубки, Таунит, применение

Углеродные нанотрубки (УНТ) играют значительную роль в мировой нанотехнологической индустрии. Более, чем десятилетие, углеродные нанотрубки, несмотря на свои впечатляющие эксплуатационные свойства, использовались в большинстве случаев для научных исследований. Тот факт, что эти материалы не смогли пока занять прочные позиции на рынке, во многом обусловлен возникающими проблемами с их масштабным производством и неконкурентоспособными ценами.

Вполне вероятно, что свойственные нанотрубкам на современном этапе недостатки будут в дальнейшем преодолены усилиями ученых. По крайней мере, основной массив проводимых сейчас исследований направлен на решение таких вопросов как высокие цены на УНТ и возможности организации крупномасштабного производства.

В течение последних 5 лет был зафиксирован значительный рост патентной активности, связанный с УНТ. Количество патентов, возросло почти втрое, достигнув около 600 штук только в 2006 году. В структуре патентных заявок и документов преобладает деятельность, связанная с методами синтеза и обработки УНТ.

В 2002 году мировой рынок УНТ оценивался в 12 млн. долл., и ожидалось, что к 2005 году он достигнет 700 млн. долл., а к 2010 приблизится к 2 млрд. долл. Однако на практике данные прогнозы не оправдались. На сегодняшний день планируется достижение прогнозных показателей 2005 года только к 2011 году, а 2010 – к 2014. В тоже время нельзя не отметить стремительные темпы роста мирового рынка УНТ – прирост рыночных показателей в период 2007-2009 годы достиг 196%. В результате по предварительным оценкам объем рынка УНТ в 2009 году составил 252 млн. долл.

В настоящий момент подавляющий процент производства УНТ концентрируется в азиатском регионе (60%), на долю США и Европы приходится 26% и 10% соответственно. Наиболее крупными производителями в Европе являются французская компания Arkema, бельгийская Nanocyl S.A. и немецкая Bayer Materials Science AG. В 2007 году компания Bayer открыла второй завод по выпуску углеродных нанотрубок марки Baytubes мощностью 30 тонн в год. Таким образом, суммарная мощность производства компании Bayer составляет 60 тонн год. В планы компании входило открытие в 2008 году специализированного производст-

ва мощностью 3 тысячи тонн в год. Однако по нашим данным, во многом из-за мирового финансового кризиса, эти планы пока не реализованы.

Динамика рынка УНТ в России определяется общим состоянием индустрии нанотехнологий в стране. Развитие рынка нанотехнологий является в настоящий момент одним из приоритетов развития российских инновационных отраслей. В 2008 году правительством на данное направление было выделено более 200 млрд. руб. В то же время Россия значительно отстает от развитых стран по показателям частных инвестиций в исследования в области нанотехнологий. В свою очередь, без увеличения данного показателя нельзя говорить о каких-либо позитивных перспективах российского рынка, так как государственных инвестиций будет явно недостаточно.

Современная динамика развития российской наноиндустрии демонстрирует, что она движется по схожему пути со странами-лидерами в области нанотехнологий. Важным толчком развития рынка во всех странах стало привлечения внимания общественности к данной проблематике со стороны государства, а также значительные объемы финансирования им НИОКР.

Пока доля России в общемировом технологическом секторе составляет около 0,3%, а на рынке нанотехнологий – 0,04%, что во многом связано с тем, что она обратила свое внимание на наноразработки на 7-10 лет позже, чем зарубежные страны.

В результате государственной политики исследованиями в области наноматериалов занимаются более 150 научных организаций с численностью около 20 тыс. исследователей.

Естественно с развитием российских нанотехнологий потребуется значительное количество наномодификаторов, в том числе, углеродных нанотрубок. Разработки композитных материалов с использованием нанотрубок включены в перечень приоритетных направлений развития НИОКР в области нанотехнологий.

Производство углеродных нанотрубок в промышленных масштабах в настоящий момент практически отсутствует. Суммарная мощность реакторов российских производителей не превышает 10 тонн в год. Для сравнения – актуальный мировой объем производства в 100 раз превышает российские возможности.

Одним из наиболее крупных производителей углеродных наноматериалов в России является созданное в Тамбове ООО «НаноТехЦентр», мощность производственной линии которого составляет порядка 2 тонн в год.

Промышленное производство УНТ в Тамбове создавалось практически на пустом месте. Инициатором проекта по организации такого предприятия выступил Тамбовский инновационно-технологический центр машиностроения. В рамках успешного сотрудничества Тамбовского государственного технического университета и ОАО «Тамбовский завод «Комсомолец» им. Н.С. Артемова» были проведены НИОКР, а затем и изготовлены пилотные образцы оборудования по синтезу углеродных наноматериалов.

До 2010 года предприятие выпускало углеродный наноструктурный материал «Таунит» (УНМ «Таунит»®). УНМ «Таунит» представляет собой смесь углеродных нановолокон конической структуры и нанотрубок диаметром 15-40 нм, с внутренним каналом порядка 8 нм. Удельная поверхность УНМ «Таунит» составляет порядка 120 $м^2/г$.

Начиная с 2008 года Тамбовский государственный технический университет и ОАО «Тамбовский завод «Комсомолец» им. Н.С. Артемова» принимают участие в ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям разви-

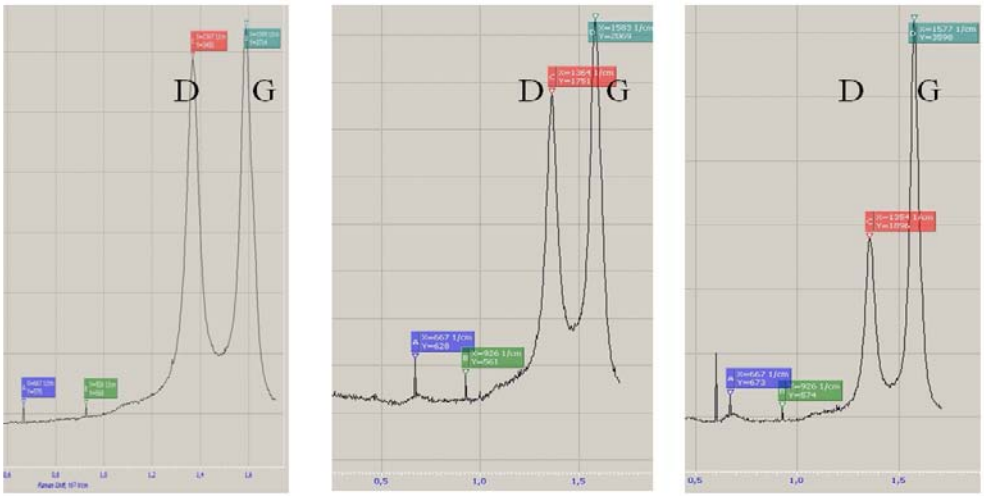
тия научно-технологического комплекса России на 2007-2012 годы». (ГК 02.523.12.3020 от 02 сентября 2008 года).

Участие в данной программе позволило ТГТУ разработать новые наноструктурные материалы («Таунит М» и «Таунит МД»), которые будут производится в Тамбове. Характеристики данных материалов в сравнении с УНТ Baytubes представлены в таблице.

Сравнительные характеристики материалов серии «Таунит» и нанотрубок фирмы Bayer приведены ниже.

Параметры	**Таунит**	**Таунит МД**	**Таунит М**	**Baytubes C150 HP**
Наружный диаметр, нм	15-40	30-80	8-15	13-16
Внутренний диаметр, нм	5-10	10-20	4-8	2-6
Длина, мкм	2 и более	20 и более	2 и более	1 более
Общий объем примесей, %	до 5	до 5	до 5	
после очистки	до 1	до 1	до 1	до 1
Насыпная плотность, г/см^3	0,4÷0,6	0,03÷0,05	0,03÷0,05	0,14÷0,23
Удельная геометрическая поверхность, м^2/г	120 и более	180-200	300 и более	нет данных
Термостабильность, °С	до 600	до 600	до 600	нет данных

Для сопоставления качества (упорядоченности структуры) УНТ серии Таунит и зарубежных аналогов были записаны спектры комбинационного рассеяния (Раман) образцов, приведенные ниже на рис. 1.



Таунит Таунит-М Таунит-МД

Рисунок 1 – Спектры комбинационного рассеяния УНТ

Как известно, в упрощенном приближении, первая полоса (*D*) в Раман-спектре характеризует долю малоупорядоченного углерода, в то время как вторая (*G*) характеризует долю углерода в хорошо упорядоченных графеновых слоях углеродных нанотрубок. Соотношение интенсивностей этих полос, *D*/*G*, является одним из показателей качества углеродных нанотрубок, как одностенных, так и многостенных. Для УНТ серии Таунит отношение *D*/*G*, за вычетом фона, равно 0,90 («Таунит»), 0,79 («Таунит-М»), и 0,45 («Таунит-МД»).

Для сравнения, отношение *D*/*G* для ряда зарубежных УНТ равно:

– многостенные УНТ фирмы Байер, Германия: *D*/*G* = 1,3 (Trchova M. et.al., Polymer degradation and Stability, 2009, vol. 94, p. 929-938);

– многостенные УНТ китайского производства (www.cheaptubesinc.com, www.cheaptubes.com): D/G = 1,1 для УНТ диаметром 8-15 нм (аналог «Таунита-М»); D/G = 0,66 для УНТ диаметром 30-50 нм (аналог «Таунита-МД»); D/G = 0,54 для УНТ диаметром более 50 нм (аналог «Таунита-МД»).

Таким образом, по данным спектроскопии комбинационного рассеяния углеродные нанотрубки серии Таунит имеют лучшее качество, чем зарубежные аналоги, что делает их более перспективными с точки зрения применения в области наномодифицирующих добавок.

На сегодняшний день в ТГТУ разработаны технологии синтеза многослойных углеродных нанотрубок с диаметром до 8 нм (с числом слоев 3 - 5). Микроструктура таких материалов представлена на рис. 2.

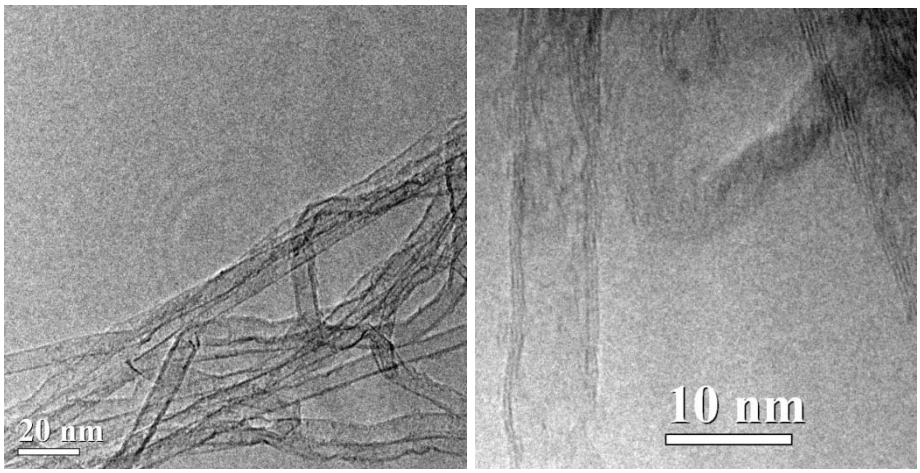


Рисунок 2 – Микроструктура МСУНТ

В ходе реализации проекта определилось еще одно перспективное направление коммерциализации результатов проекта – производство и реализация оборудования для синтеза УНТ. Так ОАО «Тамбовский завод «Комсомолец» им. Н.С. Артемова» были поставлены японской компании Vision Development Inc две линии для производства УНМ «Таунит».

На сегодняшний день Тамбовский государственный технический университет и ОАО «Тамбовский завод «Комсомолец» им. Н.С. Артемова» продолжают работы по расширению производства нанопродуктов на основе МУНТ.

Планируется организовать изготовление широкой номенклатуры продукции, что позволит расширить круг потенциальных потребителей за счет производства товарных форм МУНТ уже готовых к использованию в конкретной области, например, модификаторы на основе углеродных нанотрубок для строительных материалов, различные функционализированные формы МУНТ, подготовленные для введения в полимерные матрицы, антидетонационные добавки и др.

МЕТАЛИЗИРОВАННАЯ ПЛЕНОЧНАЯ НИТРОЦЕЛЛЮЛОЗНАЯ ОСНОВА ДЛЯ ПРОВОДЯЩИХ ПОЛИМЕРНЫХ НАНОСЕНСОРОВ

Матухин Е.Л., Самитов М.И., Шмидт Е.В., Матухина Л.Е.,
Федеральное казенное предприятие «Казанский государственный казенный пороховой завод»;
Казанский государственный энергетический университет

Аннотация. Нананаука и нанотехнологии являются новейшими областями научных и обширных прикладных исследований, результаты которых начинают широко применяться при создании принципиально инновационных и перспективных материалов, приборов, устройств и различных сенсоров.

Проектирование интеллекуальных наноматериалов является стратегической технической и технологической задачей современной наноиндустрии, имеющей большие коммерческие применния в различных областях экономики и жизни человека.

Наносенсорные датчики входят в класс наноскопических интеллектуальных материалов и характеризуются тем, что они способны реагировать на определенный раздражающий фактор или изменять свою структуру под воздействием изменяющегося внешнего параметра: температуры, влажности, радиации и т. д.

В качестве полимерной подложки, на которой может производится как синтез так и непосредственное проектирование наносенсорных датчиков, может быть использована металлизированная пленочная нитратцеллюлозная композиция.

Специальной технологической обработкой как исходного хлопкового сырья, так методами облагораживания полуфабрикатов нитратов целлюлозы удается получить продукт особой высокой химической чистоты, что является необходимым требованиям для специального применения в уникальных экспериментах.

Ключевые слова: интеллектуальные материалы, наносенсор, нитрат целлюлозы

Нананаука и нанотехнологии являются новейшими областями научных и обширных прикладных исследований, результаты которых начинают широко применяться при создании принципиально инновационных и перспективных материалов, приборов, устройств и различных сенсоров. Директор Национального научного фонда США Рита Колвел рассматривает нанотехнологию как «действительно портал в новый мир», одно из перспективных направлений которой связано с созданием наноскопических интеллектуальных материалов [1-4]. В нанонауке и технологии под последними понимается специально созданный материал со структурами наноскопических размеров для выполнения определенной интеллектуальной задачи. Проектирование интеллекуальных наноматериалов является стратегической технической и технологической задачей современной наноиндустрии, имеющей большие коммерческие применния в различных областях экономики и жизни человека.

Наносенсорные датчики входят в класс наноскопических интеллектуальных материалов и характеризуются тем, что они способны реагировать на определенный раздражающий фактор или изменять свою структуру под воздействием изменяющегося внешнего параметра: температуры, влажности, радиации и т. д. Кроме традиционных сенсорных датчиков температуры, воды, света, звука, давления, вибрации созданы датчики для регистрации определенных молекул, бактерий, токсинов, взрывчатых веществ и для других аналитических специальных целей.

На основе наносенсорных датчиках разработаны ультрачувствительные сенсоры, которые получили одно из первых коммерческих приложений нанотехнологии.

В качестве полимерной подложки, на которой может производится как синтез так и непосредственное проектирование наносенсорных датчиков, может быть использована металлизированная пленочная нитратцеллюлозная композиция. Нитраты целлюлозы являлись одними из первых модифицированных полимерных материалов промышленного применения.

Нитрат целлюлозы представляет собой сложный азотнокислый эфир целлюлозы [5,6]:

$$[C_6H_7O_2(OH)_{3-к}(ONO_2)_к]_n,$$

получаемой нитрованием природного стереорегулярного полимера – целлюлозы

$$C_6H_7O_2(OH)_3.$$

В процессе нитрования ОН –группы целлюлозы замещаются на группы $–ONO_2$.

Одна из важнейших характеристик, определяющих технологические, физико-химические и энергетические, а также спектральные характеристики является степень нитрования.

Для получения пленочных композиций наиболее предпочтительными являются нитраты целлюлозы с содержанием азота, определяющего степень нитрования в пределах 10,5 до 12,4%, которые достаточно хорошо пластифицируются и растворяются во многих распространенных органических низкокипящих растворителях (ацетоне, метилэтилкетоне и других, включая комбинированные.

Степень полимеризации нитратов целлюлозы для изготовления пленочных композиций может изменяться от 100 до 600. Пленочная композиция характеризуется диэлектрической проницаемостью в пределах, 0,8 до 10 в зависимости от присутствующего пластификатора. Температура стеклования в зависимости от содержания пластификатора составляет в пределах от 55 до 150С.

Специальной технологической обработкой как исходного хлопкового сырья, так методами облагораживания полуфабрикатов нитратов целлюлозы удается получить продукт особой высокой химической чистоты, что является необходимым требованиям для специального применения в уникальных экспериментах.

Толщина опытных образцов пленочных нитратцеллюлозных композиций в зависимости от технологических параметров может выбираться от 5 до 300 мкм. Металлизация толщиной в пределах 5-10 мкм производится на специальных вакуумных установках.

Литература

1. Ратнер Марк, Ратнер Даниэль Нанотехнология: простое объяснение очередной генеальной идей: Пер. с англ._ М.: Издательский дом «Вильямс», 2004.-240 с.

2. Рынок нано: от нанотехнологий – к нанопродуктам / Г.Л. Азоев и др.; под ред. Г.Л. Азоева.- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.-319 с.

3. Хартманн У. Очарование нанотехнологии / У. Хартман: пер. с нем. –М.:: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008.-173 с.

4. Жоаким К., Плевер Л. Нанонауки. Невидимая революция / Кристиан Жоаким, Лоранс Плевер, пер. с фр. А. Кавтавскина.- М.: КоЛибри, 2009.-240с.

5.Мадякин Ф.П. Компоненты и продукты сгорания пиротехнических составов. Полимеры и олигомеры: учебное пособие: в 2 т. Т.2/ Ф,П. Мадякин, Н.А. Тихонова.- Казань: Изд-во Каан. Гос. Технол. Ун-та, 2008.-492 с.

6. Химические реакции полимеров. /Под редакцией Е. Феттеса. Т.1. Перевод с англ. Издательство «Мир» М.:, 1967.- с.503.

СОЗДАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЫСОКОПОРИСТЫХ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Матухин Е.Л., Самитов М.И., Матухина Л.Е., Шмидт С.В.,
Федеральное казенное предприятие «Казанский государственный казенный пороховой завод»;
Казанский государственный энергетический университет

Аннотация. В качестве полимерного структурообразующего наполнителя при создании композиционных высокопористых наноструктурированных материалов может применяться нитратцеллюлозная композиция, использование которой достаточно известно в современной микроэлектронике.

Нитраты целлюлозы являлись одними из первых модифицированных полимерных материалов промышленного применения, нашедших широкое применение не только при производстве высокоэнергетических материалов, но и благодаря свои уникальным физико-химическим характеристикам в различных отраслях.

Для получения структурообразующих композиций наиболее предпочтительными являются нитраты целлюлозы с содержанием азота, определяющего степень нитрования, в пределах 10,5 до 12,8 % . в некоторых технологических приемах приготовления структурообразующих композиций могут быть использованы более высокоэнергетические нитраты целлюлозы с содержанием азота до 13,5%

Степень полимеризации нитратов целлюлозы для изготовления структурообразующих композиций может изменяться в значительных пределах от 80 до 3 500. Для применения структурообразующей композиции на основе нитратов целлюлозы особое значение имеет температура воспламенения, которая может составлять от 170 до 200 ^{0} С, а также удельная теплота разложения нитрата целлюлозы в пределах 2150 до 3150 к Дж/кг.

Массовая доля нитрата целлюлозы в структурообразующей композиции может изменяться в значительных пределах от 0,01 до 5-10% в зависимости от технологии непосредственного получения высокопористого наноструктурированного материала.

Ключевые слова: высокопористые наноструктурированные материалы, высокоэнергетические материалы, нитрат целлюлозы

В качестве полимерного структурообразующего наполнителя при создании композиционных высокопористых наноструктурированных материалов [1-4] может применяться нитратцеллюлозная композиция, использование которой достаточно известно в современной микроэлектронике.

Нитраты целлюлозы являлись одними из первых модифицированных полимерных материалов промышленного применения, нашедших широкое применение не только при производстве высокоэнергетических материалов, но и благодаря свои уникальным физико-химическим характеристикам в различных отраслях в качестве полимерного связующего, наполнителя, технологической добавки и т.д..

Нитрат целлюлозы представляет собой сложный азотнокислый эфир целлюлозы [5,6]:

$$[C_6H_7O_2(OH)_{3-к}(ONO_2)_к]_n,$$

получаемой нитрованием природного стереорегулярного полимера – целлюлозы

$$C_6H_7O_2(OH)_3.$$

В процессе нитрования ОН–группы целлюлозы замещаются на группы–ONO_2.

Одна из важнейших характеристик, определяющих технологические, физико-химические и энергетические, а также структурообразующие характеристики является степень нитрования полимера.

Для получения структурообразующих композиций наиболее предпочтительными являются нитраты целлюлозы с содержанием азота, определяющего степень нитрования, в пределах 10,5 до 12,8 % , которые достаточно хорошо пластифицируются и растворяются во многих распространенных органических низкокипящих растворителях (ацетоне, метилэтилкетоне и других, включая комбинированные. Хотя в некоторых технологических приемах приготовления структурообразующих композиций эти параметры не являются обязательными и могут быть использованы более высокоэнергетические нитраты целлюлозы с содержанием азота до 13,5%

Степень полимеризации нитратов целлюлозы для изготовления структурообразующих композиций может изменяться в значительных пределах от 80 до 3 500. Структурообразующая композиция на основе нитрата целлюлозы характеризуется диэлектрической проницаемостью в пределах до 80 в зависимости от присутствующего пластификатора. Температура стеклования в зависимости от содержания и вида пластификатора составляет в пределах от 55 до 120С. Для применения структурообразующей композиции на основе нитратов целлюлозы особое значение имеет температура воспламенения, которая может составлять от 170 до 200 ^{0} С, а также удельная теплота разложения нитрата целлюлозы в пределах 2150 до 3150 к Дж/кг.

Специальной технологической обработкой как исходного хлопкового сырья, так методами облагораживания полуфабрикатов нитратов целлюлозы удается получить продукт особой высокой химической чистоты, что является необходимым требованиям для специального применения в уникальных экспериментах по структурированию высокопористого материала, не содержащего примеси от структурообразущей полимерной композиции.

Массовая доля нитрата целлюлозы в структурообразующей композиции может изменяться в значительных пределах от 0,01 до 5-10% в зависимости от технологии непосредственного получения высокопористого наноструктурированного материала.

Литература

1. Ратнер Марк, Ратнер Даниэль Нанотехнология: простое объяснение очередной генеальной идей: Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2004.-240 с.

2. Рынок нано: от нанотехнологий – к нанопродуктам / Г.Л. Азоев и др.; под ред. Г.Л. Азоева.- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.-319 с.

3. Хартманн У. Очарование нанотехнологии / У. Хартман: пер. с нем. –М.:: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008.-173 с.

4. Жоаким К., Плевер Л. Нанонауки. Невидимая революция / Кристиан Жоаким, Лоранс Плевер, пер. с фр. А. Кавтавскина.- М.: КоЛибри, 2009.-240с.

5. Мадякин Ф.П. Компоненты и продукты сгорания пиротехнических составов. Полимеры и олигомеры: учебное пособие: в 2 т. Т.2/ Ф,П. Мадякин, Н.А. Тихонова.- Казань: Изд-во Каан. Гос. Технол. Ун-та, 2008.-492 с.

6. Химические реакции полимеров. /Под редакцией Е. Феттеса. Т.1. Перевод с англ. Издательство «Мир» М.:, 1967.- с.503.

ИННОВАЦИОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ОСНОВЕ РАЗВИТИЯ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ИНИЦИАТИВ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ НАНОСИСТЕМ

Матухин Е.Л., Туюшева А.И., Чесалина С.А.,
Федеральное казенное предприятие «Казанский государственный казенный пороховой завод»;
Институт педагогики и психологии профессионального образования РАО

Аннотация. Главным фактором развития современной экономики и в том числе сравнительно молодой наноиндустрии, основанных на знаниях и интеллектуальном уровне, является непосредственное взаимодействие науки, образования и производства. В то же время в рассматриваемой триаде ее компоненты, как известно, являются в определенной степени автономными системами, развитие которых происходит по собственным специальным сценариям.

Необходимы новые научно-методические программы профессиональной подготовки и переподготовки кадров не только в отраслях промышленности, непосредственно занятых производством нанопродуктов, но и требуются образовательные экспресс-программы, рассчитанные на массовые технологии применения нанопродуктов в различных отраслях экономики. Такие «программы для пользователей» создадут условия по формированию стратегических инициатив по спросу на нанопродукты, их коммерческому применению и образованию рынка нано: от нанотехнологий - к нанопродуктам и самое главное к коммерческому их применению через развитие стратегических инициатив.

Требуется создание единой интегрированной системы подготовки и переподготовки (повышения квалификации и освоения новых специальностей, смежного характера) кадров с учетом обеспечения разработки и производства приоритетных образцов нанотехнологий, нонаотехники и наноматериалов в межотраслевом, отраслевом и региональном разрезах, а также с учетом происходящих структурных преобразований в промышленности, экономике и наноиндустрии, необходимости выработки предложений по комплексу обеспечивающих мероприятий и мерам государственной поддержки развития данной системы и с возможным участием созданного Агентства стратегических инициатив (АСИ).

Взаимодействие стратегических инициативных агентов на всех уровнях научно-производственной и образовательной среды может быть осуществлено через разработку и выполнение определенного инновационного проекта создания технологии изготовления новой конкурентоспособной нанопродукции в рамках выполнения целевых федеральных и региональных программ развития отечественной экономики. В этом случае происходит встраивание проектных образовательных технологий в общий инновационный процесс развития экономики, промышленности и наноиндустрии.

Ключевые слова: наносистемы, образовательные технологии, интеграционное взаимодействие, стратегическая инициатива

Прогресс процессов глобализации, происходящий в последнее время, затрагивает и сказывается практически на всех сферах деятельности человека: экономику, экологию, науку, образование, производство и другие. В то же время наблюдаемая интенсивная интеграция в различных областях деятельности ставит

новые проблемы, среди которых одной из наиболее напряженной является происходящий мировой финансово-экономический кризис.

Для выхода из кризисной ситуации возможен подход, основанный на свертывании деятельности определенной социально-производственной системы, на сокращении затрачиваемых ресурсов с переходом на самоокупаемую достаточную модель без проработки дальнейших элементов развития ситуации. Более перспективным является гибкая модель самоорганизации и оптимизации структуры и ресурсов системы, привлечения разумного кредитования для развития системы уже в текущих кризисных условиях с выработкой стратегии перехода от выживания к качественному преобразованию, обеспечивающему эффективное функционирование на пост-кризисном пространстве. Результаты и рекомендации таких исследований позволяют определить наиболее эффективные пути и механизм исследований, разработок и внедрения нанопродуктов в различных отраслях экономики через интегрированную образовательно-научно-производственную систему, построенную не на «командно-упаравяющих» принципах, а на развитии активных стратегических инициатив на различных функциональных уровнях данной системы. Можно определить, что главным фактором развития современной экономики и в том числе сравнительно молодой наноиндустрии, основанных на знаниях и интеллектуальном уровне, является непосредственное взаимодействие науки, образования и производства. В то же время в рассматриваемой триаде ее компоненты, как известно, являются в определенной степени автономными системами, развитие которых происходит по собственным специальным сценариям.

Производственная система. В настоящее время основные проблемы дальнейшего функционирования отечественных промышленных предприятий обусловлены и связаны не только с катастрофическим физическим и моральным старением используемых технологий, технического и испытательного парка и оборудования, но, к сожалению, и повышением возраста инженерно-технического персонала, несоответствием квалификации многих работников современным требованиям, невосприимчивостью к новым знаниям и инновациям значительного инженерно-технического корпуса обслуживающего персонала.

Попытка административного омоложения трудового коллектива, инженерного корпуса, главных специалистов и руководителей без учета всей сложности процесса технологической преемственности и, в особенности, для новых перспективных направлений, связанных с нанопродуктами и новыми композиционными материалами, в принципе не может привести к положительным результатам, а лишь усугубляет критическое положение. Например, направляемые на зарубежное обучение или стажировку специалисты от предприятий после курса обучения в лучшем успешном случае переходят в другие сферы экономики и бизнеса. Произошло нарушение процесса преемственности поколений. При этом потеряна не только самая работоспособная, высококвалифицированная и перспективная часть инженерно-технических работников, но и система подготовки и переподготовки кадров. Необходимы новые научно-методические программы профессиональной подготовки и переподготовки кадров не только в отраслях промышленности, непосредственно занятых производством нанопродуктов, но и требуются образовательные экспресс-программы, рассчитанные на массовые технологии применения нанопродуктов в различных отраслях экономики. Такие «программы для пользователей» создадут условия по формированию стратегических инициатив по спросу на нанопродукты, их коммерческому применению и образованию рынка нано: от нанотехнологий - к нанопродуктам и самое главное к коммерческому их применению.

Наука. Необходимо учитывать динамичность формирования на международном рынке, так называемой, системы нового интеллектуального научно-технического уклада и «знаниевой» экономики, когда сроки смены не только отдельных технологий и оборудования, но и в целом поколений технологических процессов в ведущих странах сокращены до 7 и менее лет.

Многие проводимые НИР(НИРС) и НИОКР в академических и отраслевых институтах, вузах в настоящее время в первую очередь направлены на выполнение отдельных грантов, коммерциализацию результатов исследований. С другой стороны у промышленных предприятий отсутствуют свободные оборотные средства для возможного привлечения научных коллективов, включающих в себя специалистов высшей квалификации, для решения актуальных прикладных задач. Существенное привлечение государственных источников для развития научных исследований по всему спектру решения многочисленных проблем от фундаментальных исследований до создания современных технологий и внедрения результатов является ограниченным. Частный бизнес не в состоянии финансировать многие научные проекты, которые, по крайней мере, на начальных этапах имеют высокие уровни инвестиционного риска и большие сроки окупаемости. Ожидается, что бизнес придет в нанотехнологии не ранее, чем через 5-10 лет и конкуренция в области наносистем на период до 2020 года отсутствует [1]. Как следует из интервью с **академиком Ю.В.Гуляевым**, в настоящее время не смотря на все административные попытки и усилия практически стало уже невозможным реанимировать электронную промышленность России и освоить современные нанотехнологии. Поэтому в ближайшем будущем не ожидается какого-либо отечественного производства, основанного на действительном применении современных нанотехнологий. Требуются серьезные инвестиции, которые на уровне электронных игрушек 0,25 микронного диапазона составляют около 1 млд. долл., на уровне 0,1 микронного диапазона – 2,5 млд. долл., в то время как на Тайване освоены 0.07 микронные технологии [2].

Образовательная система. Что касается образовательной системы, необходимо отметить, что современное общество развивается в условиях больших перемен, неустойчивости социальной и экономической обстановки, кризисных явлений и само «образовательное учреждение всегда было и остается в создавшемся кризисном состоянии, в условиях неопределенности, высокой динамичности происходящих процессов» [3]. Поэтому отечественная система образования на этом сложном этапе должна быть внутренне готова и к этой соответствующей адаптации.

Потребность в подготовке специалистов, магистров и бакалавров, а также абитуриентов оценивается к 2015 году следующим образом [1]:

- школьное образование через реализацию программ подготовки абитуриентов – до 1000 учащихся в год;
- специалистов - инженерного профиля – более 5 000 студентов в год;
- бакалавров, магистров – более 2000 студентов в год;
- подготовка кадров высшей квалификации – около 1000 человек в год;
- подготовка и переподготовка школьных учителей и преподавателей вузов – около 1000 человек в год;
- переподготовка кадров – около 5 000 человек в год.

При этом более 4 десятков вузов готовят бакалавров, магистров и специалистов для наноиндустрии, из которых около 3 десятков связаны с профессиональным образованием непосредственно в области наноматериалов, нанотехники и нанотехнологиий.

Следует заметить, что в США учебные и образовательные программы в области нанотехнологий реализуются через более 500 научно-образовательных центров в 450 университетах и колледжах и включают в себя достаточно широкий спектр образовательных услуг: программы для дошкольников, школьников и преподавателей, студентов, магистров, аспирантов и исследователей, кратковременные курсы, семинары и специальные программы [4].

В целом «кризис современной системы образования, так же лишь часть глобального кризиса, в немалой степени, обусловлен узко прагматическими установками, ориентацией на узко дисциплинарный подход без горизонтальных связей, включая жесткое разграничение гуманитарных и естественнонаучных дисциплин» [5]. Буданов В.Г. заявляет, что: «*Сегодня, как никогда, нужен целостный трансдисциплинарный взгляд на мир, причем на уровне сознания большинства граждан, иначе в обществе не возникает когерентного понимания глобальных проблем и способов их решения. Да и откуда ему взяться, ведь социальный опыт передается системой образовательных институтов, которые ориентированы на стереотипы линейного, стабильного развития в прошлом, а сегодня необходимо ввести превентивное обучение принципам жизни в неустойчивом нелинейном мире, где временные масштабы иллюзорны и человек должен научиться жить в динамическом хаосе, постигая его законы, законы самоорганизации*».

Многие обсуждаемые в печати проблемы высшей школы по своей сути являются внутрисистемными в образовании. Существующая система образований все в большей степени отвечает по своей природе замкнутым системам, что не является в целом положительным явлением для стратегического развития. Она черпает из внешней среды определенные ресурсы, включая людские в виде, например, абитуриентов, производит их селективный отбор и на выходе в лучшем случае выдает высококвалифицированного конкурентоспособного специалиста, обладающего определенным набором компетенций, но, как правило, без какого-либо целевого трудоустройства и конкретной научно-производственной направленности. В настоящее время в связи с ограниченным бюджетным финансированием система образования в большей степени самопроизвольно вынуждена переориентироваться на рынок, но скорее всего не на рынок труда и производства. Высшие учебные заведения в настоящих перекошенных рыночных условиях и искаженной экономике просто оказывают услуги и превращаются в «фабрику дипломов». Они могут в своем большинстве гарантировать при соблюдении определенных самими же выдвинутыми требований только выдачу дипломов. Кроме того, по различным оптимистическим оценкам на промышленные предприятия и производственные объекты попадает в соответствии с полученной специальностью и квалификацией примерно от 10 до 40% выпускников. Из них более половины, обладающих по оценкам самой же высшей школы всеми необходимыми и достаточными для производственной деятельности компетенциями, не адаптируются в производственных условиях по различным причинам. На экологически и производственно опасных объектах экономики, например, на многих предприятий ОПК уровень адаптации выпускников, не смотря на все административные ухищрения, еще ниже и давно перешагнул критическую отметку.

Процесс распространения репродуктивных образовательных вузовских технологий сопровождается перепроизводством недостаточно квалифицированных кадров относительно низкого образовательного и профессионального уровня. Отмечается низкая профессиональная культура, отсутствие аналитического системного мышления, безразличие и даже противодействие инновационным переменам.

Содержание многих образовательных программ не соответствует требованиям современной экономики, высокотехнологичного и наукоемкого производства. Не только студенты, но и профессорско-преподавательский состав в своем большинстве не знают актуальных задач современного производства, ни первые, ни вторые практически вообще не бывают на промышленных объектах, не имеют ни времени, ни средств и ни желания вникать в существующие производственные проблемы.

Проблема современного образования, в частности, состоит в том, что во многих учебных заведениях, как правило, учат в основном по алгоритмическим технологиям, которые в сильной степени являются не только практико-ориентированными, а сколько практико-закомплексованными и не направленными на интеллектуальное развитие личности, развитие стратегических инициатив. Как указывает Нобелевский лауреат Г.Саймон [6]: « …В технических институтах учат физике и математике, в медицинских институтах – биологии и физиологии, а школы делового администрирования стали институтами, готовящих специалистов по новым разделам математики…В прошлом профессиональные институты не знали как учить профессиональному конструированию на интеллектуальном уровне, подходящем для университетов. *Новые же институты едва ли не полностью сняли с себя ответственность за обучение основным профессиональным навыкам.* Поэтому в действительности мы стоим перед задачей создания такой системы профессионального обучения, которая одновременно смогла бы достичь обеих целей: обучать как «искусственным», так и «естественным» наукам на высоком интеллектуальном уровне. А это по существу тоже задача «конструирования» - организационного проектирования». Необходимо также заметить, что « очертания науки о конструировании (системном проектировании) вырисовываются сегодня уже настолько ясно, что можно попытаться предсказать некоторые важные черты, которыми технические институты завтра будут отличаться от физических факультетов, а институты организационного управления – от экономических и психологических учебных заведений».

Налицо важная проблема совмещения различных масштабов и темпов обновления профессионального образовательного процесса и интеллектуального научно-технического прогресса, кадрового профессионального омоложения и создания наукоемких, высокотехнологичных производств в условиях становления рыночной экономики и развития стратегических инициатив. Необходимы новые научно-методические программы профессиональной подготовки и переподготовки кадров не только в отраслях промышленности, непосредственно занятых производством нанопродуктов, но и требуются образовательные экспресс-программы, рассчитанные на массовые технологии применения нанопродуктов в различных отраслях экономики. Такие «программы для пользователей» создадут условия по формированию стратегических инициатив по спросу на нанопродукты, их коммерческому применению и образованию рынка нано: от нанотехнологий - к нанопродуктам и самое главное к коммерческому их применению через развитие стратегических инициатив.

Президент Российского союза ректоров, ректор Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова, Вице-президент РАО, академик В.А.Садовничий указывает на необходимость «продолжить совместно с ведущими корпорациями и научными центрами программу опережающего кадрового обеспечения процессов технологического перевооружения промышленных производств и инновационного развития регионов [7].

Требуется создание единой интегрированной системы подготовки и переподготовки (повышения квалификации и освоения новых специальностей, смежного характера) кадров с учетом обеспечения разработки и производства приоритетных образцов нанотехнологий, нонаотехники и наноматериалов в межотраслевом, отраслевом и региональном разрезах, а также с учетом происходящих структурных преобразований в промышленности, экономике и наноиндустрии, необходимости выработки предложений по комплексу обеспечивающих мероприятий и мерам государственной поддержки развития данной системы и с возможным участием созданного Агентства стратегических инициатив (АСИ).

Взаимодействие стратегических инициативных агентов на всех уровнях научно-производственной и образовательной среды может быть осуществлено через разработку и выполнение определенного инновационного проекта создания технологии изготовления новой конкурентоспособной нанопродукции в рамках выполнения целевых федеральных и региональных программ развития отечественной экономики. В этом случае происходит встраивание проектных образовательных технологий в общий инновационный процесс развития экономики, промышленности и наноиндустрии.

Литература

1. Будующее в стиле «нано» http: // www.stazher.com/topic56248.
2. Сазонова З. Кто он, инженер будущего (Интервью с ак. Ю.В.Гуляевым)//Высш. Образования в России.-2005.-№2.- С.12-19.
3. Мухаметзянова Г.В. Психолого-педагогические проблемы модернизации профессионального образования // Профессиональная школа в период модернизации образования. Сборник Всероссийской научно-практической конференции (6-7 декабря 2004 г. Под ред. Кирилловой Г.И., Суворова В.С. С.246.-С.3-6.
4. Рынок нано: от нанотехнологий – к нанопродуктам / Г.Л. Азоев и др.; под ред. Г.Л. Азоева.- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.-319 с.
5. Буданов В.Г. Методология синергетики в постнеклассической науке и образовании. Изд. 2-е, испр. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. -232 с. (Синергетика в гуманитарных науках.)
6. Саймон Г. Науки об искусственном: пер с англ. Изд. 2-е.- М.: Едиториал УРСС, 2004.-144 с.
7. Медведев Д. Инвестиции в человека – наш долгосрочный приоритет… // Проблемы теории и практики управления . – 2007.- №12. –С.8-11.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ БАРЬЕРЫ МЕЖДУ УСТОЙЧИВЫМИ СОСТОЯНИЯМИ В СУПЕРПАРАМАГНИТНЫХ НАНОЧАСТИЦАХ РАЗЛИЧНОГО ТИПА

Морченко А.Т., Костишин В.Г., Янковский Р.К., Тюлюмджиев Э.А.,
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Аннотация. Рассмотрено образование равновесных состояний намагниченности в наночастицах в зависимости от механизма анизотропии, связанной с их магнитным состоянием. Анализируется возможность термостимулированных переходов через энергетические барьеры с учетом вклада компонент анизотропии различной природы.

Annotation. The formation of equilibrium states of the magnetization in nanoparticles depending on origins of anisotropy related to their magnetic order is considered. The possibility of thermally stimulated transitions through energy barriers is analyzed taking into account contribution of the anisotropy components of a different nature.

Ключевые слова: магнитокристаллическая и наведенная магнитная анизотропия, анизотропия формы, суперпарамагнетизм наночастиц, энергетический барьер

Среди объектов наноструктурного масштаба наибольший интерес для исследователей, пожалуй, представляют магнитоупорядоченные материалы, так как их свойства значительно меняются при уменьшении размеров частиц. Первые работы по интерпретации поведения ультрадисперсных систем, состоящих из ансамбля анизотропных однодоменных частиц и проявляющих магнитные свойства, не характерные для чистого ферромагнетика, были выполнены еще в середине прошлого века [1]. В предположении, что перемагничивание таких частиц происходит путем когерентного вращения всех атомных магнитных моментов как единого целого, было установлено, что однодоменные частицы, имеющие размеры ниже определенного критического значения, могут случайным образом перемагничиваться под действием тепловых (или квантовых) флуктуаций, наподобие хаотическим колебаниям векторов магнитных моментов невзаимодействующих атомов парамагнетика [1]. Для этого им необходимо преодолевать энергетические барьеры между соседними состояниями, соответствующими направлениям локальных минимумов энергии анизотропии – осям легкого намагничивания (ОЛН). Если помимо естественной магнитокристаллической анизотропии (МКА) в частицах имеются другие источники анизотропии (наведенной и\или анизотропии формы), то в такой системе возможно появление нескольких типов устойчивых состояний вектора намагниченности, отличающихся глубиной потенциальной ямы. В малых частицах вклады поверхности и напряжений в параметры анизотропии могут на 1-2 порядка превышать значения констант МКА в макроскопических частицах того же вещества. Таким образом, в зависимости от вида материала, размера и формы частиц высота барьеров может варьироваться в широких пределах.

В отдельных случаях дополнительные компоненты анизотропии можно объединить, вводя некоторое эффективное значение константы одноосной анизотропии K_u', включающее все их виды. Например, если частица, состоящая из материала с намагниченностью насыщения M_s, имеет форму эллипсоида вращения с размагничивающими факторами $N_x = N_y = N_{xy}$ и N_z, а ее ось z совпадает с выде-

ленной осью наведенной анизотропии, характеризуемой константой K_u, то $K_u' = K_u+(N_{xy}–N_z)M_s^2/2$. Значение K_u' может быть как положительным (анизотропия типа «легкая ось»), так и отрицательным («легкая плоскость»). Если легкая или трудная ось дополнительной анизотропии совпадает с одной из ОЛН кристаллографической анизотропии, то в зависимости от соотношения между константами K_1 и K_2 в системе образуются два или три типа вершин (ОТН), а также потенциальных ям (ОЛН), и седловых точек, отвечающих различным уровням энергии $\mathcal{E}_i$, как показано, например, на рис.1.

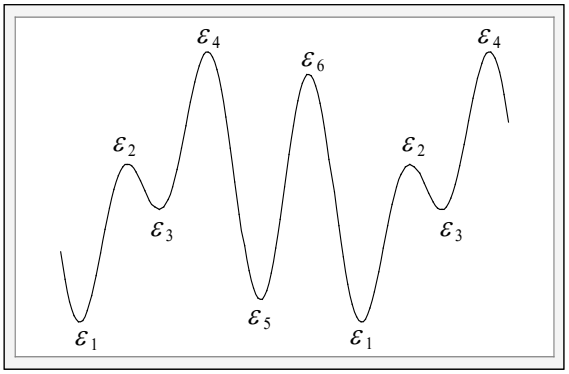


Рис. 1. Схематическое изображение уровней энергии в магнитно-анизотропном кристалле

Термически активированные переходы между устойчивыми состояниями, разделенными энерге-тическими барьерами $\Delta\mathcal{E}_{ij} = |\mathcal{E}_i – \mathcal{E}_j|$ разной высоты, происходят с различной вероятностью и приводят в конечном счете к равновесному распределению намагниченности по направлениям в частицах. Установившиеся населенности для ансамбля частиц или вероятности нахождения частицы в состоянии *i* в соответствии с распределением Больцмана будут пропорциональны $\exp(–\mathcal{E}_i/kT)$. Туннельные переходы намагниченности, обусловленные квантовыми флуктуациями вектора магнитного момента, могут играть заметную роль лишь при низких температурах и здесь не рассматривается.

Если частицы принадлежат к нанокристаллам кубической сингонии (Fe, Ni, ферриты со структурой граната или шпинели, соединений с составом типа пермаллоя и т.п.), то они в соответствии со своей структурой имеют 3, 4 или 6 ОЛН. Поскольку с точки зрения анизотропии взаимно противоположные направления намагниченности равноправны, это отвечает 6, 8 или 12 преимущественным ориентациям вектора намагниченности (типа <100>, <111> или <110>). Допустим, что одна из этих осей сверх того выделена за счет действия дополнительного источника анизотропии. Тогда энергия частицы, намагниченной вдоль такой оси, будет в большую или меньшую сторону отличаться от энергии при намагничивании вдоль остальных направлений. При этом для кристаллов с ОЛН || <100> или <111> выделенный уровень энергии будет двукратно вырожденным (соответствуя двум равноправным противоположным направлениям **Ms** вдоль ОЛН), а остальные – 4-или 6-кратно вырожденными. В зависимости от знака K_u' возможны две ситуации: 1) наинизший уровень энергии $\mathcal{E}_1$ реализуется в двух направлениях намагниченности ($n_1 = 2$), а локальный минимум $\mathcal{E}_3$ – в 4 или 6 ($n_3 = 4$ или 6); 2) наинизший уровень энергии $\mathcal{E}_1$ реализуется для $n_1 = 4$ или 6 направлений намагниченности в кристалле, а локальный минимум $\mathcal{E}_3$ – для $n_3 = 2$. В кристаллах с ОЛН||<110> дополнительно выделенная ось перпендикулярна одной из остальных

пяти осей и направлена под углом 60° к четырем остальным. Если она является наилегчайшей, то ей соответствует минимальная энергия, четырем другим осям, расположенным под углом 60° к ней (8 направлений локальных минимумов), – на $K_u'\sin^2 60° = 3K_u/4$ больше, а расположенной под прямым углом к ней – на K_u' больше. Т.о., в кристаллах этой системы образуются три типа локальных минимумов. Внешнее магнитное поле (или вклад однонаправленной анизотропии обменной природы, которая может проявляться в частицах малого размера) влияет на картину распределения энергии, изменяя уровни экстремумов и высоту барьеров, облегчая или затрудняя ориентацию намагниченности в выделенном направлении, в результате чего снимается вырождение энергии вдоль некоторых осей.

Для кристаллов кубической системы несложно рассчитать значения пороговых энергий ΔE в случае округлых частиц (см. таблицу):

Таблица. Магнитные характеристики некоторых магнитных материалов кубической сингонии

Материал	$K_1\cdot10^{-4}$, эрг/см^3	$K_2\cdot10^{-4}$, эрг/см^3	$4\pi M_s$, Гс	ОЛН	ОТН	$\Delta E\cdot10^{-4}$, эрг/см^3
Fe	46,0	15,0	21580	<100>	<111>	11,5
Ni	–4,8/-5	5,0/2,3	6084	<111>	<100>	0,27
Fe_3O_4	–10,7	–28,0	6032	<111>	<100>	1,9
$CoFe_2O_4$	270	300	5027	<100>	<111>	67,5
$NiFe_2O_4$	–6,2	–3	3390	<111>	<100>	0,63
$MnFe_2O_4$	–2,8	–0,2	5215	<111>	<100>	0,24
$Y_3Fe_5O_{12}$	–0,65	-	1767	<111>	<100>	0,05

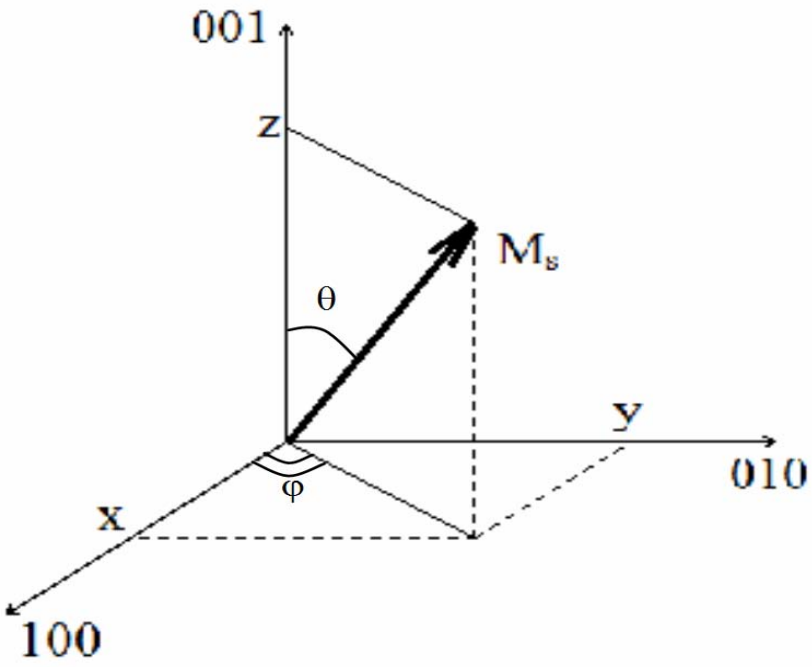


Рис. 2. Направление намагниченности в системе координат частицы

Графическое представление зависимости энергии однородно намагниченной частицы (включая вклады всех видов анизотропии) от направления вектора магнитного момента в системе координат, связанной с кристаллографическими осями структуры, облегчает выявление таких траекторий в пространстве направлений,

по которым переходы между сосед-ними устойчивыми состояниями происходят с преодолением наи-более низких энергетических барьеров ΔE.

В качестве примера приведем графику распределения полной энергии анизотропии кубического кристалла с ОЛН||<100> для сферической системы координат, в которой направления намагниченности описываются полярным углом θ, образуемым вектором **Ms** с полярной осью z[001], и азимутальным углом φ между проекцией намагниченности в плоскости x0y и осью x[100] (рис. 2).

В сферической частице железа ОЛН параллельны ребрам <100>, а ОТН – пространственным диагоналям <111> элементарной ячейки, глубина минимумов энергии и высота энергетических барьеров одинакова для всех шести возможных устойчивых ориентаций намагниченности (рис. 3, а).

Если частицу слегка вытянуть вдоль оси z (например, так, что размагничивающие факторы по главным осям равны $N_x = N_y = 1{,}35\pi$, $N_z = 1{,}3\pi$), она приобретет дополнительную одноосную анизотропию с $K_u' = 23{,}2 \cdot 10^4$ эрг/см^3 и ОЛН, соответствующей азимутальным углам 0 и 180° (рис. 2,б), а если сжать, то эта ось становится трудной (рис. 2, в).

Для сферической частицы иттриевого феррита-граната осями легкого намагничивания являются направления, принадлежащие семейству <111>, а осями трудного намагничивания – семейству <100>. В системе координат с полярной осью z , ориентированной вдоль направления [001], поверхность энергий сферической частицы и частицы, слегка вытянутой вдоль оси z? имеет вид, показанный на рис. 4.

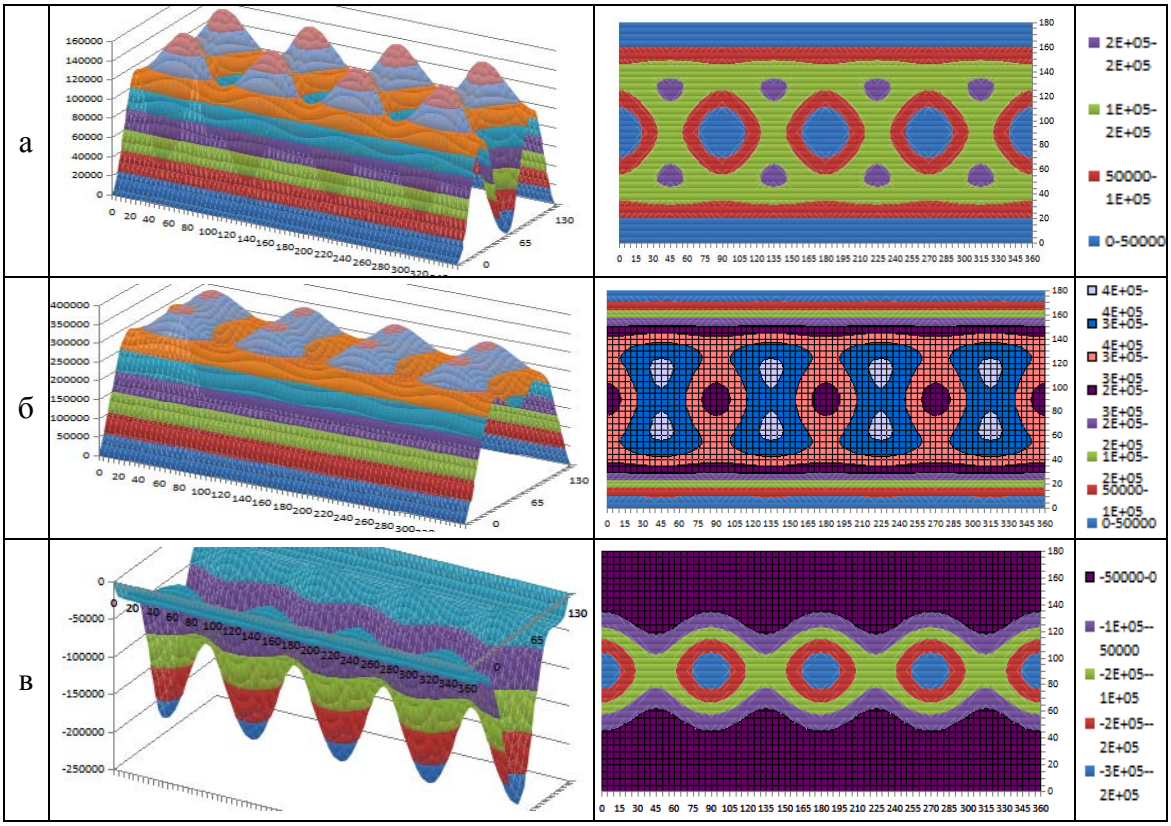
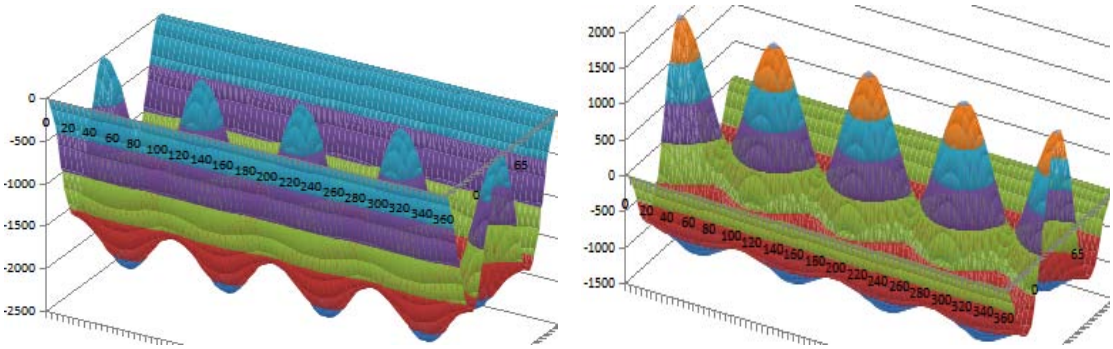


Рис. 3. Пространственное распределение энергии анизотропии частицы железа:

а – сферическая частица, учитывается вклад первой и второй констант кубической анизотропии; б – та же частица, слегка вытянутая вдоль одной

из ОЛН магнитокристаллической анизотропии (K_u' = 23,2·10^4 эрг/см^3); в – та же частица, сжатая вдоль ОЛН (K_u' = –23,2·10^4 эрг/см^3).



а б

Рис. 4. Энергия анизотропии частицы железоиттриевого граната: а – сферическая форма; б – с учетом анизотропии формы ($N_x = N_y = 1{,}35\pi$, $N_z = 1{,}3\pi$)

Литература

1. Stoner E.C., Wohlfarth E.P. A Mechanism of Magnetic Hysteresis in Heterogeneous Alloys // Philos.Trans. Royal Soc. London, Ser. A., 1948, v.240, No 826, p. 599-642.

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ СВОЙСТВ НАНОКОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ Fe_3O_4 И ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА

Костишин В.Г., Морченко А.Т., Нуриев А.В., Панина Л.В.,
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»;
Крупа Н.Н.,
Институт магнетизма НАН Украины

Аннотация. Исследуются особенности поведения намагниченности и превращения, происходящие в нанокомпозите Fe_3O_4/ПВС при термообработке.

Annotation. The features of the magnetization behavior and the transformations occurring in the nanocomposite Fe_3O_4/PVA during heat treatment.

Ключевые слова: нанокомпозит, спинтроника, магнетит, магнитофазовый анализ, точка Кюри

Современное материаловедение, рассматривая новые и уже изученные материалы на наноструктурном уровне, проводит их переоценку, что позволяет как выявить скрытый потенциал "классических" структур, так и обозначить нетрадиционные области их применения [1]. Одной из черт наноматериалов является многофункциональность: перспективы их использования в наноэлектронике и микросистемной технике простираются от приборов спинтроники до интеллектуальных датчиков и наносенсоров, от светодиодов и лазеров до устройств памяти и логики, от интегрированных микроэлектромеханических устройств до нанороботов. Большая роль при создании устройств на новых физических принципах принадлежит использованию магнитных явлений и взаимодействий, лежащих на стыке различных подсистем вещества, например, магнитоооптических, гальваномагнитных, магнитоэлектрических и т.п. эффектов. Так, в последнее время значительными темпами ведутся разработки приборов, функционирование которых базируется на процессах переноса спинового тока между их отдельными элементами. Причем в первую очередь представляют интерес материалы, которые могут работать при комнатной температуре, т.е. имеющие высокую точку Кюри (обычно не ниже 500 K).

Основными направлениями развития спинтроники являются исследования спинзависимого транспорта и механизмов спиновой релаксации в твердом теле, поиск материалов с высокой степенью поляризации электронов и поиск методов активного управления степенями свободы спина электрона в твёрдотельных системах. Для построения таких устройств необходимы инжекторы спинового тока, устройства управления ориентацией спинов электронов и элементы фильтрации спинового тока. Эффективной инжекции можно добиться, используя материалы с высокой степенью спиновой поляризации электронов, которая при комнатной температуре обеспечивается в магнитных полуметаллах, в некоторых магнитных сплавах Гейслера и в магнитных полупроводниках. В частности, из зонной теории следует, что полной поляризации спинового тока возможно достичь в ферритах со структурой шпинели, например, в магнетите (Fe_3O_4). Этот двойной оксид, как и родственный ему минерал маггемит (γ-Fe_2O_3) имеют высокие значения точки Кюри (T_C = 858 K и 683 K соответственно), что делает их перспективными материалами спинтроники. $FeO{\cdot}Fe_2O_3$ – один из «классических ферримагнетиков» – широко изучался с давних времен, особенно благодаря присутствию в живых системах (биогенный магнетит), а также использованию для приготовления таких

ультрадисперсных сред, как магнитные жидкости. Интерес к нему подогревается и в связи с возможностью применения в медицинских целях для адресной доставки препаратов, поскольку его частицы могут быть биосовместимы с организмом человека.

Ранее нами изучались особенности магнетита в наноструктурном состоянии как в виде компонента различных суспензий [2, 3], так и в составе нанокомпозитов (НК) [4], причем в последнем случае была отмечена возможность регулирования свойств за счет образования твердых растворов магнетита и маггемита. Поскольку гетерогенные магнитные структуры обнаруживают необычный эффект возбуждения за счет спинового тока неравновесной намагниченности немагнитных нанослоев, то их изучение представляет особую ценность с точки зрения разработки новых материалов и магнитоуправляемых элементов спинтроники.

Предварительные исследования показывают, что инжекция спин-поляризованных электронов в тонкий немагнитный нанослой приводит к появлению неравновесной намагниченности в области свободного пробега таких электронов. В результате помещенный между двумя намагниченными слоями ферромагнетика нанослой немагнитного материала или область изолирующего барьера между двумя магнитными наночастицами будет намагничиваться. Это открывает возможности для получения высоких значений магнитосопротивления в многослойных магнитных наноструктурах при комнатных температурах. Кроме того, обнаружение эффектов перемагничивания магнитных нанопленок магнитным полем циркулярно поляризованного лазерного излучения или за счет инжекции спин-поляризованных электронов без приложения внешнего магнитного поля [5] позволяет использовать их для управления спиновым транспортом и намагниченностью НК. К сожалению, при обычных условиях высокая спиновая поляризация не наблюдается, что, по-видимому, связано с окислением поверхности частиц. Для предотвращения этого магнитные наночастицы можно синтезировать в полимерных оболочках или матрицах – из полистирола, полиакрилонитрила или поливинилового спирта (ПС, ПАН, ПВС). Прослойки, разделяя отдельные частицы, дают возможность контролировать их.

Металлополимерные и металлоуглеродные НК на основе 3d-металлов и их соединений, а также происходящие в них при термообработке превращения комплексно исследовались методами термогравиметрического, рентгеновского и магнитного фазового анализа (ТГА, РФА, МФА), мёссбауэровской спектроскопии [6-8]. Синтез металлополимерного НК на основе Fe_3O_4 и поливинилового спирта (ПВС) проводился методом химического соосаждения. В качестве носителя металла выступали хлориды железа $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ и $FeCl_2 \cdot 4H_2O$, взятые в стехиометрическом соотношении 2:1. Прекурсоры получали добавлением солей металла к раствору ПВС в деионизованной воде. Отношение массы чистого железа в смеси к массе полимера варьировалось от 30 до 60 %, а массы ПВС к массе воды – от 3% до 10%. Восстановительной средой при синтезе служили водные растворы аммиака или едкого натра (взятые по отношению к воде в пропорции 1:4). Приготовление композита осуществляли двумя путями, отличающимися исходным состоянием прекурсора. В первом случае длительным высушиванием при температуре 50-70°С из раствора удалялся растворитель до получения твердого остатка прекурсора, который затем заливался в избытке водным раствором NH_4OH или NaOH и выдерживался так от 1 до 48 часов. Во втором случае в эксикатор с водным раствором аммиака помещалась емкость с раствором прекурсора. Пары аммиака активно поглощаются раствором, образуя во всем объеме восстановительную среду, реагирующую с прекурсором.

Оценку размера кристаллитов и фазового состава проводили методом рентгеновской дифракции на установке ДРОН-3М, используя для обработки спектров наборы программ «FindIt» с базой ICSD. Размер частиц в полученных композитах варьировался в пределах 10-30 нм. Было установлено, что размер частиц растет с увеличением концентрации металла в прекурсоре и\или времени выдержки, а также с уменьшением концентрации исходного раствора полимера. При времени выдержки менее 3 часов формируются наночастицы малого размера, поэтому дифракторамы таких композитов слабо разрешимы.

Зависимость удельной намагниченности образцов σ от температуры (МФА) изучали с помощью модернизированного вибрационного магнитометра МВ-07 [8]. Магнитограмма НК, сутки выдержанного в растворе NaOH и затем промытого дистиллированной водой от побочных продуктов реакции, приведена на рис.1. Прямой ход кривой не соответствует классическому поведению намагниченности вейссовского типа, характерному для ферромагнетиков. Наличие особенностей (экстремумов) на графике σ(T) может свидетельствовать о структурных, химических и\или фазовых превращениях в материале, которые имеют место при нагреве образца. Так, из [9, 10] известно, что при 170-220 ^{o}C начинается деструкция ПВС, сопровождающаяся дегидратацией и образованием карбонильных групп. При температуре выше 200 ºС происходит карбонизация полимерной структуры. До нагрева полимер пассивирует поверхность частиц магнетита, локализованных в узлах полимерной цепочки. Поэтому увеличение намагниченности в районе 180 °С может быть связано с процессами структурирования ПВС и разрушением связей в полимере, в том числе с магнетитом, в результате чего происходит агломерация наночастиц, их выход из суперпарамагнитного состояния и ослабление разупорядочивающего влияния тепловых флуктуаций на равновесную ориентацию их магнитных моментов. Обратный ход кривых приближается к зависимости вейссовского типа, причем намагниченность НК после охлаждения имеет значение ниже первоначального.

Для НК, выдержанного в парах 1 час и промытого деионизованной водой, исходное значение σ оказалось втрое ниже, и кривая σ(T) демонстрировала более стремительный рост вблизи 170 °С, сменяемый падением до T_C, соответствующей маггемиту, при крайне низком значении на обратном ходу кривой.

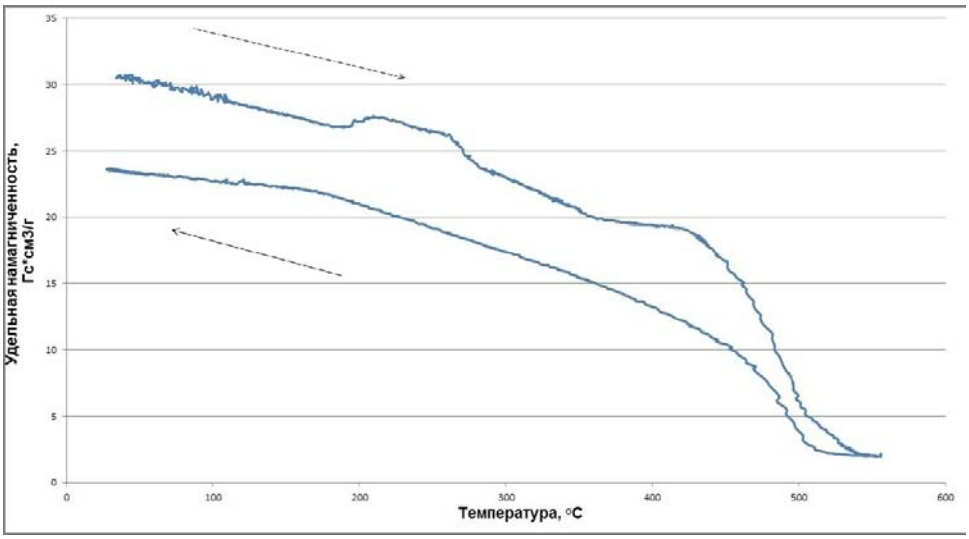


Рис. 1. Зависимость удельной намагниченности σ(T) нанокомпозита $Fe_3O_4$45%/ПВС5% (выдержка в парах аммиака 1 сутки)

Для выявления процессов, влияющих на тренд кривых σ (T), на установке NETZSCH TG 209F1 Iris методом неизотермического ТГА проводилось изучение превращений в исследуемой системе. На рис. 2 показана характерная зависимость относительной массы составов Fe_3O_4/ПВС, отличающихся содержанием металла. Замечено, что в структурированном НК преобразования цепочки связей начинают проявляться при более низкой температуре, чем в чистом ПВС. Это связано с тем, что температуры структурных переходов в полимерах, как правило, снижаются при введении металлов с переменной валентностью (Fe, Cu, Mn и др.), оказывающих каталитические свойства на органические молекулы [9].

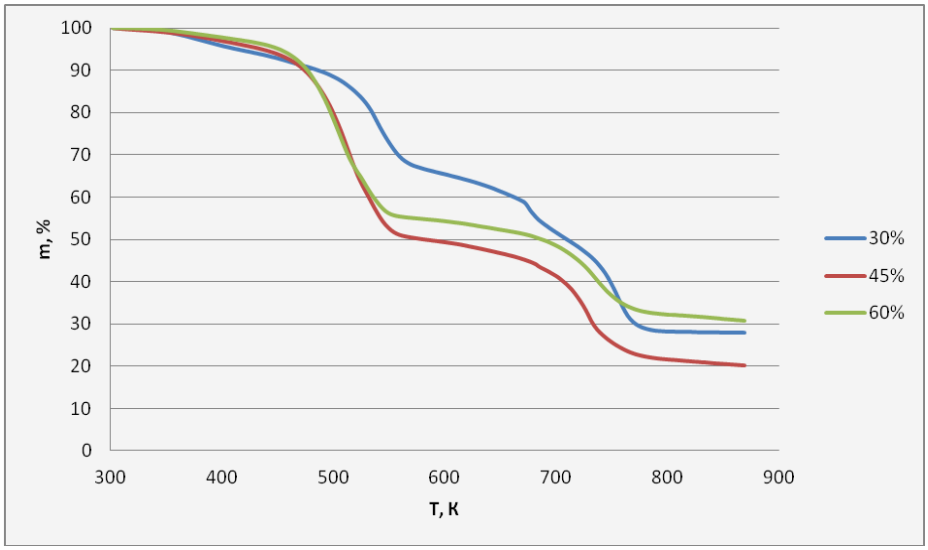


Рис. 2. Зависимость относительной массы композита Fe_3O_4/ПВС с различным содержанием железа от температуры нагрева (выдержка в парах аммиака 1 сутки)

Литература

1. Суздалев И.П. Нанотехнология: Физика нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 592 с.

2. Костишин В.Г., Неверов И.В., Морченко А.Т., Шипко М.Н. Рентгенодифракто-метрический анализ распределения ультрадисперсных частиц феррита железа по размерам // Материалы X Междунар. науч. конф. "Химия твёрдого тела: наноматериалы, нанотехнологии", Ставрополь, 17-22 октября 2010 г.

3. Неверов И.В., Шипко М.Н., Костишин В.Г., Морченко А.Т. Превращения в решетке магнетита под влиянием внешних воздействий // Материалы V Всерос. конф. «Физико-химические процессы в конденсированных средах и на межфазных границах – ФАГРАН-2010», Воронеж, 3-8 октября 2010 г.

4. Kozhitov L.V., Kozlov V.V., Kostishyn V.G., Morchenko A.T., Muratov D.G. The effective method based on IR annealing for manufacturing novel carbon nanocrystalline material and multifunctional metal-polymer nanocomposites // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 2009, No.5, 012021 (9 pp.).

5. Крупа Н.Н. ЖЭТФ, 2009, Т. 135, С. 981-986.

6. Костишин В.Г., Кожитов Л.В., Нуриев А.В., Морченко А.Т., Похолок К.В., Читанов Д.Н. Использование фазового магнитного анализа для исследования и контроля состава и свойств нанокомпозитов Fe/C // Российские нанотехнологии, 2012, № 7-8, с. 32-35.

7. Kozhitov L.V., Kostishyn V.G., Morchenko A.T., Nuriev A.V., Korolev Yu.M., Muratov D.G., Pokholok K.V., Syvorotka I.M., Syvorotka I.I., Filimonov D.S.,

Yudanov N.A. Preparation, structural and magnetometric studies of metal-polymer and metal-carbon nanocomposites based on 3d-block elements and their compounds // International Symposium on Metastable, Amorphous and Nanostructured Materials (ISMANAM-2012) OR-66. Book of Abstracts. P. 88-89.

8. Костишин В.Г., Морченко А.Т., Нуриев А.В., Королев Ю.М., Похолок К.В., Использование универсального мультиметра в вибромагнитометрии нанокомпозитов // Материалы V Международной науч.-техн. конф. «Микро- и нанотехнологии в электронике», Нальчик, 21−27 мая 2012 г., с. 110-114.

9. Ушакова С.Н. Поливиниловый спирт. Т. 1. – М., 1960. – 553 с.

10. Николаев А.Ф., Охрименко Г.И. Водорастворимые полимеры. – Л., 1979. – 145 с.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ СПИНТРОНИКИ

Усеинов Н.Х., Дёминов Р.Г., Тагиров Л.Р.,
Казанский федеральный университет Лаборатория физики
магнитныхнаноструктур и спинтроники

Аннотация. Туннельное магнитосопротивление и переключение намагниченности спин-поляризованным током – два ярких эффекта в слоистых наноструктурах, где различные ферромагнитные слои разделены изоляторами.Если толщина слоистой наноструктуры сравнима с длиной свободного пробега электрона проводимости в условиях баллистического транспорта, то становится важным квантово-механическое взаимное проникновение магнетизма соседних слоёв. В результате, мезоскопическиегетероструктуры ферромагнетик-изолятор приобретают необыкновенные свойства, которые могут найти широкие практические приложения. Один из путей придания функциональности гетероструктурамферромагнетик-изолятор заключается в управлении проводящими свойствами с помощью неоднородного магнетизма или спин-поляризованного тока. Наши исследования предполагают решение фундаментальной задачи построения последовательной теории спин-поляризованного транспорта и магнитосопротив-ления в тонкоплёночных туннельных гетероструктурахферромагнетик-изолятор, переключаемых током при наличии и отсутствии внешнего магнитного поля.

Annotation. Tunnelmagnetoresistance and switching of magnetization by a spin-polarized current – two bright effects in layered nanostructures where various ferromagnetic layers are separated by insulators. If thickness of alayered nanostructure is comparable with the mean free length of conduction electrons, the conditions of the ballistic transport are satisfied, and mutualquantum-mechanical penetration of magnetism of the adjacent layers becomes important. As a result, mesoscopicferromagnet-insulator heterostructures acquire unusual properties which can find useful practical applications. One of the ways to get functionality inheterostructuresis to managetransport properties by means of non-uniform magnetism or spin-polarized current. Our researchis directed on building the consecutive theory of spin-polarized transport and magnetoresistance in thin-film tunnel heterostructuresswitched by a current at presence or absence of an external magnetic field.

Ключевые слова: слоистые гетероструктуры, наноконтакты ферромагнетик/изолятор, спин-поляризованный транспорт, туннельное магнитосопротивление, перенос спинового момента, инжекция спинового тока.

С конца 1990-х годов непрерывно нарастает поток исследований свойств наноразмерных структур на основе многослойных металлических ферромагнитных слоёв с гигантским магнитосопротивлением (ГМС) и гетероструктурсвысоким туннельным магнитосопротивлением (ТМС). Подобные структуры демонстрируют необычные физические свойства при комнатных температурах. Для обозначения такого научно-технического направления укоренилось специальное название -*спинтроника*. Природа основных эффектов, таких как спиновая поляризация электронного транспорта, ГМС, ТМС, квантование проводимости, резонансные вольтамперные характеристики, обменная неустойчивость и переключение намагниченности током, оказывается достаточно новой и интересной. Эти эффекты находят применения в датчиках магнитного поля и тока, в головках считывания информации с магнитных дисков и лент, считаются пер-

спективными для применений в элементах памяти с высокой плотностью информации, гальванических развязках, биодатчиках. Ведутся разработки спиновых транзисторов, логических наноэлементов, магнитных нейронов и спиновых микропроцессоров. Оценки плотности размещения наноэлементов, в том числе элементов памяти, показывают, что она может приближаться к "физическому" пределу порядка 100 Гбит/см^2. Проведённые исследования показали, что ожидаемое быстродействие достаточно велико, так что время одного переключения составляет ~ 0,1 нс и менее.

Работы по гигантскомумагнитосопротивлению всемирно признаны. Показателем такого признания служит присуждение Нобелевской премии по физике за 2007 г. П. Грюнбергу и А. Ферту за открытие явления ГМС [1,2]. Кроме того, в работах [3] был предложен механизм обменной неустойчивости и переключения намагниченности за счёт передачи углового момента в решётку. Этот механизм получил название поверхностного, или поперечного, так как носители заряда испытывают зависящее от спина рассеяние на границе раздела двух слоёв. Следует указать также и на другой, предложенный несколько позже, механизм обменной неустойчивости и переключения за счёт создаваемой током спиновой инжекции [4]. Последний из указанных механизмов (спин-инжекционный) характеризуется рядом особенностей, которые проясняют тесную связь между, казалось бы, разными эффектами ГМС, ТМС и обменным переключением намагниченности. Этот механизм получил название объёмного, или продольного, поскольку спины инжектированных носителей заряда приносят в объём переключаемого слоя дополнительный магнитный момент и таким образом влияют на его магнитное состояние.

Разрабатываемые в настоящее время устройства энергонезависимой магнитной памяти нового поколения со случайной выборкой(MRAM) на гигантском магниторезистивном эффекте способны конкурировать, быть совместимыми и даже полностью заменить современные полупроводниковые интегральные схемы.В настоящее время активно исследуются так называемые спин-вентильные и спин-туннельные магнитные многослойные наноструктуры, см. Рис.1. В состав таких структур входят, по меньшей мере, два ферромагнитных металлических слоя, разделённых ультратонким немагнитным слоем – диэлектрическим, или хорошо проводящим металлами. Однако, имеются проблемы улучшения качества таких структур, что требует совершенствования технологии их изготовления, а также оптимизации состава и геометрии. Кроме того, многие особенности влияния поляризованного по спину тока на магнитное состояние ферромагнитных слоёв пока не выяснены. Дальнейшее совершенствование этих устройств тесно связано с проблемой повышения отношения сигнал/шум и поиском альтернативных методов контролируемого переключения состояний магнитных элементов.

Уменьшение размеров спин-вентильных и спин-туннельных наноструктур, необходимое для повышения быстродействия и информационной плотности, сопровождается ростом влияния несовершенств материала и термоактивационного шума на порог переключения и считываемый сигнал.Многомодовый характер перемагничивания и значительное влияние теплового возбуждения могут приводить к гигантской тепловой нестабильности порогов переключения. В этих условиях весьма актуальна проблема увеличения стабильности магнитного состояния за счёт подбора геометрии и магнитных параметров элементов.Кроме того, возникает необходимость повышения величины магниторезистивного отклика при уменьшении размеров элемента. Особенно остро это касается туннельных наноструктур, где большая величина входного сопротивления увеличивает роль шу-

мового сигнала. Одним из возможных путей решения последней проблемы может быть использование гигантского квантового магниторезистивного эффекта в проводящем магнитном наноконтакте 3d металлов (Ni и Co).

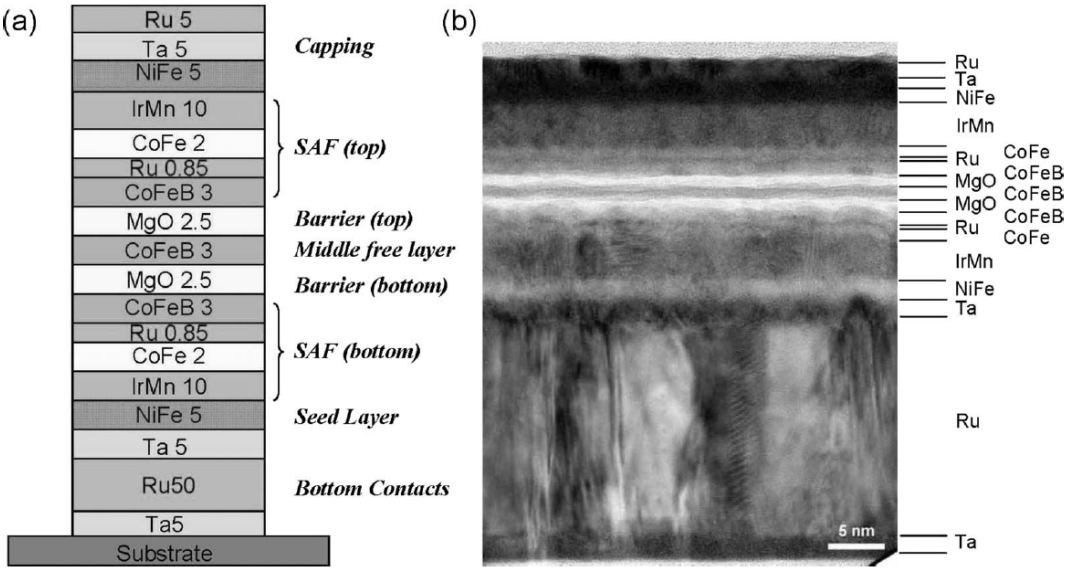


Рис.1. (a) Многослойнаянаноструктура из MgO/CoFeB для двухбарьерного магнитного туннельного наноконтакта и (b) соответствующее поперечное сечение, полученное с помощью просвечивающего (трансмиссионного) электронного микроскопа (из работы [5]). Цифры указывают толщину слоёв в нанометрах.

В наших работах [6,7,8], был исследован спин-поляризованный транспорт через точечные, туннельные, сверхпроводящие наноструктуры. Были рассчитаны ГМС и ТМСквазиклассическим методом в комбинации с квантово-механическими расчётом коэффициентов прохождения электронов через интерфейсы и туннельные двухбарьерныенаноконтактыс учётом спиновых степеней свободы.Например, двухбарьерный магнитный туннельный наноконтакт(ДБМТК) функционально состоит из трёх ферромагнетиков (FM) (это могут быть ферромагнитные металлы Fe, Co, Ni и их сплавы FeCoB, FeNi), разделённых между собой изоляторами (I) наномасштабного размера (см. Рис.1.). Обычно это оксиды AlO_x или MgO. Если приложить напряжение к ДБМТК: $FM^T/I_1/FM^M/I_2/FM^B$, где FM^Tверхний (top), FM^Bнижний (bottom) внешние ферромагнитные электроды, FM^M средний (middle) слой с меньшей, относительно FM^T и FM^Bкоэрцитивностью, $I_{1(2)}$ изоляторы толщиной несколько нанометров, то в контакте возникает спин-поляризованный ток. Этот ток обусловлен квантовымтуннелированием через барьеры. Он очень мал и экспоненциально спадает с ростом толщин изоляторов. При вычислении спин-поляризованного тока средний слой FM^Mможно считать квантовой ямой, т.е. движение электрона в FM^M слое квантовано. При некоторых параметрах барьеров $I_{1(2)}$ и слоя FM^M, создаются резонансные условия для энергии падающего на барьер электрона и уровня энергии в квантовой яме. Тогда при некоторых значениях приложенного напряжения, при котором удовлетворяются резонансные условия, туннельный спин-поляризованный ток будет резко возрастать. Кроме того, поскольку слой FM^M обладает меньшей коэрцитивностью(в случае магнитомягкого сплава), направление намагниченности FM^M слоя может легко изменяться, принимая параллельные (P) или антипараллельные (AP) ориентации относительно направлений намагничен-

ностей FM^T и FM^B электродов. С помощью внешнего магнитного поля или переноса спинового момента (при инжекции спинового тока) можно перевести систему из состояния с Р ориентацией намагниченностей слоёв FM^T, FM^B и FM^M в состояние с АР ориентацией. В этом случае сопротивление наноконтакта при фиксированном падении напряжения будет разным. Например, во внешнем магнитном поле относительное изменение тока может достигать 1000% (то есть ток изменится в 11 раз) даже при комнатных температурах [7].

Итак, целью наших исследований является разработка физических основ магнитной наноэлектроники или спинтроники, а именно:

1) развитие технологических методов создания (синтеза) и диагностики спиновых переключателей, точечных контактов, туннельных слоистых и сверхпроводящих наноструктур;

2) экспериментальное и теоретическое изучение спин-поляризованного транспорта в однослойных и многослойных наногетероструктурах;

3) разработка новых принципов функционирования наноэлектронных устройств на основе спин-поляризованного транспорта;

4) исследование возможностей создания экспериментальных образцов устройств на основе спин-зависимого транспорта;

5) математическое моделирование спин-зависимого транспорта в магнитных и сверхпроводящих наноструктурахи спин-электронных устройствах.

Литература

1 A. Fert, Rev. Mod. Phys.**80** 1517 (2008); УФН**178** 1336 (2008).

2. P. A. Grünberg,Rev. Mod. Phys.**80** 1531 (2008); УФН**178** 1349 (2008).

3. J. C.Slonczewski, J. Magn. Magn.Mater.**159** LI (1996); L. Berger,Phys. Rev. B**54** 9353 (1996).

4. Ю.В. Гуляев, П.Е. Зильберман, Э.М. Эпштейн, Р.Дж. Эллиотт, Письма в ЖЭТФ**76** 189 (2002).

5. G. Feng, Sebastiaan van Dijken, *et al.*,J. Appl. Phys.**105**, 033916 (2009).

6. A.N. Useinov, R.G. Deminov, L.R. Tagirov, G. Pan, Journal of Physics: Condensed

Matter.**19**196215 (2007).

7. A.N. Useinov, J. Kosel, N.K. Useinov, L.R. Tagirov, Physical Review B. **84** 085424(2011).

8. Ya.V. Fominov, A.A. Golubov, T.YuKarminskaya, M.Yu. Kupriyanov, R.G. Deminov, L.R. Tagirov, ПисьмавЖЭТФ**91** 329 (2010).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРЫ СПИРАЛЬНЫХ НАНОТРУБОК МЕТОДОМ ДИФРАКЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ

Пашин Д.М., Хадиев А.Р.,
Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева (КНИТУ-КАИ);
Халитов З.Я.,
ООО «ЦТТ»;

Аннотация. Предлагается количественная теория дифракции на спиральных нанотрубках произвольного химического состава. Рассматриваются четкие и диффузные рефлексы, эффект псевдоортогональности, распределение интенсивности в слоевых плоскостях и вдоль слоевых линий. Изложение ориентировано на случай микродифракции электронов на отдельной нанотрубке.

Ключевые слова: спиральная нанотрубка, слоевая линия, угол хиральности.

Развитие структурного анализа нанотрубок дифракционными методами в последние годы было посвящено, в основном, нанотрубкам коаксиального типа: хиральным и ахиральным. Между тем, представляется достаточно очевидным, что значительная часть нанотрубок, если не большинство, принадлежат спиральному типу: конусные и рулонные, как частный случай при нулевом угле конусности [1]. Таким образом, необходимость развития их структурного анализа диктуется потребностями дальнейшего прогресса нанотехнологий.

В последние годы было разработано кристаллографическое описание структуры спиральной (рулонной) нанотрубки в рамках модели жесткого слоя и с произвольным углом хиральности [1]. Описание основано на использовании ячеек Бравэ и пригодно для нанотрубок произвольного химического состава. Это обстоятельство важно в связи с началом синтеза цилиндрических структур с не гексагональным мотивом структуры [5]. Использование ячеек Бравэ позволяет применять при расчетах хорошо известные координаты атомов плоских аналогов нанотрубок.

Атомы рулонной нанотрубки (рис. 1) с произвольным углом хиральности ε_c в модели жесткого слоя имеют цилиндрические координаты [1]:

$$\begin{cases} \rho_{n\nu j} = \sqrt{\rho_0^2 + 2\tau\left[\left(\nu b + y_j\right)\cos\varepsilon_c - \left(an + z_j\right)\sin\varepsilon_c\right]} + x_j \\ \varphi_{n\nu j} = \dfrac{1}{\tau}\left\{\sqrt{\rho_0^2 + 2\tau\left[\left(\nu b + y_j\right)\cos\varepsilon_c - \left(an + z_j\right)\sin\varepsilon_c\right]} - \rho_0\right\} \\ z_{n\nu j} = \left(\nu b + y_j\right)\sin\varepsilon_c + \left(an + z_j\right)\cos\varepsilon_c \end{cases} \qquad (1)$$

где n – номер спирально-винтовой узловой линии на поверхности рулона, ν – номер узла решетки на узловой линии, x_j, y_j, z_j – радиальная, круговая и ная линейные координаты j–го атома в ячейке Бравэ, соответственно, относительно ее начала, ρ_0 – начальный радиус рулона, ε_c – угол хиральности, d – толщина слоя, $\tau = d/2\pi$. Параметры a и b соответствуют основанию прямоугольной ячейки Бравэ в слое, причем метр a выбирается в направлении, наиболее близком к оси нанотрубки, а параметр b – к ее поперечному нию. До тех пор, пока рулон не разделен на витки,

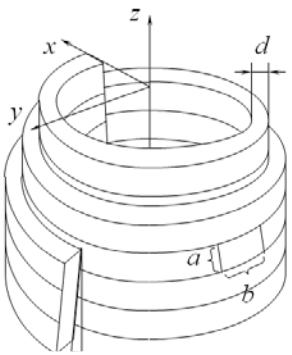


Рис. 1. Параметры решетки рулонной нанотрубки

мера n и ν ограничены лишь размерами нанотрубки.

Амплитуда дифракции в самой общей записи имеет вид:

$$A\left(R,\varphi^*,z^*\right)=\sum_{n,\nu,j} f_j \exp\left\{2\pi i\left[R\rho_{n\nu j}\cos\left(\varphi_{n\nu j}-\varphi^*\right)+z^* z_{n\nu j}\right]\right\}, \qquad (2)$$

где $\{R, \varphi^*, z^*\}$ – цилиндрическая система координат в обратном пространстве объекта, $f_j(R^*)$ – атомная функция рассеяния j-го атома ячейки Бравэ, $R^*=\sqrt{R^2+z^{*2}}$ - модуль радиус-вектора точки обратного пространства. Используя (1) и (2), можно построить структуру исследуемой нанотрубки и смоделировать дифракционную картину от нее. На рис. 2 изображена модель WS_2 нанотрубки и ее дифракционная картина.

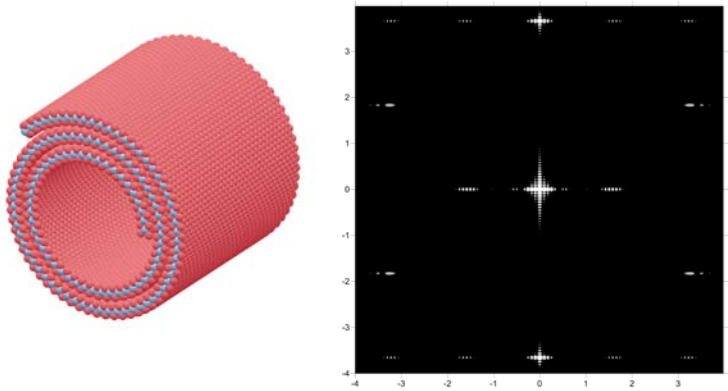


Рис. 2. Справа – модель структуры рулонной нанотрубки WS_2 с ε_c = 0 согласно (1), где синие сферы – атомы вольфрама, красные – атомы серы; слева – моделированная по формуле (2) дифракционная картина данной структуры

В приближении малого угла хиральности ε_c амплитуда (2) от спиральной структуры имеет вид:

$$A\left(R,\varphi^*,z^*\right)=A_0\left(R,z^*\right)+A_1\left(R,\varphi^*,z^*\right), \qquad \text{где}$$

$$A_0\left(R,z^*\right)=\sum_{m,j} f_j \exp\left(2\pi i z^* z_{mj}\right)\sum_{\nu}\exp\left(2\pi i z^* b\varepsilon_c\nu\right)J_0\left(2\pi R\rho_{m\nu j}\right)\sum_{n}\exp\left(2\pi i z^* an\right), \qquad (3)$$

$$A_1\left(R,\varphi^*,z^*\right)=2\sum_{m,j} f_j \exp\left(2\pi i z^* z_{mj}\right)\sum_{\nu}\exp\left(2\pi i z^* b\varepsilon_c\nu\right)\sum_{n}\exp\left(2\pi i z^* an\right)\times$$

$$\times\sum_{q=1}^{\infty} i^q\cos\left[q\left(\varphi_{mn\nu j}-\varphi*\right)\right]J_q\left(2\pi R\rho_{m\nu j}\right). \qquad (4)$$

В рамках данного приближения удалось определить математические выражения, определяющие положение максимумов амплитуды (2) от рулонной структуры. На основе полученных выражений становится возможным проведение структурного анализа рулонных нанотрубок произвольного химического состава.

1. Рефлексы *h*0 и *h*00

Рассмотрим амплитуду (3). Сумма по n имеет резкие максимумы при

$$z^*=\frac{h}{a}, \qquad h=0,\pm1,\pm2,\ldots, \qquad (5)$$

что дает координаты так называемых «слоевых плоскостей» обратного пространства нанотрубки, на или вблизи которых располагаются максимумы исследуемой амплитуды. В сечении почти плоской сферой Эвальда луча электронного

микроскопа слоевые плоскости превращаются в слоевые линии, нумерация которых совпадает со значением индекса *h*.

В свою очередь суммы по *ν* имеют максимальные значения при

$$\pi b\left(\frac{h}{a}\varepsilon_c \pm R\frac{\tau}{\rho_m}\right) = k\pi \;\Rightarrow\; R = \pm\frac{1}{d}\left(k\frac{2\pi\rho_m}{b} - \frac{h}{a}2\pi\rho_m\varepsilon_c\right),\; k = 0,\pm1,\pm2,\ldots.$$

Первое слагаемое в скобках приблизительно равно kp_m и представляет собой довольно большое число, которое, даже после деления на *d*, выходит далеко за рассматриваемые пределы изменения координаты *R*. Следовательно, $k = 0$, то есть амплитуда (3) описывает четкие рефлексы [4, 5]. Второе слагаемое соответствует положениям максимумов *m*-х слагаемых амплитуды рефлексов *h*00 моноклинного, а при $\varepsilon_c = 0$ - ортогонального продольного политипа [1].

2. Рефлексы общего положения

Исследование амплитуды (4) позволило определить условия максимума для рефлексов общего положения.

Таблица 1. Значения z* и q, при которых достигаются максимумы амплитуды (4).

№ слаг.	Условие максимума суммы по n	Условие максимума суммы по ν	q
1	$z_m^* = \frac{h}{a} + \frac{q\varepsilon_c}{2\pi\rho_m}$	$z^*\varepsilon_c + R\frac{\tau}{\rho_m} + \frac{q}{2\pi\rho_m} = \frac{k}{b}$	$q_1 = k\frac{2\pi\rho_m}{b} - 2\pi\rho_m\frac{h}{a}\varepsilon_c - Rd$
2		$z^*\varepsilon_c - R\frac{\tau}{\rho_m} + \frac{q}{2\pi\rho_m} = \frac{k}{b}$	$q_2 = k\frac{2\pi\rho_m}{b} - 2\pi\rho_m\frac{h}{a}\varepsilon_c + Rd$
3	$z_m^* = \frac{h}{a} - \frac{q\varepsilon_c}{2\pi\rho_m}$	$z^*\varepsilon_c + R\frac{\tau}{\rho_m} - \frac{q}{2\pi\rho_m} = \frac{k}{b}$	$q_3 = -k\frac{2\pi\rho_m}{b} + 2\pi\rho_m\frac{h}{a}\varepsilon_c + Rd$
4		$z^*\varepsilon_c - R\frac{\tau}{\rho_m} - \frac{q}{2\pi\rho_m} = \frac{k}{b}$	$q_4 = -k\frac{2\pi\rho_m}{b} + 2\pi\rho_m\frac{h}{a}\varepsilon_c - Rd$

Подставляя *q* из четвертого столбца во второй и пренебрегая слагаемыми второго порядка малости (величинами первого порядка малости являются ε_c и $1/2\pi\rho_m$), получаем координаты слоевых линий:

$$z^* \approx \frac{h}{a} + \frac{k}{b}\varepsilon_c \qquad (6)$$

2.1. Четкие рефлексы нулевой слоевой линии

Таблица 1 при $h = k = 0$ дает правило отбора $q_2 = q_3 = Rd$, что, в свою очередь, учитывая целочисленность *q*, дает:

$$q_2 = q_3 = l \qquad \Rightarrow \qquad R_l = \frac{l}{d}, \qquad l = 1,2,3,... \qquad (7)$$

- положения «базальных» рефлексов 00*l* на слоевой линии с $z^* = 0$.

2.2 Четкие рефлексы слоевых линий с h > 0

Здесь таблица 1 при $k = 0$ дает правила отбора:

$$q_2 = Rd - 2\pi\rho_m\frac{h}{a}\varepsilon_c,\; q_3 = Rd + 2\pi\rho_m\frac{h}{a}\varepsilon_c. \qquad (8)$$

Требование целочисленности правых частей (8) дает:

$$R_{h0l} = \frac{l}{d} \pm h\frac{2\pi\rho_m\varepsilon_c}{ad},$$

где индекс l определяется (7). Таким образом, здесь, как и в предыдущем пункте, четкие рефлексы $h0l$ (за исключением рефлексов $h00$) вновь описываются первыми членами ряда по q в (4). Однако сравнивая с аналогичными выражениями для продольных моноклинных политипных модификаций круговых, хиральных, а также спиральных нанотрубок в модели эластичного слоя [2], нетрудно видеть, что здесь величина $2\pi\rho_m\varepsilon_c$ играет роль межслоевого сдвига Δz. Это позволяет записать положения на слоевой линии максимумов m-х слагаемых четких рефлексов $h0l$ в традиционном [4] виде:

$$R_{h0l} = \frac{1}{d}\left|l + h\frac{2\pi\rho_m\varepsilon_c}{a}\right|, \qquad l = 0,\pm1,\pm2,\ldots.$$

2.3 Диффузные рефлексы

Оценим положения главных максимумов диффузных рефлексов. Для этого следует воспользоваться известным свойством функции Бесселя, а именно, что ее главный максимум находится вблизи значения аргумента, равного индексу. Применительно к амплитуде (4) и указанных q из таблицы 1 это дает:

$$k > 0 : R_{hk0} \approx \frac{k}{b} - \frac{h}{a}\varepsilon_c \qquad k < 0 : R_{h\bar{k}0} \approx \frac{-k}{b} + \frac{h}{a}\varepsilon_c \qquad (9)$$

где пренебрегли сравнительно малыми величинами. Сопоставляя (6) и (9) нетрудно видеть, что рефлекс $hk0$ при $\varepsilon_c > 0$ располагается выше слоевой линии $z^* = h/a$ и при меньших значениях R, а рефлекс $h\bar{k}0$ - ниже и при больших.

Для оценки углового расщепления этих рефлексов в плоскости микродифракционной картины относительно начала обратного пространства оценим из (6) и (9) модуль вектора главного максимума диффузного рефлекса

$$R^*_{hk0} = \sqrt{R^2_{hk0} + z^{*2}} \approx \sqrt{\left(\frac{k}{b}\right)^2 + \left(\frac{h}{a}\right)^2}, \qquad (10)$$

Это означает, что расщепление диффузных рефлексов происходит по дуге окружности с центром в начале обратного пространства. Из (6) и (9), также, следует, что расстояние между главными максимумами диффузных рефлексов с противоположными знаками индекса k можно записать как

$$\Delta^* = 2\varepsilon_c\sqrt{\left(\frac{k}{b}\right)^2 + \left(\frac{h}{a}\right)^2}. \qquad (11)$$

Искомый угол расщепления можно оценить, разделив величину (11) на (10):

$$\frac{\Delta^*}{R^*_{hk0}} \approx 2\varepsilon_c.$$

На основе данных теоретических положений был проведен структурный анализ нанотрубок WS_2 в рамках сотрудничества с Вайцмановским научным центром.

Литература

1. I.K. Nasyrov, D.M. Pashin, Z.Ya. Khalitov, D.N. Valeeva. Structure of chiral and spiral nanotubes of arbitrary composition. Scientific Israel - Technological Advantages, vol. 12, 3, 2010, p. 63-73.

2. Э.Р. Галимов, З.Я. Халитов. Моделирование дифракции на нанотрубках. Казань, изд. Казан. технич. ун-та, 2007, 146 с.

3. G. Radovsky, R. Popovitz-Biro, M. Staiger, K. Gartsman, C. Thomsen, T. Lorenz, G. Seifert and R.Tenne, Angew. Chem, Intl. Ed. **50** (51), 12316-12320, (2011).

4. O. Figovsky, D. Pashin, I. Nasyrov, Z. Khalitov, D. Valeeva. The peculiarities of diffraction by non-chiral nanotubes. Chemistry & Chemical Technology, vol. 6, 1, 2011, p. 43-49.

5. O. Figovsky, D. Pashin, Z. Khalitov, D. Valeeva. The structure and diffraction by chiral nanotubes of arbitrary composition. Chemistry & Chemical Technology, vol. 6, 2, 2012, p. 167-177.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ НАНОСТРУКТУРИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ УГЛЕРОДНЫХ МАКРОВОЛОКОН

Токарева И.В.[1], Мишаков И.В.[1,2], Ведягин А.А.[1,2]
[1]Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, г. Новосибирск
[2]Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск
Соловьева С.В.[3], Петухова Е.С.[3]
[3]Институт проблем нефти и газа СО РАН, г. Якутск

Аннотация. Предложен способ наноструктурирования углеродных макроволокон (МВ) путем модифицирования их поверхности углеродными нановолокнами (УНВ). Изучены закономерности каталитического роста УНВ на поверхности МВ и определены условия получения однородных композитов УНВ/МВ. Показано, что введение наномодифицированных композитов УНВ/МВ в состав трубного полиэтилена ПЭ80Б позволяет улучшить его физико-механические характеристики ~ на 20% с сохранением достаточной эластичности полимера.

Abstract. The approach for surface modification of carbon macrofibers (MF) with cover of carbon nanofibers (CNF) has been developed. The specific conditions for obtaining CNF/MF composites with uniformly distributed CNFs have been found. Improvement (+20%) of trumpet polyethylene's (ПЭ80Б) physical-mechanical properties has been obtained by its reinforcement with nano-modified carbon macrofibers.

Ключевые слова: углеродные нановолокна, углеродные макроволокна, углеводороды

Введение.

В эпоху нанотехнологий, инноваций и постоянно набирающего темп научно-технического прогресса наиболее востребованными становятся материалы, обладающие новыми уникальными свойствами. Речь идет о композиционных материалах, которые постепенно проникли в нашу повседневную жизнь и прочно обосновались в ней. С точки зрения практического применения наиболее интересны материалы, сочетающие в себе легкость и прочность. К таким материалам относятся углепластики, состоящие из полимерной матрицы и углеродных макроволокон (МВ), играющих роль армирующего наполнителя. Спрос на композиционные материалы, изготавливаемые с использованием углеродных волокон, с каждым годом возрастает на 20 % [1]. Однако технологию получения углепластиков сложно считать совершенной. Существует ряд значимых проблем, решение которых позволит получать углепластики с заданными характеристиками.

Что же делает углепластики особенными? Ответ на этот вопрос иллюстрирует их структура. Как и все композиционные материалы, углепластики состоят из матрицы и армирующей добавки. Как правило, армирование приводит к значительному увеличению прочностных характеристик материала. В данном случае, роль армирующей добавки выполняют углеродные МВ. Важным свойством углеродных МВ является их низкая плотность и высокая прочность, что позволяет создавать сверхлегкие композиты. Прочность армированного материала определяется силой адгезии между матрицей и армирующей добавкой [2]. Обычно углеродные МВ, получаемые пиролизом полимерного предшественника, характеризуются сравнительно гладкой поверхностью, которая нуждается в дополнительном модифицировании для увеличения степени шероховатости, что является основной проблемой при получении прочных углепластиков.

Существуют определенные подходы к решению проблемы адгезии. Так, например, для армирования пластмасс используют частичное окисление поверхности МВ. Однако у этого подхода есть существенный недостаток: эластичность МВ обеспечивается использованием специальных эпоксидных пропиток на финальной стадии их производства, поэтому травление поверхности кислотой или щелочью приводит к разрушению структуры материала. В связи с этим нами предлагается метод нано-модифицирования макроволокон, заключающийся в каталитическом «выращивании» углеродных нановолокон (УНВ) на поверхности МВ. Подобная обработка может приводить к увеличению прочности МВ на изгиб до 200% [3]. Далее будут рассмотрены основные аспекты получения наномодифицированных композитов УНВ/МВ, а также результаты их применения в качестве армирующей добавки в состав трубного полиэтилена.

Методика эксперимента

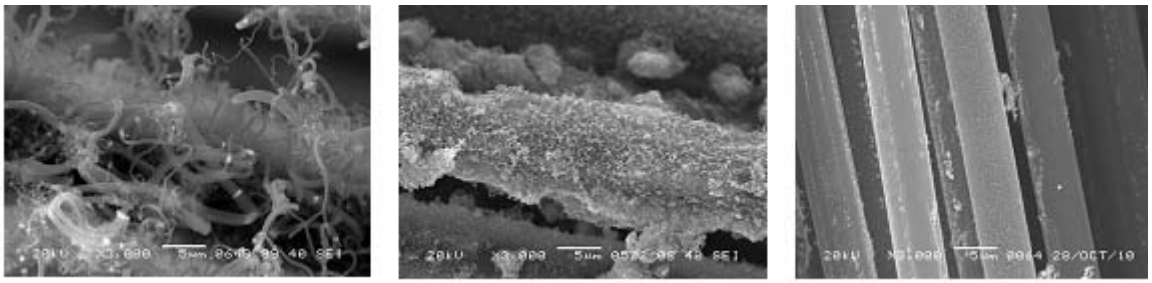
Для выявления закономерностей влияния армирующего углеродного наполнителя на свойства полимерного материала были синтезированы композитные образцы х%УНВ/МВ, где х – массовый % УНВ, изменяющийся в интервале (1-200%) Все образцы были приготовлены по единой методике. Наномодифицирование поверхности углеродного макроволокна осуществлялось методом каталитической диссоциации углеводородов по механизму карбидного цикла [4]. Каталитически активные частицы никеля и никель-медного сплава наносились методом пропитки МВ по влагоемкости с последующей сушкой и восстановлением в потоке водорода. В качестве углеводородного сырья использовались этилен, пропан-бутановая смесь, природный газ, а также один из компонентов отходов хлорорганического синтеза – 1,2-дихлорэтан.

Наработку опытных образцов УНВ/МВ проводили на специальной установке с роторным реактором [5]. Модифицированные образцы УНВ/МВ вводили в трубный полиэтилен ПЭ80Б методом перегрануляции с помощью пластикордера «BRABENDER». Исследование физико-механических характеристик дисперсно-армированных композитов на основе ПЭ80Б производилось согласно ГОСТ 11262-80 на универсальной разрывной машине UTS-2 при скорости движения траверс 50 мм/мин.

Результаты и их обсуждение

В работе было исследовано влияние различных факторов на армирующие свойства синтезируемых композитов УНВ/МВ, а именно: влияние состава катализатора, типа углеводородного сырья типа модифицируемого макроволокна, а также концентрации УНВ на поверхности МВ.

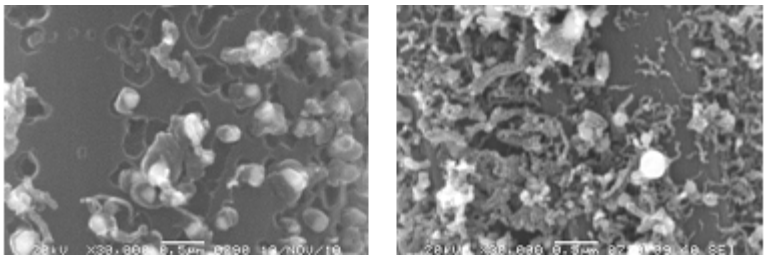
Кинетику роста углеродных нановолокон на поверхности МВ изучали в гравиметрической проточной установке с весами Мак-Бена. Было показано, что введение добавки меди в состав катализатора способствует стабилизации работы катализатора за счет образования дисперсных сплавных частиц Ni-Cu. Установлено, что наиболее коксогенными газами являются этилен (выход УНВ на поверхности МВ до 300%) и 1,2-дихлорэтан (выход 80%), тогда как использование метана практически не приводило к образованию УНВ (не более 1%). На рисунке 1 представлен снимок углеродных макроволокон, модифицированных при использовании различных углеводородных предшественников.



а б в

Рисунок 1. Снимки СЭМ углерод-углеродных композитов УНВ/МВ, полученных при разложении этилена (а), пропан-бутановой смеси (б) и метана (в) на никелевом катализаторе.

Также было показано, что при разложении метана реализуется корневой тип роста нановолокон по механизму карбидного цикла (без отрыва частицы катализатора от носителя), в то время как для других углеводородов характерен головной тип роста нановолокон (рис. 2).



а б

Рисунок 2. Снимки СЭМ углерод-углеродных композитов УНВ/МВ, полученных при разложении метана (а) и этилена (в) на никелевом катализаторе.

Стоит отметить, что разработанный способ наномодифицирования позволяет получать композиты УНВ/МВ с различной морфологией углеродного нановолокна: от пористых нитей большого диаметра (300 нм) до тонких нанотрубок (30 нм). Различные типы морфологии УНВ показаны на рисунке 3.

а б г

Рисунок 3. Снимки ПЭМ композитов УНВ/МВ с различной морфологией: стопчатые (а) и пористые волокна (б), многослойные нанотрубки (г).

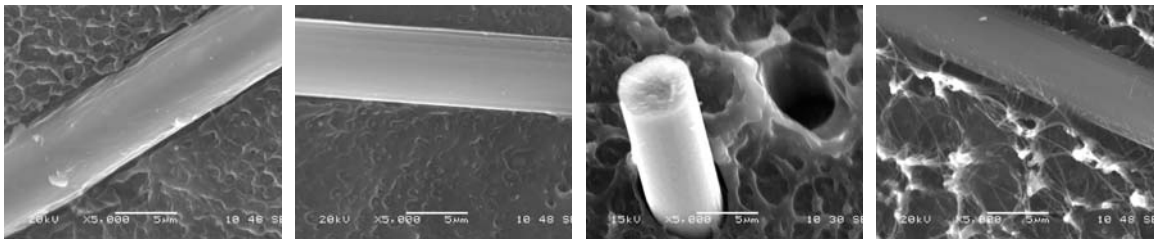
Методом низкотемпературной адсорбции азота (БЭТ) были измерены текстурные параметры полученных образцов УНВ/МВ. Как следует из Таблицы 1, модифицирование МВ ведет к увеличению исходной поверхности в десятки раз.

Таблица 1. Удельная поверхность углерод-углеродных композитов УНВ/МВ

Сырье	Морфология	Прирост УНВ, %	$S_{исх.}$	$S_{БЭТ}$, $м^2/г$
C_2H_4	Перистые	24	1.8	25
$C_2H_4Cl_2$	Перистые	4		30
$C_3H_8 – C_4H_{10}$	Стопчатые	19		6

Из литературы известно, что существует прямая зависимость между силой адгезии в системе «армирующая добавка - полимерная матрица» и общей поверхностью армирующей добавки: чем выше удельная поверхность, тем прочнее связь [6].

Результаты электронно-микроскопического исследования трубного полиэтилена, армированного модифицированным (УНВ/МВ) и стандартным (МВ) углеродными наполнителями, приведены на рисунке 4. Видно, что композиты, содержащие поверхностно-модифицированный наполнитель, характеризуются физическими сцепками волокно-полиэтилен, в то время как немодифицированные волокна расположены в полимерной матрице в плотноупакованном состоянии.



а б в г

Рисунок 4. Снимки СЭМ полиэтиленовых дисперсно-армированных композитов, содержащих немодифицированное (а, б) и модифицированное (в, г) рубленное углеродное волокно марки УКН-М

Таким образом, создание дисперсно-армированного композиционного материала на основе полиэтилена марки ПЭ80Б и поверхностно-модифицированных композитов УНВ/МВ, позволяет получить трубный материал с улучшенными физико-механическими свойствами для эксплуатации в климатических условиях с низкой температурой окружающего воздуха.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (грант Президента № МК 3711.2011.3) и ОХНМ РАН (проект № 5.2.2).

Литература

1. Данные аналитической статьи холдинговой компании «Композит» www.hccomposite.com/press/analytics/
2. Симамура С. Углеродные волокна. М.: Мир, 1987
3. David B. Curliss, Jason E. Linkoln, US 2009 0220409 A1.
4. Буянов, Р.А., Чесноков, В.В. // Катализ в промышленности. – 2006. – № 2. – С. – 3-15.
5. Мишаков И.В., Буянов Р.А., Чесноков В.В., Стрельцов И.А., Ведягин А.А. // Катализ в Промышленности. – 2008. – № 2. – С. 26-30.
6. Гуль В.Е. Структура и прочность полимеров. М.: Химия, 1971

К ВОПРОСУ О ВЫРАЩИВАНИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НАНОГЕТЕРОСТРУКТУР

Рабинович О.И.,
ФГОУ ВПО НИТУ «Московский Институт Стали и Сплавов»
119313 А/Я 409, Москва, Российская Федерация, rabinwork@mail.ru

Аннотация. В работе приводятся результаты выращивания наноразмерных островковых GaSb пленок методом инконгруэнтного испарения пленки состава Ga1-xSbx. Методом атомно-силовой микроскопии исследована морфология поверхности полученных структур.

Annotation. The paper shows the results of growing nanoscale island GaSb films by incongruent evaporation $Ga_{1-x}Sb_x$ film. The morphology of the grown structures by Atomic force microscope was investigated

Ключевые слова: наногетероструктуры, рост, полупроводники.

Введение.

Весьма перспективны для создания эффективных светоизлучающих диодов, лазеров, лавинных фотоприемников, работающих в ИК- и видимой областях спектра структуры с самоорганизованными квантово-размерными точками (КТ) на основе полупроводниковых соединений и их твердых растворах. Для получения структур с самоорганизованными КТ используют молекулярно-лучевую эпитаксию (MBE); газофазную (MOCVD) и атомно-слоевую (ALE) эпитаксии, в том числе газофазную эпитаксию с фотостимуляцией (PAVPE) [1]. Несмотря на то, что этими методами получают высококачественные структуры, технологическая реализация и эксплуатация их требует существенных экономических затрат с одной стороны, а с другой, каждый из них имеет свои физико-химические особенности, ограничивающие их широкое применение в решении задач формирования квантово - размерных структур с заданным набором свойств. В частности, для метода MBE появляются ограничения при получении массивов КТ на основе промежуточных фаз, образующихся в системах, которые характеризуются высокой упругостью паров и инконгруэнтным испарением. Этим характеризуются системы $A^{II}B^{VI}$, $A^{IV}B^{VI}$ и $A^{III}B^{V}$, в которых образуется целый ряд полупроводниковых соединений, обладающих уникальным набором свойств и имеющие прикладной характер. В связи с этим поиск новых подходов в решении задач направленного формирования квантово-размерных структур, учитывающих особенности фазовых равновесий в системах с легколетучим компонентом, представляет важный практический интерес.

В настоящей работе рассматриваются первые результаты выращивания наноразмерных островковых пленок на основе соединения GaSb методом инконгруэнтного испарения материала состава $Ga_{1-x}Sb_x$ (x>0.65 масс. долей). Конструкция нагревателя, используемого в эксперименте, представлена на рисунке 1. Конструктивно ячейка дает дополнительные возможности по управлению скоростью отбора конденсата G в диффузионном режиме за счет изменения диаметра эффузионного канала 3. Измерение температуры образца во время процесса проводили с помощью хромель - алюмелевых термопар 8 предварительно отградуированных по реперным точкам эталонных веществ. Разброс температуры по объему ячейки не превышал 0,1 ^{0}C. Процесс испарения пленочных структур проводился при температурах T_1 - T_4 ,соответственно равных температурам ликвидуса сплавов

(620, 640, 660 и 680 ^{0}C). Процесс испарения материалов проводился в среде аргона при давлении 30 кПа, что на два порядка превосходит давление паров сплавов. Контроль завершения отбора конденсата фиксировали по стабилизации сопротивления “подложки-спутника” расположенного в зоне сбора конденсата. Средняя скорость испарения составляла 10^{-6} г/см^2•с, а время полного исчезновения маточной фазы составляло от 50 до 150 с.

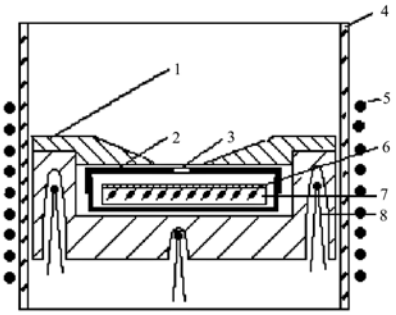


Рис. 1. Конструкция испарительной ячейка: 1-крышка; 2- эффузионная ячейка; 3-эффузионный канал; 4- кварцевый экран; 5- вольфрамовый нагреватель; 6-пленка; 7-подложка; 8-термопары

Результаты и их обсуждение.

Структурные исследования выращенных островковых структур проводились методом атомно - силовой микроскопии (АСМ) на приборе Solver Pro EC в бесконтактном режиме.

На рис. 2 приведены характерные АСМ-изображения поверхности экспериментальных островковых структур.

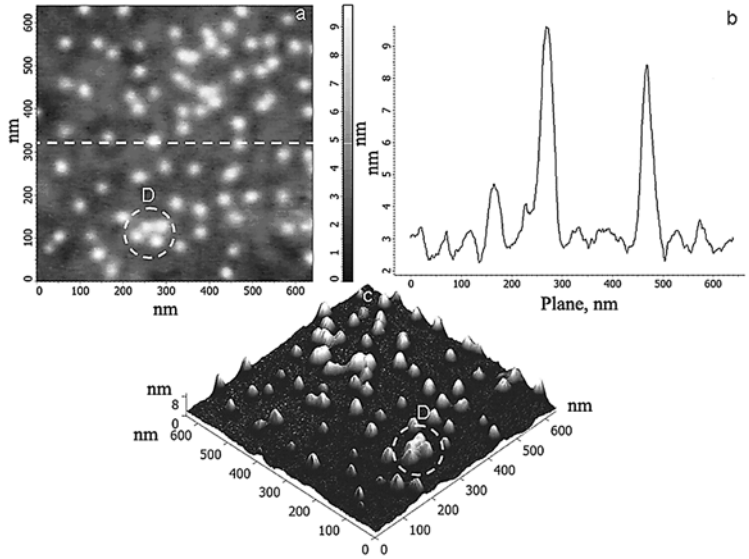


Рис. 2. АСМ – изображения поверхности островковой структуры, полученной испарением сплошной пленки состава $Ga_{0,18}Sb_{0,92}$ при температуре 600 ^{0}C в течение 148 с: a – топография поверхности; b – объемное изображение; c – профиль поверхности, полученный вертикальным сечением структуры по штрих пунктирной линии.

Приведенные АСМ изображения отражают основные особенности морфологии поверхности структур. Анализ этих изображений показывает, что поверхности подложек покрыты нанообразованиями островкого типа. Рентгенодифракционный анализ островковых нанообразований, показал, что нанообъекты

на поверхности подложек всех четырех групп представляют собой кристаллические фазы на основе соединения GaSb. При идентификации использовалась картотека эталонных образцов (PDWIN).

По данным морфологических исследований поверхности экспериментальных структур установлено, что распределение островков по характеристическим размерам D и H (D-диаметр основания островка, H –высота островка) является преимущественно одномодовым (см. табл.). В таблице приведены усредненные значения этих характеристик по каждой группе структур.

Средние значения характеристических размеров островков

Размер островка	Номер группы			
	I	II	III	IV
D, нм	29,3	37,4	52,3	65,5
H, нм	8,2	9,8	10,2	13,4

В последнее время достаточно эффективно используется фрактальный подход к анализу морфологических особенностей технологических поверхностей, поскольку значение фрактальной размерности является чувствительным параметром к структурным особенностям поверхности [2-4]. В связи с этим является интересным исследовать поведение этого параметра в зависимости от условий формирования островковых структур. Для определения фрактальной размерности пленочных структур используют различные аналитические и расчётные методы оценки. В данной работе фрактальная размерность поверхности рассчитывалась методом площадь-периметр по алгоритму, рекомендованному в работе [4]. Оценка фрактальной размерности исследуемых поверхностей островковых структур проводилась по результатам обработки 20 контурных сечений, охватывающих рельефную часть пленок. На рисунке 6 приведены зависимости суммарной площади островков S от их периметра P для каждого сечения. Линейная зависимость этих параметров указывает на фрактальные свойства исследуемых поверхностей. В целом поведение фрактальной размерности полученных поверхностей островковых структур находится в прямой корреляции с плотностью распределения островков (см. рис. 3).

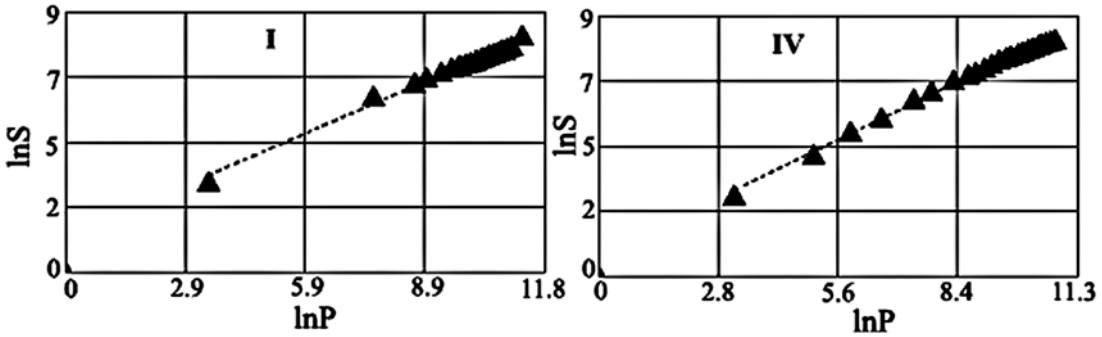


Рис. 3 Зависимость площади островков от их периметра для структур I и IV групп.

Выводы

В результате эксперимента по инконгруэнтному испарению пленок состава $Ga_{1-x}Sb_x$ были получены островковые структуры на основе соединения GaSb с плотностью распределения -10^{10} см^2 и характеристическим размером высоты в диапазоне 8-13 нм, достаточной для проявления эффектов размерного квантования спектра электронных состояний. Показано, что плотность, характеристические размеры, форма островков зависят от температуры процесса, что указывает

на возможность управления процессом ориентированного получения структур с заданными свойствами.

Литература

[1]. Morkoc H. Handbook of nitride semiconductors and devices (Vol. 1-3). Wiley-VCH, 2008, 3563 p.

[2]. Торхов Н.А., Божков В.Г., Ивонин И.В. и др. Исследование свойств поверхности арсенида галлия методом атомно-силовой микроскопии // ФТП, 2009, Т. 43, С. 546-554.

[3]. Арутинов П.А., Толстихина А.Л., Демидов В.Н. Система параметров для анализа шероховатости микрорельефа поверхности материалов в сканирующей зондовой микроскопии // Зав. лаб., 1999, № 9, Т. 65, С. 27-37.

[4]. Шиляев П.А., Павлов Д.А., Хохлов А.Ф. Методы расчета фрактальной размерности СЗМ изображений // Микросистемная техника, 2004., № 3, С. 35-38.

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

Григорьева Д.Р., Шамсутдинов Р.Р.,
Камская государственная инженерно-экономическая академия (ИНЭКА)

Аннотация. Основной целью системы высшего профессионального образования является обеспечение качественной подготовки специалистов в соответствии с профессиональными задачами, обусловленными потребностями общества и государства. В связи с междисциплинарным характером наноотраслей и необходимостью постоянно отслеживать быстро меняющиеся потребности общества в трудовых ресурсах в настоящее время наиболее приоритетным направлением развития образования является создание инновационных обучающих технологий, отвечающих вызовам времени и современного рынка труда, возникает потребность во введении соответствующих изменений в систему образования.

Annotation. The abstract. Main objective of system of higher education is ensuring high-quality training of specialists according to the professional tasks caused by requirements of society and the state. Due to the interdisciplinary character of nanobranches and need constantly to trace quickly changing needs of society for a manpower now the most priority direction of a development of education creation of the innovative training technologies answering to calls of time and a modern labor market is, there is a need for introduction of corresponding changes in an education system.

Ключевые слова: инновационные обучающие технологии, нанонаука, нанотехнологическая подготовка студентов.

Современное развитие общества требует новой системы образования, которая сформирует у обучаемых способность к проективной детерминации будущего, ответственность за него, веру в себя и свои профессиональные способности влиять на это будущее [2]. По мнению многих экспертов, XXI век будет веком нанонауки и нанотехнологий, которые и определят его лицо. Воздействие нанотехнологий на жизнь обещает иметь всеобщий характер, изменить экономику и затронуть все стороны быта, работы, социальных отношений. В связи с междисциплинарным характером наноотраслей и необходимостью постоянно отслеживать быстро меняющиеся потребности общества в трудовых ресурсах возникает потребность во введении соответствующих изменений в систему образования.

Специфика современной методологии развития нанонауки – междисциплинарность, наукоемкость, высокотехнологичность требует особых подходов к организации образовательного процесса и разработки программ, представляющих новые модели и методики обучения специалистов на всех уровнях профессионального образования.

В то же время следует отметить, что промышленная реализация нанотехнологических процессов в значительной мере сдерживается нехваткой научных и инженерно-технических кадров, способных разрабатывать внедрять конкретные технологии. Это сказывается и на стадии принятия управленческих решений, и при отработке технологических режимов, и в реализации производственных процессов.

В связи с тем, что нанотехнологии охватывают практически все отрасли науки и производства, включая машиностроение, электронику, авиацию, космонавтику, транспорт, энергетику, медицину, сельское хозяйство, охрану окружаю-

щей среды и т.д. проблема подготовки специалистов не может быть решена путем открытия новых направлений и специальностей в каждой предметной области. Усматривается необходимость создания системы нанотехнологической подготовки в рамках действующих специальностей и направлений таким образом, чтобы каждый выпускник технического вуза владел основами построения и реализации нанотехнологических процессов и был готов к конкретной работе по изучению проблемы и ее реализации в сфере своей профессиональной деятельности. Анализ большинства достижений фундаментальной и прикладной нанонауки, особенностей их конкурентных преимуществ для практического использования междисциплинарных результатов исследований и разработок по нанотехнологиям показывает целесообразность рассматривать их системно как совокупность единого научно-технического направления и, соответственно, с единой системой эффективной подготовки научных и практических специалистов в этой области знаний и технологий.

Поэтому в качестве ведущих технологий, оптимизирующих процесс методической подготовки студентов к профессиональному образованию, были избраны:

1.Технология преподавания на основе комплексного подхода к факторам линейности и концентричности образовательного процесса;

2. Технология модульно-рейтингового обучения;

3.Технология организации самостоятельной работы студента на основе деятельностного подхода.

При проектировании системы профессионального обучения по НТ и НМ необходимо сформулировать ряд концептуальных положений:

1. Системный подход к проектированию модели профессионального образования.

2.Определение принципа профессиональной направленности как системообразующего фактора.

3. Обеспечение взаимодействия принципа пункта 2 с другими специфическими принципами (проблемности).

4. Реализация программно-целевого подхода к перестройке всех компонентов подготовки будущих специалистов: целей, содержание форм, методов и средств обучения в соответствии с требованиями принципа профессиональной направленности в обучении.

Воспитание многомерной творческой личности должно реализовываться через оптимальное сочетание фундаментального, гуманитарного и профессионального блоков дисциплин, их взаимопроникновение на основе межпредметных связей, интегрированных курсов, междисциплинарных форм контроля, обеспечивающих формирование целостного сознания на основе системного знания [1].

Современными требованиями к процессу организации последипломного образования являются: ориентация на способности и стремление людей к личностному и профессиональному развитию в течение всей жизни; создание мотивации и развитие интереса к освоению культуры; учет личностных качеств взрослых обучающихся, их возраста, социального, профессионального положения; признание взрослого носителем общей и профессиональной культуры, создание ему возможностей выступать в учебном процессе одновременно в качестве обучающегося и обучающего [3].

Инновационное обучение некоторыми авторами трактуется как ориентированное на создание готовности личности к быстро наступающим переменам в обществе, готовности к неопределенному будущему за счет развития способностей

к творчеству, к разнообразным формам мышления, а также способности к сотрудничеству с другими людьми. Обобщая специфику инновационного обучения, следует выделить его черты: открытость обучения будущему, формирование способности к предвосхищению на основе постоянной переоценки ценностей, формирование способности к совместным действиям в новых ситуациях [4].

Литература

1. Забелин, С.Ф. Методология организации подготовки специалистов по наноматериалам и нанотехнологиям / С.Ф. Забелин // Современная электроника и информационные технологии в системе образования: материалы науч.-метод. конф. – Псков: Изд-во СПбГИЭУ, 2005. – С. 68-70.

2. Буланова-Топоркова М.В. Педагогика и психология высшей школы: учебное пособие . – Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. – 544 с.

3. Гурье Л.И. Последипломное образование преподавателей вуза в условиях инновационных процессов: монография. / Л.И. Гурье. – Казань: РИЦ «Школа», 2008. – 243 с.

4. http://www.ntsr.info/science/library/

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ АНИОННОГО НАНОКЛАСТЕРА Pt_3Ir DFT МЕТОДАМИ

Гарифзянова Г.Г.,
Казанский национальный исследовательский технологический университет

Аннотация. С использованием различных методов функционала плотности проведены расчеты геометрических параметров и электронной структуры анионного нанокластера Pt_3Ir.

Abstract. Employing of different methods of density functional calculations were carried out geometrical parameters and electronic structure of the anionic nanocluster Pt_3Ir.

Ключевые слова: нанокластер, платина, DFT.

В последнее время большое внимание уделяется гетероядерным кластерным комплексам и их применению в качестве наноструктурных материалов. Особый интерес для катализа представляют биметаллические кластеры, состоящие из атомов металлов платиновой группы. Для определения геометрических параметров таких кластеров, а также для изучения механизма адсорбционных процессов, проходящих с их участием, широко применяются квантово-химические методы, разработанные на основе теории функционала плотности (DFT). Рост вычислительных мощностей в настоящее время позволяет заниматься дизайном новых каталитических систем и моделированием адсорбции на каталитических поверхностях нанокластеров. С использованием четырех DFT методов с различными базисными наборами проведены расчеты геометрических параметров анионного нанокластера Pt_3Ir. Полученные расчетные геометрические параметры и полные электронные энергии анионного нанокластера Pt_3Ir в состоянии с мультиплетностью 1 (E) приведены в таблице.

Рассмотрена зависимость структуры кластера от метода расчета. При задании геометрии анионного нанокластера Pt_3Ir в виде пирамиды во входном файле, после расчета методом B3LYP/LanL2DZ был получен неплоский ромб, структура которого представлена на рис.1, а расчет методом B3LYP/SDDAll дал Y-образную структуру (рис.2).

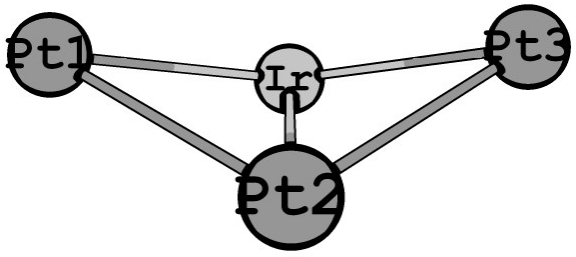


Рис.1 Структура неплоского ромба анионного кластера Pt_3Ir (метод B3LYP/LanL2DZ)

Таблица. Полная электронная энергии (E) и значения длин связи (Å) анионного нанокластера Pt_3Ir в состоянии с мультиплетностью 1

Метод расчета	E, Хартри	Оптимизированная структура	r(Pt1-Pt2)	r(Pt1-Pt3)	r(Pt1-Ir)	r(Pt2-Pt3)	r(Pt3-Ir)
B3LYP/LanL2DZ	-462.1954517	неплоский ромб	2.733	4.383	2.471	2.731	2.472
B3LYP/CEP-121G	-464.2221143	неплоский ромб	2.709	4.346	2.471	2.709	2.472
B3LYP/SDDAll	-462.5665642	Y-образная структура	2.531	4.565	2.526	4.556	2.364
B1LYP/LanL2DZ	-461.7051169	неплоский ромб	2.733	4.372	2.474	2.733	2.474
B1LYP/CEP-121G	-463.7386193	Y-образная структура	2.527	4.559	2.523	4.558	2.369
B1LYP/SDDAll	-462.0539994	неплоский ромб	2.722	4.372	2.476	2.722	2.476
PBEPBE/LanL2DZ	-462.2151805	неплоский ромб	2.715	4.408	2.460	2.714	2.460
PBEPBE/CEP-121G	-464.259001535	неплоский ромб	2.687	4.367	2.460	2.687	2.460
PBEPBE/SDDAll	-462.6106254	неплоский ромб	2.702	4.376	2.461	2.701	2.461

На рис.2 представлена Y-образная структура анионного кластера Pt_3Ir, длины связей которой рассчитанные методами B3LYP/SDDAll и B1LYP/CEP-121G даны в таблице.

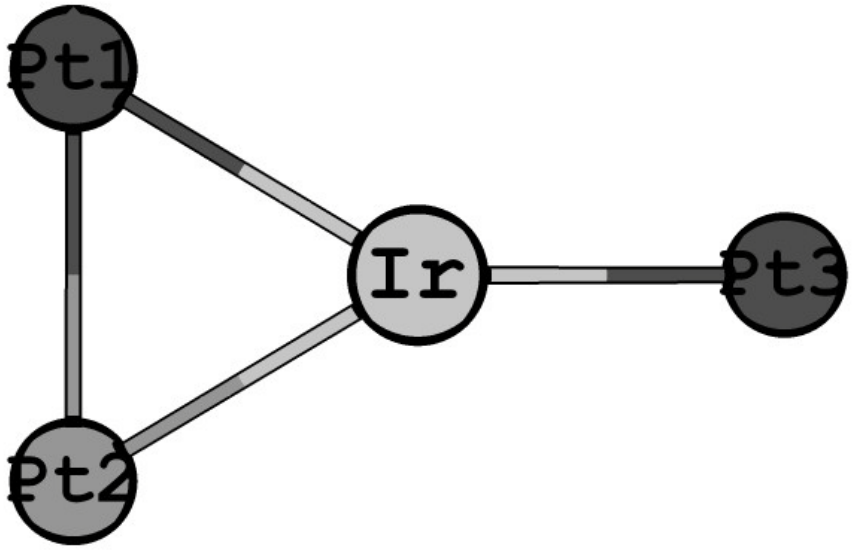


Рис. 2 Y-образная структура анионного кластера Pt_3Ir (метод B3LYP/SDDAll)

Из экспериментальных данных далекой тонкой структуры рентгеновских спектров поглощения (EXAFS) биметаллического кластера Pt-Ir известно, что

расстояние Pt-Pt составляет 2,753 Å [1]. Это значение наиболее близко к расчетным значениям длины связи Pt1-Pt2 2.733 Å (методы B3LYP/LanL2DZ и B1LYP/LanL2DZ).

Расчеты проводились с использованием программы Gaussian 09 [2].

Литература

1. *Sinfelt J. H.* Structure of bimetallic clusters. Extended x-ray absorption fine structure (EXAFS) studies of Pt-Ir clusters / J. H. Sinfelt, G. H. Via, F. W. Lytle // J. Chem. Phys. – 1982. – V. 76, No.6, P. 2779-2789.

2. Frisch, M. J. et all. Gaussian 09, Revision A.3, Gaussian, Inc., Pittsburgh PA, (2009).

РЕЙТИНГИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ

Балякин А.А., Жулего В.Г., Кунина Г.Е., Рубцов В.П.,
НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва

Аннотация. Описан расчет рейтингов инновационного развития регионов на основе патентно-публикационной активности организаций в сфере нанотехнологий. Приведен список наиболее результативных направлений наноиндустрии, обсуждается возможность модернизации России на базе формирования высокотехнологичных кластеров в регионах.

Annotation. Ratings calculation of regions innovative development based on patent-publication activity is described. The list of promising fields in nanotechnology is formed. The possibility of high-technology clusters formation as a tool for modernization of Russia is discussed.

Ключевые слова: инновационное развитие, регионы, патенты, публикации, нанотехнологии, кластер.

Одним из возможных путей развития России в ближайшем будущем является ориентация на использование высоких технологий; необходимость проведения структурных изменений в экономике никем не оспаривается, практически, главным вопросом остается определение конкретных шагов государственной политики поддержки инноваций. Механизмами реализации такой политики могут быть высокотехнологичные кластеры.

Под инновационным кластером мы понимаем синергетическую организационную форму совместных исследований и/или производства принципиально новых продуктов, при которой совместные усилия эффективнее во много раз, чем усилия каждой составляющей этой технологической цепочки в отдельности. Именно такой кластер позволит сократить период от научных исследований до коммерциализации их результатов [0]. Одной из возможных областей исследований могут быть нанотехнологии, которые во всем мире считают драйвером грядущего витка технического прогресса [2].

По данным НИЦ «Курчатовский институт» (головная научная организация в сфере нанотехнологий) в России на 1 ноября 2012 года 1439 организаций (включая иностранные) принимают участие в различных исследованиях в области нанотехнологий. Для изучения вопроса перспектив создания нанотехнологических кластеров нами была собрана наукометрическая информация за 2006-2010 годы из: специального информационно - библиографического ресурса (СИБР) научной электронной библиотеки (http://elibrary.ru/project_nano.asp) и базы данных ФГБУ «Федеральный институт промышленной собственности» (ФИПС). Полученные данные по публикационной активности и количеству защищенных патентов были распределены с учетом специализации в сфере нанотехнологий по Федеральным округам, что дало нам 29 вариантов потенциальных кластеров, на основе которых можно судить об инвестиционной привлекательности регионов. Детальное изложение методики расчета рейтингов приведено в работе [3].

Анализ этих данных показывает, что наиболее перспективными регионами для создания кластеров являются: Центральный, Северо-западный и Сибирский федеральные округа. Дальневосточный, Южный и Северо-кавказский федеральные округа оказываются в аутсайдерах, однако, имея в виду, что в этих округах имеются элементы инфраструктуры, необходимой для инновационного развития,

можно предположить, что при наличии целевой государственной программы, инвестирование бюджетных средств в эти регионы может продемонстрировать позитивную динамику, так как производственные издержки там априори ниже чем, в научных столицах. Тем более, что для научных исследований можно использовать созданные в рамках ННС центры коллективного пользования уникальным научным и экспериментальным оборудованием и высокоскоростную линию передач данных - Грид систему, позволяющую решать самые трудоемкие задачи и хранить массивы информации за счет аккумулирования временно свободных мощностей.

Ранжирование направлений по их эффективности (суммарное количество патентов и публикаций в сфере нанотехнологий) дает следующую последовательность:

1. Композитные наноматериалы
2. Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества
3. Нанобиотехнологии
4. Конструкционные наноматериалы
5. Наноэлектроника
6. Наноинженерия
7. Функциональные наноматериалы для энергетики
8. Функциональные наноматериалы для космической техники
9. Нанотехнологии для систем безопасности

В то же время институционально российские регионы за некоторым исключением не готовы к созданию инновационных высокотехнологичных кластеров: проведенный нами анализ инновационных программ регионов выявил многочисленные проблемы, которые предстоит решить для успешного запуска программ по развитию территориальных кластеров [4]. На сегодня лишь отдельные регионы, такие как Томск, Татарстан и Санкт-Петербург, институционально готовы к появлению на своей территории инновационных кластеров.

В целом нанотехнологии имеют огромный потенциал для того, чтобы коренным образом повысить уровень жизни россиян

Часть работ выполнена при поддержке гранта РГНФ 10-02-00262.

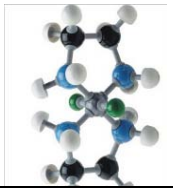
Литература

1. А.А. Балякин, В.Г. Жулего Модернизация России и высокотехнологичные кластеры в сфере нанотехнологий // Вопросы экономики, № 7, 2012, с 66-81;

2. С. Тараненко, С. Переслегин, Н. Ютанов, А. Желтов, И. Куклина. Технологические пакеты мейнстрима. Часть 1. Технологический мейнстрим как основа технологического развития и построение фундаментальных сценариев его развития. М.: РНЦ «Курчатовский институт», 2009.

3. В.Г. Жулего, Г.Е. Кунина Определение центров превосходства среди организаций, ведущих исследования и разработки в сфере нанотехнологий // Российские нанотехнологии, март-апрель 2012, том 7, № 3-4, стр. 12-17;

4. А.А. Балякин, Обзор инновационных программ регионов // Интегрированная система мониторинга национальной нанотехнологической сети. Сборник аналитических материалов. № 3. М. изд-во НИЦ «Курчатовский институт, с. 62-66.



Секция 4

НАНОТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ МЕДИКО-БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

БИОНАНОТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Иванов А.В.,
ФГБУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности» («ФЦТРБ - ВНИВИ»), г. Казань

Аннотация: Обеспечение биологической безопасности заключается в разработке и производстве специфических вакцин, иммунобиологических и лекарственных препаратов, диагностических наборов, средств индикации на основе методов и средств бионанотехнологии. Получение инновационной продукции на основе нанобиотехнологии является одним из приоритетных направлений развития нашего Центра.

Ключевые слова: бионанотехнологии, биобезопасность, инновации, исследования.

Abstract: guarantee of the biosafety consists of the development and production specific vaccines, immunological and drug products, diagnostic kits, indication devices on the basis of methods and tools of bionanotechnology. Producing of innovative products based on nanobiotechnology is one the top priority directions in our center.

Keywords: bionanotechnology, biosafety, innovation, investigation.

Научно-технический прогресс связан с внедрением новых технологий и материалов, которые вносят технологические и экономические изменения в жизнь общества.

Серьезную угрозу национальной безопасности Российской Федерации представляют эпидемические и эпизоотические вспышки новых и вновь возникающих инфекционных болезней, большинство которых характеризуется внезапностью возникновения, высокой смертностью, отсутствием специфических методов диагностики и лечения, а также значительным уровнем затрат на проведение противоэпидемических и противоэпизоотических мероприятий.

Обеспечение биологической безопасности вызвана не только опасностью мирового терроризма, но и сложной эпидемиологической, эпизоотической обстановкой, связанной с обострившейся ситуацией по особо опасным вирусным и бактериальным инфекциям в природных очагах, активизацией международных связей, усилением миграционных процессов и увеличением потока беженцев из сопредельных государств, участившимися природными стихийными бедствиями и чрезвычайными ситуациями техногенного характера.

В настоящее время наибольшую биологическую угрозу для человека и общества в целом представляют:

- естественные природные резервуары патогенных микроорганизмов и неконтролируемое высвобождение или распространение живых организмов, особенно генетически модифицированных, с неустановленными механизмами влияния на экосистемы;
- массовые вспышки инфекционных заболеваний (эпидемии, эпизоотии и эпифитотии) естественного происхождения;
- аварии и диверсии на объектах, где проводятся работы с патогенными микроорганизмами;

• использование микроорганизмов и экопатогенов в военных и террористических целях, включая диверсии на биологически опасных объектах.

Следует отметить, что проблема биологической безопасности приобрела глобальный характер, не зависящий от государственных границ. Практически для всех стран мира организация системы биологической безопасности становится составной частью государственной политики. Одним из факторов, оказывающих существенное влияние на проблемы биологической безопасности, являются значительное расширение диапазона биологических угроз, возникновение и распространение новых инфекций и нозологических форм, а также активизация ряда уже «побежденных» инфекций. Другим существенным источником обострения проблем биологической безопасности являются политические, экономические и социальные факторы.

Традиционные меры по обеспечению биобезопасности направлены на защиту от возбудителей опасных и особо опасных инфекций и экопатогенов – организация таможенных и карантинных барьеров, профилактические мероприятия, вакцинация и т.д. Вместе с тем прогресс в развитии науки, научно-технических знаний привел к возникновению такого направления в обеспечении биобезопасности, как формирование и укрепление национального научного и промышленного потенциала. Потеря потенциала в любой области науки с трудом восполнима, а в биологии ситуация усложняется во много раз.

Одним из наиболее существенных, для обеспечения биологической безопасности является разработка и производство специфических вакцин, иммунобиологических и лекарственных препаратов, диагностических наборов, средств индикации на основе методов и средств бионанотехнологии.

Одним из Центров нанобиотехнологии является Федеральный центр токсикологической и радиационной безопасности (ФЦТРБ-ВНИВИ, г. Казань), являющимся головным научным учреждением Министерства сельского хозяйства Российской Федерации по обеспечению токсикологической, радиационной и биологической безопасности России созданный в 1960 году. Центр имеет высокий квалифицированный научных потенциал: более 120 докторов и кандидатов наук, а лаборатории оснащены уникальным научным оборудованием отечественного и зарубежного производства. Особое внимание в учреждение уделяется развитию нанобиотехнологии, на основе, которой разрабатываются, производятся и выпускаются новые лекарственные средства. Центр определен в качестве научной базы, депонирующей штаммы особо опасных микроорганизмов.

Уникальные научные исследования в Центре направлены на разработку и совершенствование методов и средств диагностики, профилактики и лечения при токсикозах, радиационных поражениях и особо опасных инфекционных заболеваниях, улучшение экологической обстановки в России.

Многообразие направлений, по которым ведутся научно-исследовательские работы, включают в себя исследования по получению наночастиц генно-инженерных протеинов, разработку биочипов и экспресс тест-системы для биологического скрининга, иммунологического мониторинга и прогнозирования особо опасных инфекционных заболеваний и оценки биобезопасности продукции, разработку экологически безопасностой технологии утилизации органических отходов.

Особое место в исследованиях Центра занимает создание сырьевой и элементной базы наноматериалов и биочипов и разработка методов контроля молекулярно-генетического анализа и наноматериалов, разработка тест-систем на основе био- и нанотехнологии для индикации токсинов, продуцируемых микроско-

пическими грибами (Т-2 токсин, афлатоксины) и бактериями методом ИФА в сырье животного происхождения, пищевых продуктах и кормах, расширение и развитие коллекций паспортизированных микроорганизмов патогенов животных и криобанка перевиваемых культур и клеток животных для обеспечения прикладных и исследовательских работ в области нанобиотехнологии, разработка наноструктурных сорбентов и иммуннопротекторов (химического и биологического генеза) для защиты и лечения от токсических и радиационных поражений в условиях чрезвычайных ситуаций и др.

В сфере приоритетных для обеспечения биобезопасности является разработка на основе методов и средств бионанотехнологии и внедрение в производство:

- средств диагностики, средств контроля состояния окружающей среды и технологических процессов;
- медицинских и ветеринарных средств профилактики и лечения заболеваний;
- средств ремедиации окружающей среды;
- биологических средств защиты растений;
- биологически безопасных продуктов питания.

Получение инновационной продукции на основе нанобиотехнологии является одним из приоритетных направлений развития нашего Центра.

Литература

1. Махутов Н.А, Светик Ф.Ф. и др. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Биологическая безопасность / М.: МГОФ «Знание». – 2009. – 912с.

2. Иванов А.В. Нанобиочастицы на службе у медицины. Инновационный ежегодник «Нано Россия» / Екатеренбург: «Медиа Старт». – 2010. –С.87.

3. Покровский В. И., Онищенко Г. Г., Черкасский Б. Л. Эволюция инфекционных болезней в России в XXI веке.— М.: Медицина, 2003. - 664с.

4. Черешнев В.А. Без крупного наукоемкого бизнеса инновационного будущего у России не будет. - Научно-производственный журнал: Нанотехнологии, Экология, Производство. - №5 (7). - 2010 г. - С. 30.

5. Алферов Ж.И. «Сколково»: здесь будут создаваться инновационные статапы. - Научно-производственный журнал: Нанотехнологии, Экология, Производство. - №5 (7). - 2010 г. - С. 8-9.

6. Махичина Л.И., Скрябин В.А. и др. Серебрянные нанобиокомпозиты в кормовых добавках для сельскохозяйственных животных и птицы / Сборник тезисов и докладов участников Второго Международного форума по нанотехнологиям. - 2009. – С.390-392.

ПРИРОДООХРАННАЯ БИОНАНОТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Иванов А.А.,
Научно-исследовательский институт бионанотехнологий, г. Казань

Аннотация. Путем целенаправленного исследования и генетического отбора получен консорциум микроорганизмов – деструкторов органического сырья. Разработаны биопрепарат получивший название ускоритель ферментации (УФ-1), который эффективно применяется для утилизации сельскохозяйственных и бытовых отходов. Основа биопрепарата УФ-1 состоит из взвеси живых культур *Actinomyces fradiae* и *Candida krusei* на физиологическом растворе. В 1 см^3 препарата содержится не менее 2x10^8 КОЕ (колониеобразующих единиц) живых микроорганизмов. Микроорганизмы непатогенные и нетоксичные для животных, действуют в широком температурном диапазоне, обладают выраженными антагонистическими свойствами в отношении микроскопических грибов и некоторых патогенных микроорганизмов. Консорциум обладает высокой активностью, эффективно разлагает органические отходы. Биопрепарат УФ-1 можно использовать для улучшения экологической обстановки.

Ключевые слова: бионанотехнология, УФ, биодеградация органических отходов, реабилитация окружающей среды, экологическая безопасность.

Abstract. On the basis of goal seeking investigation and genetic selection center has discovered microorganism's destructor consortium of organic materials. Also we have developed biological product which is named fermentation accelerator (FA-1) and effectively used for utilization of agricultural and municipal wastes. The basis of bioproduct FA-1 consists of active suspension cultures of *Actinomyces fradiae* and *Candida krusei* on the physiological solution. 1 cm^3 of bioproduct contains at least 2x10^8 CFU (colony forming units) of active microorganisms. These microorganisms are non-pathogenic and non-toxic in relation to animals, function in a wide temperature range and have antagonistic feature against fungi and definite pathogenic microorganisms. The consortium possesses with high activity and effectively destructs organic wastes. Bioproduct FA-1 can be used for improving ecological situation.

Keywords: bionanotechnology, fermentation accelerator, biodegradation of organic wastes, rehabilitation of the environment, ecological safety.

В настоящее время именно уровень развития бионанотехнологий и связанных с ними проблем экологической безопасности являются одним из важных критериев инновационной политики ведущих государств мира.

В настоящее время руководством нашей страны взят стратегический курс на модернизацию. Одно из ключевых направлений этого масштабного процесса – выход на новые рубежи в сфере высоких технологий и в инновационном секторе экономики.

Провозглашенные руководством страны цели создания и развития в стране инновационной экономики имеют реальную основу, сложившуюся за счет достижений фундаментальной и прикладной науки за последние 50-60 лет, наличия в крупнейших научно-образовательных центрах высокопрофессиональных кадров и мер государственной поддержки ряда высокотехнологичных направлений современной промышленности России, к которым на современном

этапе научно-технического прогресса принадлежат информационные био- и нанотехнологии, спообные повысить конкурентноспособность отечественной промышленной продукции на основе коммерциализации разработок именно в этих направлениях.

В настоящее время био и нанотехнологии стремительно развиваются, приобретая не только фундаментальные черты, но и конкретное прикладное значение. Внедрение данного направления в деятельность научных учреждений нашей страны имеет важную стратегическую направленность. При этом инновационные продукты биотехнологии и нанотехнологии являются мощным фактором развития биологической науки и практики.

Среди главных задач природоохранной биотехнологии определена и экологическая био- и нанотехнология, разрабатывающая экологически безопасные, и, в тоже время, ресурсосберегающие, дающие народному хозяйству высокий эффект в оздоровлении окружающей природы от техногенных, сельскохозяйственных и бытовых отходов, а также в рекуперации вторичных материалов различных отраслей промышленности.

Серьезную экологическую, эпизоотическую и эпидемиологическую опасность представляют органические отходы животноводства и птицеводства, которые складируются непосредственно вокруг территории хозяйств и без предварительного обеззараживания вывозятся на поля. Такое органическое сырье теряет свои ценные качества как удобрение, загрязняет окружающую среду (почву, водоемы, воздух) и может являться источником распространения инфекционного и инвазионного начала в природе. Возбудители болезней сохраняют жизнеспособность в навозе длительное время, так, например сальмонеллеза - 92-157, туберкулеза - 457 сут, вирус болезни Марека свыше 6 месяцев, яйца и личинки гельминтов в свином навозе сохраняются 12-15 месяцев, крупного рогатого скота - 7-8 месяцев и т.д.

В настоящее время используется несколько технологий переработки органических отходов, из которых наиболее эффективных является метод, основанный на современных био- и нанотехнологих приницах.

Известно, что использование в сельском хозяйстве органических отходов животноводства без переработки нецелесообразно, поскольку при хранении в течение 2-3 месяцев, потери азота в них могут составлять 50-60 %, атмосфера загрязняется аммиаком. Кроме того, с навозом и пометом в почву вероятно попадание большого количества семян сорных растений, не исключается загрязнение тяжелыми металлами и пестицидами.

Одним из основных компонентов, определяющих плодородие почв, является гумус. По заключению Института экологии Волжского бассейна РАН в настоящее время наиболее широко используемым способом получения гумуса является применение вермикультуры олигохет (калифорнийского дождевого червя). Однако, при этом скорость и качество переработки субстрата зависит от физиологического состояния и условий культивирования олигохет, а также имеет температурный оптимум в диапазоне от 17 до 25^0С.

Известны также способы переработки навоза с помощью личинок комнатной мухи, микроводорослей и различных видов микроорганизмов.

Особый интерес вызывают работы японских ученых по использованию для утилизации органических отходов биопрепаратов серии "ЭМ" (эффективные микроорганизмы), аналог которым был разработан в России на основе микроорганизмов байкальской экосистемы – "Байкал ЭМ-1".

В ФГБУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» путем целенаправленного исследования и генетического отбора получен консорциум микроорганизмов –деструкторов органического сырья, в том числе эксрементов различных видов сельскохозяйственных животных и птиц, отходов растениеводства, осадков сточных вод. Микроорганизмы непатогенные и нетоксичные для животных, действуют в широком температурном диапазоне, обладают выраженными антагонистическими свойствами в отношении микроскопических грибов и некоторых патогенных микроорганизмов. Консорциум обладает высокой активностью, эффективно разлагает эксементы животных и птиц., превращая их в высококачественный гумус. По окончанию процесса утилизации он теряет свою жизнеспособность и способность к размножению. Сущность процесса утилизации заключается в активизации деятельности микроорганизмов исходного субстрата, что вызывает ускорение процесса распада органического компонента и микробного синтеза.

Препарат, получивший название ускоритель ферментации (УФ-1), эффективно применяется для утилизации сельскохозяйственных и бытовых отходов. Основа биопрепарата УФ-1 состоит из взвеси живых культур *Actinomyces fradiae* и *Candida krusei* на физиологическом растворе. В 1 $см^3$ препарата содержится не менее $2x10^8$ КОЕ (колониеобразующих единиц) живых микроорганизмов.

Технология переработки органических отходов ускорителем ферментации (УФ-1) проста, не требует существенных производственных затрат. Весь процесс ферментации занимает летом - 30; зимой - 40-60 суток. Причем, для ферментации пригодно любое органическое сырье: навоз крупного и мелкого рогатого скота, свиней, лошадей, пушных зверей, птичий помет, опилки, отходы растениеводства и т.д. С целью повышения качества получаемого субстрата, возможно комбинированное применение органического сырья: например птичий помет с опилками, навоз крупного рогатого скота или лошадей с птичьим пометом. В результате обработки органических отходов ускорителем ферментации образуется темная, сыпучая, однородная масса с белым налетом.

УФ-1 применялся для утилизации птичьего помета на птицефабриках РТ («Ак Барс Пестрецы» и др.); свиного навоза на свинокомплексах Свердловской области и других регионов, зверохозяйствах («Крестовский» и др.); а также Казанском зооботсаде. Утилизированы с применением УФ-1 иловые стоки и осадки на очистных сооружениях Елабуги и др. городов РФ.

В процессе ферментации, за счет микробиологических преобразований исчезает неприятный запах, происходит гибель патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, гельминтов, а также простейших. Значительно снижается количество семян сорных растений, а содержание тяжелых металлов и пестицидов ни в одном случае не превышало ПДК.

Любую технологию необходимо оценивать по степени экологической опасности, по количеству и качеству образующихся отходов. Применение УФ-1 на сельскохозяйственных и промышленных предприятиях нацелено на создание безотходных экономически выгодных природоохранных технологий и предотвращение загрязнения окружающей среды.

Использование ускорителя ферментации позволяет получить высококачественное экологически чистое удобрение.

Другим важнейшим средством препарата УФ-1 является экологически безопасная переработка нефтяного шлама. Это направление применения препарата требует дополнительных научных исследований.

На основе раскрытия механизмов деструкции нефти, нефтепродуктов и ряда биоцидных соединений, а также участие в этих процессах определенных таксономических групп гетеротрофных микроорганизмов, главное, опыт управления этими процессами, позволило разработать и внедрить в промышленном и сельскохозяйственном масштабах, биотехнологии очистки и доочистки нефте- и углеводородсодержащих природных и технологических стоков, а также сточных вод, загрязненных удобрениями, солями и разнообразными ядовитыми веществами.

Для улучшения экологической обстановки на основе скрининга штаммов, выделенных из различных источников (органические отходы животноводства, птицеводства, бытовые и промышленные сточные воды, почва, нефтешламы, биологическое сырье), а также микроорганизмов, имеющихся в коллекции Центра, подобрана ассоциация наиболее эффективных культур, обладающих способностью биодеградации экотоксикантов, нефтеокисляющей способностью, непатогенностью и нетоксичностью. В настоящее время разработаны биотехнологические способы защиты водных и земельных ресурсов от загрязнений с целью обеспечения экологически оправданного землепользования, для снятия последствий антропогенного воздействия.

Таким образом, деятельность сотрудников института бионанотехнологий, направлена на эффективных средств и методов для экологической безопасности, защиты окружающей среды и жизненно важных интересов человека и гражданина от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности и угроз возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий.

Литература

1. Иванов А.А., Юсупов Р.Х., Чернов А.Н. Приоритеты для обеспечения биологической безопасности. Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. XI научно-практическая конференция. Сборник материалов. М.: Центр «Антистихия, 2011. – С.41-42.

2. Иванов А.В. Нанобиотехнологии в прикладном значении. - Научно-производственный журнал: Нанотехнологии, Экология, Производство. - №5 (7). - 2010 г. - С. 30.

3. Павлов Б.П. Инвестиции в инновации: опыт филиала «Газпромбанка». - Научно-производственный журнал: Нанотехнологии, Экология, Производство. - №5 (7). - 2010 г. - С. 90.

4. Покровский В. И., Онищенко Г. Г., Черкасский Б. Л. Эволюция инфекционных болезней в России в XXI веке.— М.: Медицина, 2003. - 664с.

5. Черешнев В.А. Без крупного наукоемкого бизнеса инновационного будущего у России не будет. - Научно-производственный журнал: Нанотехнологии, Экология, Производство. - №5 (7). - 2010 г. - С. 30.

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ИММУНОХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ БЕШЕНСТВА

Хисматуллина Н.А., Чернов А.Н., Юсупов Р.Х., Гулюкин А.М., Макаев Х.Н., Сабирова В.В., Гафарова А.З., Маркова М.И., Петрова Т.П.,
ФГБУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности» («ФЦТРБ - ВНИВИ»), г. Казань

Аннотация. Разработаны иммунохимические препараты, на основе иммуноглобулина G сыворотки крови овец, конъюгированные флуорохромом – флуоресцеинизотиоционатом, а также ферментом - пероксидазой из корней хрена для диагностики бешенства методами иммунофлуоресценции (ИФ) и иммуноферментного анализа (ИФА). Порог чувствительности методов ИФА и ИФ составляют, соответственно, 3,3 lg LD_{50}/мл и 3,8 lg LD_{50}/мл. Время анализа 5 – 6 часов. В то время как классический метод диагностики – биопроба на белых мышах длительна и трудоемка (до 30 суток наблюдения за подопытными животными согласно ГОСТу 26075-84, требует наличия вивария, обслуживающего персонала, кормов и лабораторных животных). Экономическая эффективность разработанных иммунохимических препаратов складывается из внедрения в лабораторную практику за счет ускорения идентификации возбудителя бешенства, снижения затрат на проведение исследований проб методами ИФ и ИФА. Наборы иммунохимических средств диагностики бешенства зарегистрированы в Российской Федерации (РФ), сертифицированы ФГБУ «ВГНКИ» (г. Москва) и применяются в различных регионах РФ, способствуя успешному проведению противо-эпизоотических и противоэпидемических мероприятий.

Ключевые слова: бешенство, иммунохимическая диагностика, иммунофлуоресценция, иммуноферментный анализ.

Abstract. Immunochemical preparations were developed basing on sheep serum immunoglobulin G conjugated using fluorochrome – fluorescein izotiotsionate and enzyme - horseradish peroxidase for rabies detection by immunofluorescence (IF) and enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). The immunofluorescence and ELISA sensitivity threshold is 3,3 lg LD_{50}/ml and 3,8 lg LD_{50}/ml accordingly. Analysis takes 5 - 6 hours, while the conventional diagnostic method using white mice is time-consuming (up to 30 days of observation in experimental animals according to State Standard 26075-84, requires a vivarium facility, staff, laboratory animals and forage). The economic efficiency of the developed immunoassays consists of its implementation into laboratory practice due to rapid identification of rabies agent, reducing the cost for IF and ELISA methods. Immunochemical rabies diagnostics kits are registered in the Russian Federation (RF), and certified by All-Russian State Research Institute for Standards and Control (Moscow), and are used in different regions of Russia, contributing to the success of the anti-epizootic and epidemic control measures.

Keywords: rabies, immunochemical diagnosis, immunofluorescence, ELISA.

На современном этапе происходит глобальный рост рабической инфекции. Заболеваемость бешенством регистрируется на территории большинства (167) стран мира, где ежегодно свыше 10 миллионов человек получают различные повреждения от животных и более 4 миллионов человек – специфическую антирабическую помощь. Каждый год около 50 000 человек в мире погибает после уку-

сов бешеных животных (Иванов А.В. и соавт., 2007, 2010; Селимов М.А., 1987; http.//www.who-rabies-bulletin.org.).

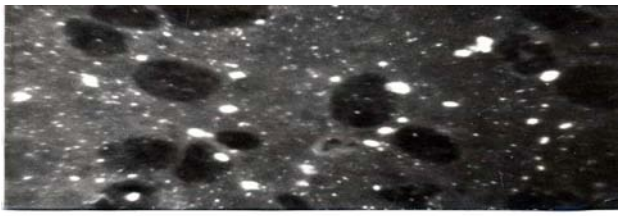
В большинстве регионов России эпизоотическая ситуация по заболеваемости животных бешенством остается неблагополучной, отмечаются и случаи гидрофобии. При проведении противоэпизоотических мероприятий, а также назначении курса антирабических прививок пострадавшим от укусов животными немаловажное значение имеет своевременная и точная диагностика (Хисматуллина Н.А. и соавт., 2000; 2001; 2004 и др.). Необходимость постоянного контроля за состоянием природных очагов бешенства и расширение работ за последние годы по оральной вакцинации диких животных требуют совершенствования экспресс-методов выделения и индикации вируса.

Применяемые в ветеринарной практике традиционные методы и средства лабораторной диагностики бешенства имеют определенные недостатки: низкую чувствительность и недостаточную специфичность (световая микроскопия и реакция преципитации), длительность получения результатов экспертиз и трудоемкость (биопроба на белых мышах).

Принимая во внимание важность своевременной и точной диагностики бешенства в ФГБУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» комплексными исследованиями разработаны и внедрены высокоэффективные иммунохимические средства и методы выявления антигена рабического вируса в патологическом материале, выделения возбудителя бешенства в культуре клеток невриномы Гассерова узла крысы (НГУК-1) (Хисматуллина Н.А. и соавт., 2001, 2008).

«Флуоресцирующий антирабический глобулин», разработанный в ФГБУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» на основе иммуноглобулина G сыворотки крови овец, конъюгированный флуоресцеинизотиоционатом, утв. Россельхознадзором в 04.2008г., зарегистрирован в РФ № ПВР-1-4.9/00196 и сертифицирован ФГБУ «ВГНКИ», г.Москва № РОСС RU ФВ 01.В25800. Порог чувствительности метода ИФ - 3,8 lg LD50/мл. Время анализа - 5-6 часов. На рис. 1 представлена специфическая флуоресценция в отпечатках мозга мышей, зараженных уличным вирусом бешенства, выделенного от человека и лисицы.

а



б

Рис.1.Окрашивание флуоресцирующим антирабическим глобулином отпечатков мозга мышей, зараженных уличным вирусом бешенства: а) выделенного от человека; б) выделенного от лисицы. Объектив 90, гомаль 1,7.

Флуоресцирующий антирабический глобулин можно использовать также для прижизненного обнаружения вируса бешенства методом ИФ в эпителиальных клетках роговицы (корнеальная проба) и биоптатах кожи (Хисматуллина Н.А. и соавт., 2003) .

Иммунофлуоресценция в культуре клеток невриномы Гассерова узла крысы (НГУК-1) представлена на рис. 2.

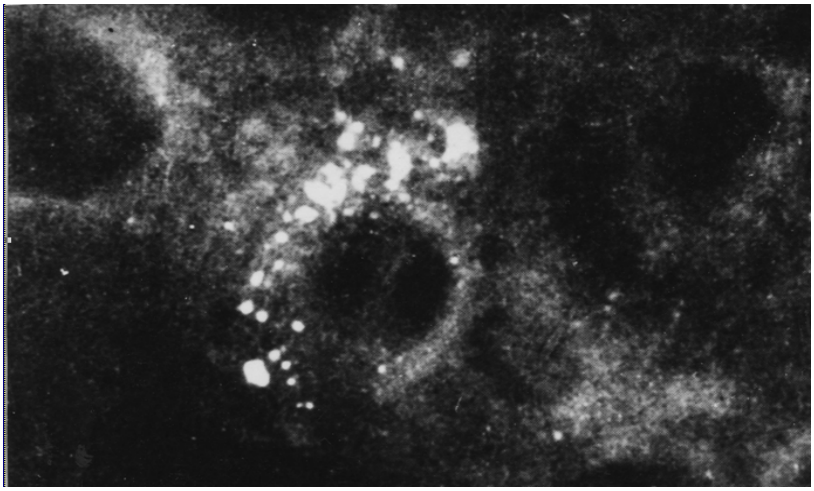


Рис.2. Специфическая цитоплазматическая флуоресценция в культуре клеток НГУК-1 через 48 ч после внесения суспензии мозга песца, павшего от бешенства. Объектив 90, Гомаль 1,7.

Время анализа - 2-3 сут после заражения культуры клеток НГУК-1. Антиген вируса бешенства выявлен в препаратах в виде ярких желтовато-зеленых гранул различной формы и величины - от едва заметных до имеющих 15-20 мкм в диаметре. В то же время отмечалось большое количество мелких желто-зеленых частиц (размером до 0,5 мкм) округлой и овальной формы. Диагноз бешенства считали установленным при обнаружении 2-5% зараженных клеток с интенсивностью свечения на 3-4 креста.

Выделение возбудителя бешенства в культуре клеток НГУК-1 можно рассматривать как возможную замену биопробы на белых мышах.

Антирабический пероксидазный конъюгат, разработанный в ФГБУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» на основе антирабического глобулина класса G, конъюгированного пероксидазой из корней хрена входит в «Набор препаратов для лабораторной диагностики бешенства животных методом иммуноферментного анализа (ИФА)», нормативная документация к которому утверждена Россельхознадзором в 04.2008 г. «Набор препаратов…» зарегистрирован в РФ № ПВР-1-1.9/00261 и сертифицирован ФГБУ «ВГНКИ», г. Москва № РОСС RU ФВ 01.В25801. Порог чувствительности метода ИФА – 3,3 lg LD50/мл. Время анализа 5-6 часов.

В настоящее время в ФГБУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» налажено производство наборов иммунохимических средств для диагностики бешенства, которые выпускаются согласно государственным заказам МСХ РФ. Только за последние 2 года (2011-2012 гг.) изготовлено и реализовано в субъекты РФ согласно государственным контрактам с Центром ветеринарии РФ и по требованию ветеринарных служб России 689 наборов «Флуоресцирующего антирабического глобулина» и 528 «Наборов препаратов для лабораторной диагностики бешенства животных методом ИФА».

Экономическая эффективность разработанных средств диагностики бешенства складывается за счет ускорения идентификации возбудителя бешенства, снижения затрат на проведение исследований проб методами ИФ и ИФА и в культуре клеток НГУК-1 по сравнению с классической биопробой на белых мышах. Время анализа проб методами ИФ и ИФА составляет 5-6 ч, в культуре клеток НГУК-1 - 24-72 ч против 28-30 сут при постановке биопробы согласно ГОСТу, при совпадении результатов анализов с последней в 97,4-, 98,4- и 100% случаев, соответственно. Себестоимость исследования одной диагностической пробы указанными методами в 43 раза ниже по сравнению с классической биопробой на белых мышах.

Таким образом, на основании целенаправленных комплексных исследований разработаны и внедрены в практику Российской Федерации высокоэффективные иммунохимические средства диагностики бешенства, позволяющие проводить противоэпизоотические и противоэпидемические мероприятия в очагах рабической инфекции.

Литература

1. Иванов А.В., Хисматуллина Н.А., Юсупов Р.Х., Морозов В.В., Хисамутдинов Ф.Ф., Чернов А.Н. и др / «Эпизоотолого - эпидемиологический надзор за бешенством» /Методическое руководство// Казань: ФГУ «ФЦТРБ-ВНИВИ», - 2007.- 95 с.
2. Иванов А.В., Н.А. Хисматуллина, Р.Х. Юсупов, А.Н. Чернов. Диагностика и профилактика бешенства животных / М.:ФГНУ “Росинформагротех”, 2007. - 60 с.
3. Иванов А.В., Хисматуллина Н.А., Чернов А.Н., Гулюкин А.М. «Бешенство. Этиология. Эпизоотология. Диагностика» / Учебно-методическое пособие в иллюстрациях // / М.: «Колос», 2010.-89 с.
4. Иванов А.В., Хисматуллина Н.А., Гулюкин А.М. Эпизоотологический и иммунологический надзор за бешенством / Ветеринарный врач. - Казань.-2010.-№4.-С.3 - 6.
5. Селимов М.А. Современные достижения в области рабиологии // Обзорная информация.- М.: ВНИМИ, 1987. Вып.4. - 69 с.
6. Хисматуллина Н.А. Разработка средств и методов иммунологического мониторинга и мер борьбы при бешенстве и лихорадке Ку животных: Автореф. дис….докт. биол. наук. - Казань. - 2000.-45с.
7. Хисматуллина Н.А., Савицкая Т.А., Тимиргалеев Р.В. и др. Прижизненная диагностика гидрофобии / Труды междун. научно-практич. конф., посвящ. 45-летию создания ВНИИВВиМ “Ветеринарные и медицинские аспекты зооантропонозов», Покров, 2003, С.157-161.
8. Хисматуллина Н.А., Юсупов Р.Х., Селимов М.А., Янбарисова С.Р. Разработка экспресс-методов иммунологического мониторинга при бешенстве / Вопросы вирусологии.-2001.-№5.-С.45-48.
9. Хисматуллина Н.А., Юсупов Р.Х., Чернов А.Н. Нормативная документация к «Флуоресцирующему антирабическому глобулину», утв. Россельхознадзором 03.03.2008 г.
10. Хисматуллина Н.А., Юсупов Р.Х., Чернов А.Н. Нормативная документация к «Набору препаратов для лабораторной диагностики бешенства методом иммуноферментного анализа (ИФА)», утв. Россельхознадзором 03.03.2008 г.
11. Хисматуллина Н.А., Юсупов Р.Х., Янбарисова С.С., Савицкая Т.А. Иммунологический мониторинг бешенства / Ветеринарный врач. – Казань. – 2004, №1 (17). – С. 45-53.
12. Rabies Bulletin Europe, http.//www.who-rabies-bulletin.org.

ИЗУЧЕНИЕ ГЕНОМНОГО ПОЛИМОРФИЗМА ИЗОЛЯТОВ FUSOBACTERIUM NECROFORUM

Хузин Д.А., Макаев Х.Н., Фаизов Т.Х.,
ФГБУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности» («ФЦТРБ - ВНИВИ»), г. Казань;
Юрик С.А., Семенихин В.И.,
Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока Россельхозакадемии, г. Новосибирск (ГНУ ИЭВС и ДВ СО РАСХН)

Аннотация: Выявленные с помощью RAPD-ПЦР анализа высокие уровни полиморфизма внутривидовых генетических дистанций свидетельствуют о генетической неоднородности *Fusobacterium necrophorum,* выделенных изолятов от разных животных на территории Российской Федераци. С помощью произвольных праймеров, сконструированных на основе нуклеотидной последовательности оперона лейкотоксина *F.necrophorum*, можно проводить популяционный анализ выделенных изолятов и использовать для их паспортизации.

Ключевые слова: ДНК, произвольные праймеры, полиморфизм, изоляты *Fusobacterium necrophorum.*

Abstract: RAPD-PCR analysis has detected the high levels intraspecific polymorphism of genetic distances. This indicates about genetic heterogeneity of *Fusobacterium necrophorum* isolated from different animals in the Russian Federation. Using the random primers designed on the base of leukotoxins operon nucleotide sequence of *F.necrophorum* center can be carried out populational analysis of identified isolates and used it for certification.

Keywords: DNA, random primers, polymorphism, isolates *Fusobacterium necrophorum.*

Генетический полиморфизм организмов обусловлен как одиночными заменами так и более сложными вариантами реорганизации геномных последовательностей, поэтому для его изучения используется технология ПЦР с короткими, в 10-15 н.п., праймерами с произвольно выбранной последовательностью – RAPD-анализ (random amplified polymorphic DNA) [1,2]. С помощью этих праймеров амплифицируют участки ДНК, число и размер которых зависит от длины и последовательности произвольно выбранного праймера. Сайты связывания праймеров случайно распределены по геному, а полиморфизм выражается в присутствии или отсутствии соответствующих фрагментов в геле [3]. Эти фрагменты являются геномными маркерами и позволяют выявить полиморфные состояния в большом числе локусов по всему геному.

Исследованию были подвергнуты изоляты *Fusobacterium necrophorum,* выделенные нами от больных животных на территории Татарстана, Башкортостана, Марий Эл, Удмуртии, Самарской, Саратовской и Томской областей. В качестве референтных штаммов использовали генотипированные штаммы *Fusobacterium necrophorum* 8-«8TS630501» *и* 12-«12 TSR630501», депонироанные в НИИ ККМ ГНЦ ВБ «Вектор», а также штаммы ВИЭВ «О-1» и ВГНКИ «3430».

Культуры *Fusobacterium necrophorum* исследовали в тест-системе для выявления *Fusobacterium necrophorum subsp. necrophorum* методом полимеразной

цепной реакции (ПЦР) с помощью гнездовых праймеров (ГНУ ИЭВС и ДВ, гос. рег. № ПВР-1-2.6/01846).

Для проведения RAPD-анализа использовали «произвольные» праймеры со «случайной» нуклеотидной последовательностью длиной в 10 н.п., которые выбирали, взяв за основу нуклеотидную последовательность оперона лейкотоксина *F. necrophorum.*

Для анализа праймеров по уровню свободной энергии использовали программу OLIGO 4.0. Химический синтез праймеров был осуществлен амидофосфитным методом на автоматическом синтезаторе ASM-102U (Biosset Ltd, Новосибирск ГНЦ ВБ "Вектор").

Расчет индексов схожести осуществляли по формуле, описанной V. Miteva, A. Abadijeva, R. Grigorova (1991) [4]. Для статистической обработки результатов составляли бинарные матрицы RAPD-спектров, которые использовали для построения дендрограмм методом кластерного анализа (STATISTICA 6).

Из 50 проанализированных олигонуклеотидов были выбраны и синтезированы следующие:

№ 55 5′- aac tgc acg c -3′ № 56 5′- gca gga agc c –3′
№ 57 5′- ggc aaa tgg tg –3′ № 58 5′- gct gac aat c –3′
№ 59 5′- gca tat gga gc –3′ № 60 5′- gct tat ggt gc –3′
№ 61 5′- gca tat ggg gc –3′ № 62 5′- gaa gta tgg g –3′
№ 63 5′- tcg ccg cag tg –3′ № 64 5′- cta tac cag c –3′
№ 65 5′- gat gaa tga g -3′ № 38/1 5′- gcg gcg gat a -3′

При сравнении полученных паттернов выявили, что не все сконструированные праймеры были пригодны для внутривидовой дифференциации *F.necrophorum*. Наиболее информативным оказался праймер № 38/1.

Полученные RAPD-спектры тестировали по уровню схожести к нуклеотидной последовательности культур №/№ 2, 8, 12 и О-1 (таблица 1). В результате сравнения установлено, что все исследуемые культуры имеют высокий уровень схожести – от 0,63 до 0,95, кроме № 22, 34, 40, 41 и В2 (ВИЭВ–2) с уровнем схожести от 0,10 до 0,61.

Таблица 1 – Результаты попарного сравнения в RAPD-ПЦР с праймером № 38/1 изолятов *F.necrophorum.*

№ культуры	**Штамм/ изолят**	**Вид животного**	**2**	**8**	**12**	**0-1**
2	**3430** (ВГНКИ)	КРС	1,00	0,67	0,86	0,10
8	**ТС** (Саратовская обл.)	КРС	0,67	1,00	0,73	0,23
9	**Нфт** (Башкортостан)	КРС	0,72	0,72	0,86	0,19
12	**ВК** (Татарстан)	КРС	0,81	0,73	1,00	0,11
16	**Ал-2** (Татарстан)	КРС	0,78	0,70	0,95	0,10
19	**КОН** (Пензенская обл.)	КРС	0,66	0,78	0,84	0,23
20	**МШО** (Марий-эл)	Овца	0,82	0,63	0,87	0,19
22	**Искра** (Самарская обл.)	КРС	0,61	0,43	0,58	0,18
34	**Мож** (Удмуртия)	КРС	0,27	0,21	0,30	0,22
40	**Шах** (Татарстан)	КРС	0,36	0,31	0,30	0,44
41	**СТ** (Томская обл.)	Свинья	0,33	0,29	0,36	0,30
О-1	**0-1** (ВИЭВ)	Северный олень	0,10	0,23	0,11	1,00

Кластерный анализ изучаемых изолятов *F.necrophorum* по результатам RAPD-анализа с праймером № 38/1 изображены на электрофореграмме (рис.1) и дендрограмме (рис.2). Культуры № 19, 8, 20, 16, 12, 9 и 2 вошли в один субкластер (индекс схожести – от 0,63 до 0,95). Высокий уровень схожести у изолятов № 12 и 16 (индекс схожести 0,95), 19 и 8 (индекс схожести 0,78).

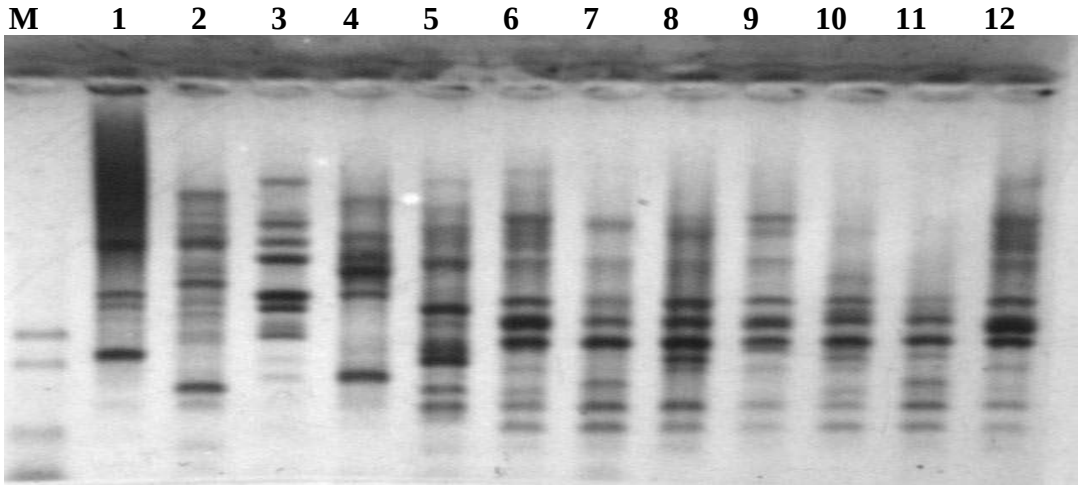


Рисунок 1 – RAPD-спектры ДНК *F.necrophorum*, полученные в ПЦР с праймером № 38/1: М – маркер pUC18/AluI, 1– № О-1, 2 – № 41, 3 – № 40, 4 – № 34, 5 – № 22, 6 – № 20, 7 – № 19, 8 – № 16, 9 – 12, 10 – № 9, 11 – № 8, 12 – № 2.

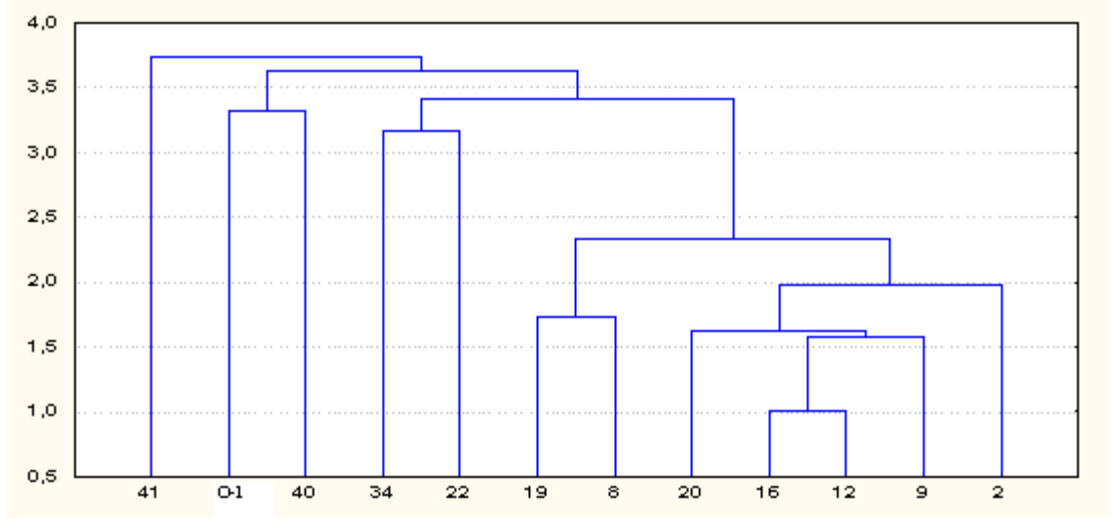


Рисунок 2 – Дендрограмма распределения штаммов и изолятов *F.necrophorum* по результатам RAPD-ПЦР с праймером № 38/1. По горизонтали – номера культур, по вертикали – генетические дистанции.

Выявленные с помощью RAPD-ПЦР анализа высокие уровни полиморфизма внутривидовых генетических дистанций свидетельствуют о генетической неоднородности *F.necrophorum,* выделенных от разных животных на территории Российской Федераци. С помощью произвольных праймеров, сконструированных на основе нуклеотидной последовательности оперона лейкотоксина *F.necrophorum*, можно проводить популяционный анализ выделенных изолятов и использовать для их паспортизации.

Литература

1. Williams, J.G.K. DNA polymorphisms amplified by arbitary primers are useful as genetic markers / J.G.K.Williams, A.R.Kibelik, K.J.Livak // Nucl. Acids Res. – 1990. – Vol. 18. – P. 6531 – 6535.

2. Welch, J. Fingerprinting genomes using PCR with arbitary primers / J.Welch, M.McClelland // Nucl. Acids Res. – 1990. – Vol. 18. – P. 7213 – 7218.

3. Алтухов, Ю. П. Мономорфная видоспецифическая ДНК, выявляемая в поли-меразной цепной реакции со случайными праймерами / Ю.П.Алтухов, А.Б.Абрамов // Генетика. – 2000. – Т. 36. – № 12. – С. 1674 – 1681.

4. Miteva, V. Dfferentiation among strains and serotypes of Bacillus thuringiensis by M13 DNA fingerprinting /V. Miteva, A. Abadijeva, R. Grigorova. // J. Gen. Microbiol. – 1991. – V. 137. – № 3. – P. 593 – 600.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ ВЕЩЕСТВ И НАНОКОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Яппаров И.А.,
ГНУ «Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения Российской академии сельскохозяйственных наук»

Республика Татарстан богата сырьевыми ресурсами, в том числе бентонитами, глауконитами, фосфоритами, цеолитами и сапропелем.

Впервые на базе Государственного научного учреждения Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения Российской академии сельскохозяйственных наук из них получены наноразмерные вещества с величиной частиц 5-95 нм. При изучении физико-химических свойств установлено увеличение объема веществ, площади соприкосновения, ионообменной и сорбционной емкости. Применение наноразмерных веществ в 8-10 раз эффективнее первичных макроаналогов. Разработаны приемы, способы и технологии их использования в земледелии, при рекультивации нефтезагрязненных почв, растениеводстве и животноводстве.

В проведенных опытах наноразмерная фосфоритная мука при внесении в почву и при предпосевной обработке семян способствовала повышению урожайности зеленой массы кукурузы до 45% и улучшению ее качества: возросло содержание сырого протеина и клетчатки – на 10%, сахара – на 20% и хлорофилла – на 28% по сравнению с контролем. В почве усилилось выделение CO2 на 24,5-46,9%; улучшились агрохимические свойства – повысилось содержание подвижного фосфора на 15%, обменного калия на 5% и суммы поглощенных оснований на 15,9%, снизились pHсол и гидролитическая кислотность.

Обработка семян и внекорневая обработка томатов наноразмерной фосфоритной мукой увеличила урожайность на 19-45% по сравнению с внесением стандартных минеральных удобрений. Улучшилось качество продукции: содержание бета-каротина и аскорбиновой кислоты возросло на 14-29%.

При выращивании огурцов в условиях защищенного грунта предпосевная обработка семян и внекорневая обработка растений наноразмерной фосфоритной мукой способствовали повышению урожайности на 17-24%.

При использовании наноразмерных агроминералов выявлен стимулирующий эффект на рост биомассы аборигенных микроорганизмов, выделенных из почв РТ. Коллекционные азотфиксирующие, фосфатмобилизующие и углеводородокисляющие микроорганизмы идентифицированы методом установления нуклеотидной последовательности 16S рРНК. На их основе созданы биопрепараты комплексного действия.

Совместное использование биопрепарата и наноразмерной фосфоритной муки в опытах с кукурузой повысило урожайность на 31-40%, улучшило микробиологические и агрохимические показатели почвы.

Использование наноразмерных веществ и микроорганизмов-деструкторов углеводородов в комплексе с агрохимическим и биологическим мониторингом сокращало сроки восстановления нефтезагрязненных земель.

В животноводстве применение наноразмерных веществ обусловило повышение живой массы цыплят-бройлеров на 10-35%. Количество минеральных веществ в мясе увеличилось на 4,3-4,6%, жира – 0,7-4,9%, белка – 1,0-2,3%. Содержание солей тяжелых металлов – кадмия и свинца – снизилось на 8,3-66,7%.

Идентичные результаты получены на других видах сельскохозяйственных животных.

Республика Татарстан является селендефицитной территорией. Поэтому впервые в институте созданы композитные селенсодержащие препараты на основе органических (диацетофенонилселенид) и минеральных соединений (местные агроминералы) – селебен, селевер, селефос и селецел. Из них получены высокоэффективные нанокомпозитные селенорганические вещества. Разработаны технологии применения селенсодержащих кормовых добавок в кормлении сельскохозяйственных животных, которые позволили повысить живую массу цыплят-бройлеров на 7,8-18,7%, норок – на 17,1-19,3%, кроликов – на 7,1-9,2%, свиней – на 5,9-9,1% и овец – на 4,5-8,1%.

По представленным научным разработкам получены 5 патентов, 6 приоритетов и поданы 9 заявок. В коллекции ФГУП ГосНИИгенетика депонированы 4 региональных штамма микроорганизмов.

Научные исследования по созданию наноразмерных и композитных веществ и разработке технологий их применения в агропромышленном комплексе награждены 8 золотыми, 3 серебряными и 1 бронзовой медалями Российской агропромышленной выставке «Золотая осень» г. Москва.

АНТИФУНГАЛЬНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ НАНОРАЗМЕРНОЙ СЕРЫ

Массалимов И.А., Зайнитдинова Р.М., Шайнурова А.Р., Мустафин А.Г., Нурлыгаянова Э.А.,
Башкирский государственный университет, г. Уфа

В настоящее время во многих отраслях человеческой жизнедеятельности наблюдается стремление к все более широкому применению наночастиц и наноматериалов. Медицина в этом случае не является исключением. Многие считают, что внедрение нанотехнологий может в корне изменить ситуацию, связанную с применением лекарственных препаратов, действующие вещества которых находятся в наноразмерном состоянии [1]. Идея применения лекарственных средств в виде наночастиц основана на том факте, что вещества в наноформе имеют свойства, отличные от свойств веществ в макродисперсной форме.

В данной работе сравниваются фунгицидные свойства разных концентраций серы микронных размеров, полученной измельчением в роликовой мельнице, и наночастиц серы, полученной химическим осаждением из полисульфида натрия[2]. Для обоих видов серы был проведен поиск концентрации, при которой в питательную среду для культивирования грибов (плотная среда Сабуро) полностью предотвращался рост (образование колоний тест - культур грибов) при наличии роста в контрольных образцах- питательные среды без добавления серы.

Применением лазерного анализатора Shimadzu SALD в режиме реального времени в различных условиях измерены интегральные и дифференциальные распределения частиц серы по размерам в водной среде. Установлено (см. рис.1), что из полисульфидов в водной среде образуются наночастицы со средним размером 25 нм. Со временем эти частицы укрупняются, но под действием ультразвука легко рассыпаются на исходные наночастицы размером 25 нм.

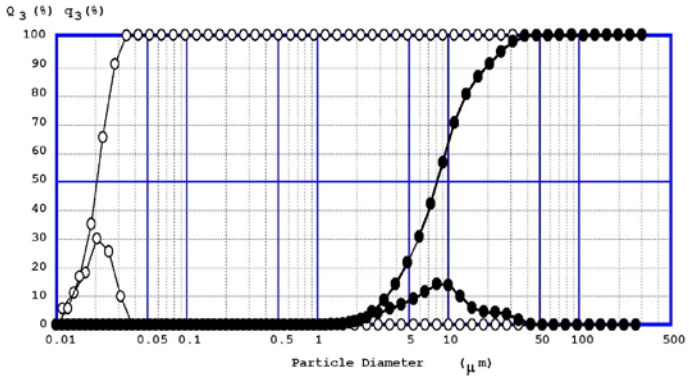


Рис.1. Распределение частиц серы по размерам

В результате испытаний получены следую-щие результаты. Критические концентрации, приводящие к полной задержке роста при содержании в питательной среде содержащей серу [3] приведены на рис.2 для условно-патогенных плесневых грибов - Penicillium notatum, на рис.3 для условно-патогенных плесневых грибов Aspergillus niger, на рис.3 для дрожжеподобных грибов – Candida a1bicans (см. рис. 4) и на рис.4. для дерматофита – возбудителя зооантропонозной трихофитии - Trichophyton mentagrophytes var.gypseum (seu granulosum).

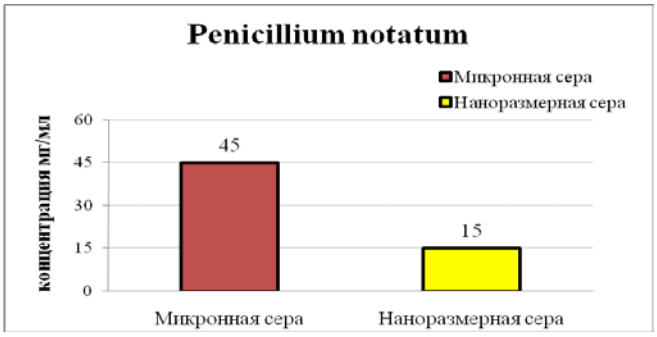


Рис. 2. Концентрации препаратов наночастиц серы и частиц микронного размера.

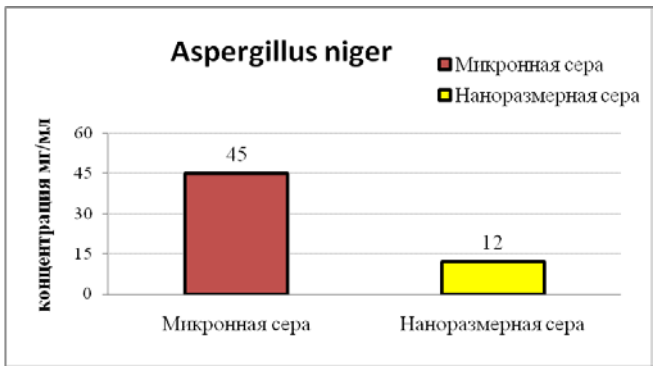


Рис.3. Концентрации препаратов наночастиц серы и частиц микронного размера.

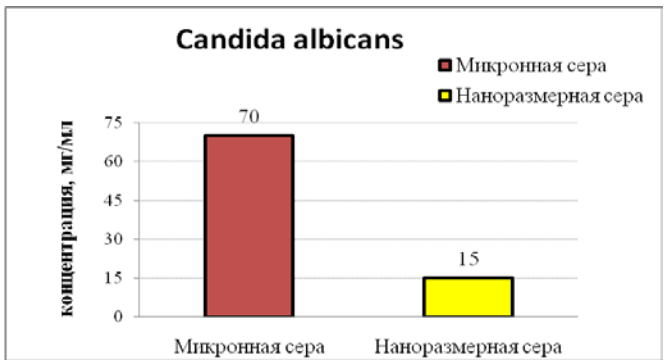


Рис.4 Концентрации препаратов наночастиц серы и частиц микронного размера.

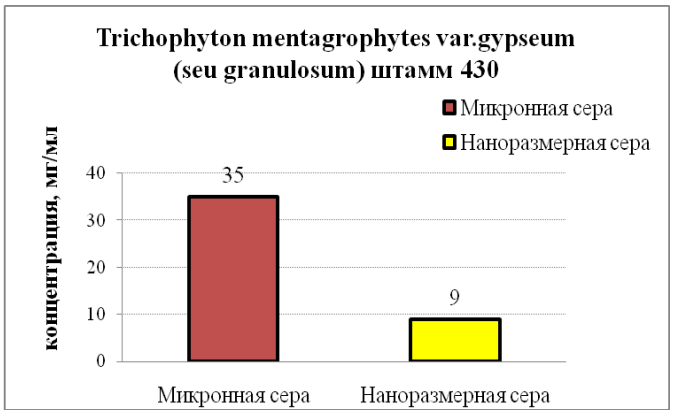


Рис.4 Концентрации препаратов наночастиц серы и частиц микронного размера

Сравнение данных приведенных на рис.2-4 показывает на существенное снижение концентрации серы при применении ее в наноразмерном состоянии. Из рисунков видно, что использование наноразмерной серы позволяет уменьшить

критическую концентрацию препарата, необходимого для полного подавления развития колоний грибов в 3-5 раз. Таким образом, полученные результаты согласуются с общей концепцией применения наночастиц в современных технологиях, в которых использование дисперсных веществ в наноразмерном диапазоне может в корне изменить многие (физические, химические, биологические) свойства. Полученные результаты могут быть использованы для получения более эффективных серосодержащих мазей и лекарств на основе наночастиц серы.

Литература

1. Kewal K. Jain, 2008. The Handbook of Nanomedicine, Humana Press, 404.
2. Massalimov I.A., Mustafin A.G., Shangareeva A.R., Khusainov A.N., Zaynitdinova R.M. (2012) Obtaining sulfur nanoparticles from sodium polysulfide aqueous solution. J. Chem. Chem. Eng. 6, 233-241.
3. Massalimov I.A., Medvedev U.A., Zaynitdinova R.M., Mufazalova N.A., Mustafin A.G. (2012) Assessment of antifungal activity of micronized and nanosized elemental sulfur. J. Nanotechnology and Nanoscience. Volume 3, Issue 1, pp.55-58.

РЕКОМБИНАНТНЫЕ БЕЛКИ И СИНТЕТИЧЕСКИЕ ПЕПТИДЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ТУБЕРКУЛЕЗНОЙ ИНФЕКЦИИ

Шуралев Э.А., Валеева А.Р., Мукминов М.Н.,
Казанский (Приволжский) федеральный университет
Хисматуллина Н.А.,
ФГБУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности» («ФЦТРБ - ВНИВИ»), г. Казань
Whelan C.,
Enfer Scientific, г. Нэйс, Ирландия

Аннотация. В данной работе обобщены полученные нами ранее результаты испытаний мультиплексного иммуноанализа с применением рекомбинантных антигенов и синтетических пептидов для диагностики туберкулеза животных. Указывается потенциальная возможность применения данного метода для контроля распространения и изучения патогенеза туберкулеза человека.

Summary. In this paper, we summarize the earlier obtained results of the multiplex immunoassay studies using recombinant antigens and synthetic peptides for the diagnosis of the animal tuberculosis. It is indicated the potential of use this method for the spread of infection control and human tuberculosis pathogenesis survey.

Ключевые слова: рекомбинантные антигены; синтетические пептиды; туберкулез.

Keywords: recombinant antigens; synthetic peptides; tuberculosis.

Ситуация по туберкулезу в Российской Федерации остается напряженной и осложняется в связи с сочетанием с ВИЧ-инфекцией [3]. С точки зрения эпидемиологического подхода *Mycobacterium tuberculosis* и *M.bovis* являются наиболее опасными видами возбудителя туберкулеза. Для более совершенного контроля за распространением инфекционных заболеваний необходимы новые подходы, с использованием современных иммуноаналитических и молекулярно-биологических методов. Изучение генетических основ предрасположенности к хроническим инфекционным заболеваниям, идентификация молекулярных факторов, детерминирующих исход инфекции, объяснение генетических ассоциации с биологическими коррелятами эффективного иммунного ответа поможет лучше понять патофизиологию инфекционных заболеваний и даст возможность идентифицировать пациентов групп риска, найти новые терапевтические возможности для пациентов с хронической инфекцией. Ряд полиморфизмов иммуномодулирующих генов, могут служить маркерами заболеваемости и степени риска тяжелых осложнений инфекции [4].

Паттерн-распознающие рецепторы являются первичными сенсорами инфекции, способные распознавать определенные высококонсервативные патогенассоциированные молекулярные паттерны. Их взаимосвязь в организме приводит к инициации различных иммунных реакций: секреция провоспалительных цитокинов, антимикробных пептидов, индукция процессинга и презентации антигена, поляризация Т-клеточного ответа, активация фагоцитоза и других [7]. Туберкулезная инфекция сопровождается выраженным дисбалансом цитокинов, характеризующимся увеличением концентрации интерлейкина-5 (медиатора с противо-

воспалительной активностью) в сыворотке крови на фоне низкого сывороточного уровня ключевого противотуберкулезного цитокина – интерферона-γ [1].

При туберкулезной инфекции немаловажное значение имеет изучение гуморального иммунного ответа, а использование рекомбинантных антигенов и синтетических пептидов их эпитопов позволит усовершенствовать методы диагностики и мониторинга патогенеза инфицированных людей. Наиболее эффективным методом для этих целей является предлагаемый нами мультиплексный иммуноанализ, позволяющий проводить скрининг к нескольким антигенам одновременно, с последующей комбинированной интерпретацией результатов [8].

Нами изучен ряд микобактериальных антигенов, обладающих иммуногенными свойствами. Полученные результаты, опубликованные нами ранее, показали высокую специфичность и чувствительность мультиплексного хемилюминесцентного анализа с применением отобранных антигенов при диагностике туберкулеза у разных видов животных, в том числе и для дифференциации инфицирования патогенным возбудителем от природных изолятов микобактерий [9,14,17]. На основе полученных данных вырисовывается потенциальная возможность испытания и создания тест-систем для диагностики туберкулеза человека. Мультиплексный вариант иммуноанализа подразумевает использование различных антигенов, которые вступают в иммунологические реакции со специфическими антителами, продуцируемые на различных этапах развития патогенеза туберкулеза. При экспериментальном заражении животных микобактериями туберкулеза с последующим исследованием динамики постинфекционного антителогенеза доказано, что такие биомаркеры как ESAT-6, CFP-10 обнаруживаются на ранних стадиях инфекции, в то время как MPB70 и MPB83 – на более поздних. Нами был выявлен биомаркер Rv3616c, который оказался предшественником ESAT-6, что указывает на потенциальную возможность использования этого белка как антигена, указывающего на возможность развития туберкулезной инфекции у определенного индивидуума. Используя методы биоинформатики и генной инженерии были получены рекомбинантные белки-аналоги указанных белковых антигенов возбудителя туберкулеза. Рекомбинантные антигены были использованы в создании мультиплексной тест-системы для диагностики туберкулеза животных.

Для диагностики, и в особенности для изучения патогенеза, вызванного микобактериями, целесообразно использовать несколько биомаркеров, которые следует включать в тест-систему в виде рекомбинантных антигенов. Помимо вышеуказанных предлагается использовать биомаркеры свойственные разным видам микобактерий, но позволяющие прослеживать ход развития инфекционного процесса, такие как α-Crystalin_2, PE35, PPE68, Rv1573c, HspX, Rv1580c и другие.

Еще одним направлением в создании диагностикумов нового поколения являются синтетические пептиды. Используя методы биоинформатики нами были выявлены по 2-6 иммунных эпитопа микобактериальных антигенов ESAT-6, CFP-10, MPB70 и MPB83, пептиды которых были синтезированы. Результаты исследований показали, что разные виды животных по-разному реагируют на отдельные эпитопы микобактериальных антигенов. В связи с этим мультиплексный иммуноанализ, позволяющий использовать несколько аналитов одновременно, является наиболее эффективным для диагностики и изучения патогенеза с использованием как пептидов, так и рекомбинантных антигенов.

Полученные данные коррелируют с исследованиями других ученых. Показана эффективность применения метода индукции фактора некроза опухоли в присутствии смеси специфических рекомбинантных антигенов ESAT-6 и CFP-10, что позволяет использовать метод для дифференциальной диагностики активной фазы тубер-

кулезной инфекции [2]. При постановке кожной аллергической пробы рекомендуется заменить широко используемый и не поддающийся стандартизации туберкулин на смесь рекомбинантных белков и пептидов антигенов ESAT-6, CFP-10 и Rv-3615c M.tuberculosis [11]. Антиген 16 kDa HSP M.tuberculosis предлагается использовать для производства новых диагностических моноклональных антител, основанных на мультиплексном подходе [15]. Мультиантигенный принт-иммуноанализ с использованием нескольких специфичных туберкулезных антигенов показал высокую диагностическую эффективность [12]. Иммуноблот анализ сывороток крови на выявление фракции 60 kDa в ДМСО-антигене M.bovis может служить диагностическим тестом при туберкулезе у крупного рогатого скота [10].

В настоящее время в различных областях науки и техники широко исследуется возможность применения наночастиц, созданных на основе вирусов. Так, на основе аденовирусов путем их генетической и/или физико-химической модификации можно создавать наночастицы, предназначенные для различных целей: от адресной доставки лекарственных средств в определенные клетки организма до создания систем неинвазивной диагностики различных заболеваний [6]. В этом направлении перспективно применение мультиплексного иммуноанализа, в частности, для диагностики туберкулеза человека.

Кроме диагностических целей рекомбинантные антигены и синтетические пептиды могут использоваться для создания вакцин нового поколения. Различные секретируемые антигены *M.tuberculosis* могут быть использованы в качестве компонентов субъединичных вакцин. Рассматриваются положения о необходимости конструирования искусственных антигенов, объединяющих в своем составе по несколько антигенов (эпитопов) из *M.tuberculosis* [5]. Гиперэкспрессия рекомбинантного штамма BCG антигенами Ag85A и Ag85B *M.tuberculosis* усилила иммуногенные свойства вакцинного штамма, на основе этих результатов получена новая безопасная вакцина, которая проходит доклинические испытания [16]. Антиген MPT83 (Rv2873) *M.tuberculosis* оказывает стимулирующее действие на клеточный иммунитет при туберкулезе и является потенциальным белком для разработки вакцин [13].

Постановка диагноза при туберкулезе в современных условиях требует комплексного подхода с учетом эпидемических, клинических, иммунологических и рентгенологических данных, что позволит предотвратить развитие осложненных и генерализованных форм заболевания. Использование мультиплексного иммуноанализа сывороток крови с применением различных рекомбинантных антигенов и синтетических пептидов позволит организовать высокоэффективную диагностику, способ изучения патогенеза в организме зараженного человека, будет способствовать успешному проведению скрининговых исследований для контроля распространения туберкулеза на территориальном уровне.

Литература

1. Колобовникова Ю.В., Уразова О.И., Новицкий В.В. и др. Показатели клеточного и гуморального иммунного ответа при туберкулезе легких, сопровождающемся эозинофилией. // Бюллетень сибирской медицины. – 2012. – Т.11, №1. – С.39-45.

2. Мордовская Л.И., Владимирский М.А., Шипина Л.К. и др. Количественный анализ индукции фактора некроза опухоли клетками цельной крови ex vivo в присутствии антигенов микобактерий туберкулеза. // Якутский медицинский журнал. – 2011. – №4. – С.38-39.

3. Нечаева О.Б., Эйсмонт Н.В. Влияние ВИЧ-инфекции на развитие эпидемической ситуации по туберкулезу в Российской Федерации. // Социальные аспекты здоровья населения. – 2011. – Т.19, №3. – С.19.

4. Онищенко Г.Г., Белевитин А.Б., Цыган В.Н. и др. Генетический полиморфизм при инфекционных болезнях. // Вестник Российской военно-мед. акад. – 2008. – №3. – С.16-37.

5. Татьков С.И., Дейнеко Е.В., Фурман Д.П. Перспективы создания противотуберкулезных вакцин нового поколения. // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2011. – Т.15, №1. – С.114-129.

6. Тутыхина И.Л., Шмаров М.М., Логунов Д.Ю. и др. Конструирование и перспективы использования в медицине рекомбинантных аденовирусных наноструктур. // Российские нанотехнологии. – 2009. – Т.4, №11-12. – С.82-91.

7. Тухватулин А.И., Щербинин Д.Н., Логунов Д.Ю. и др. Роль паттерн-распознающих рецепторов в противоинфекционном иммунитете. // Вестник РАМН. – 2011. – №10. – С.47-54.

8. Шуралев Э.А. Мультиплексная иммуноферментная хемилюминесцентная тест-платформа для индикации биопатогенов в организмах // Народное хозяйство. Вопросы инновационного развития. – 2012. - № 1. – С. 258-261.

9. Шуралев Э.А., Ндайишимийе Э.В., Мукминов М.Н. К вопросу серологической диагностики туберкулеза крупного рогатого скота // Ученые записки КГАВМ им.Н.Э.Баумана. – 2012. – Т.211. – С.202-206.

10. Якупов Т.Р., Хаертдинов К.С. Иммуноблот анализ в диагностике туберкулеза. // Ветеринарный врач. – 2011. – №1. – С.29-31.

11. Casal C., Bezos J., Díez-Guerrier A., et al. Evaluation of two cocktails containing ESAT-6, CFP-10 and Rv-3615c in the intradermal test and the interferon-γ assay for diagnosis of bovine tuberculosis. // Prev Vet Med. – 2012. – V.105, №1-2. – P.149-154.

12. Ireton G.C., Greenwald R., Liang H., et al. Identification of *Mycobacterium tuberculosis* antigens of high serodiagnostic value. // Clin Vaccine Immunol. – 2010. – V.17, №10. – P.1539-1547.

13. Kao F.F., Mahmuda S., Pinto R., et al. The secreted lipoprotein, MPT83, of *Mycobacterium tuberculosis* is recognized during human tuberculosis and stimulates protective immunity in mice. // PLoS One. – 2012. – V.7, №5. – e34991.

14. Shuralev E., Quinn P., Doyle M., et al. Application of the Enfer chemiluminescent multiplex ELISA system for the detection of Mycobacterium bovis infection in goats. // Vet Microb. – 2012. – V. 154, № 3-4. – P. 292-297.

15. Trilling A.K., de Ronde H., Noteboom L., et al. A broad set of different llama antibodies specific for a 16 kDa heat shock protein of *Mycobacterium tuberculosis*. // PLoS One. – 2011. – V.6, №10. – e26754.

16. Wang C., Fu R., Chen Z., et al. Immunogenicity and protective efficacy of a novel recombinant BCG strain overexpressing antigens Ag85A and Ag85B. // Clin Dev Immunol. – 2012. – 2012:563838.

17. Whelan C., Whelan A.O., Shuralev E., et al. Performance of the Enferplex TB assay with cattle in Great Britain and assessment of its suitability as a test to distinguish infected and vaccinated animals. Clin Vaccine Immunol. – 2010. – V.17, №5. – P.813-817.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ОЦЕНКИ ДИСПЕРСНОГО СОСТАВА ПРОМЫШЛЕННЫХ НАНОАЭРОЗОЛЕЙ И СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ

Луценко Л.А., Егорова А.М., Гвоздева Л.Л.,
Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им.Ф.Ф.Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия

Аннотация: ФБУН ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана Роспотребнадзора разрабатывает методические рекомендации для гигиенического обоснования контроля аэрозолей с учетом дисперсности вдыхаемых фракций. Основное внимание уделяется выбору методов и приборов контроля наноаэрозоля для использования в нашей стране.

Ключевые слова: наноаэрозоль, оценка воздействия.

Key words: nano aerosols; exposure assessment.

На современном этапе реализации нанотехнологий наиболее реальным является профессиональное ингаляционное воздействие наноаэрозолей на работников, занятых в сфере производства и использования НЧ/НМ. Поэтому путь поступления в организм через органы дыхания оценивается, как имеющий наиболее высокий риск, хотя адсорбция через кожу и поступление в желудочно-кишечный тракт также возможны.

Концепция отечественных промышленных гигиенистов декларирует преимущественное значение общей массы пыли традиционной дисперсности для развития пылевой профессиональной патологии: пневмокониоза (ПК) и хронического пылевого бронхита (ХПБ). Тогда как за рубежом развитие пневмокониоза (ХПБ не рассматривается, как профессиональная патология) связывают с воздействием респирабельной (дыхательной) фракции, достигающей альвеолярную область (дыхательные бронхиолы, альвеолярные трубочки, альвеолы) и задерживающейся там. Естественно, методология контроля наноаэрозолей требует корректировки, в том числе - в направлении выделения НЧ/НМ из полидисперсного аэрозоля.

Международной Комиссией по Радиологической Защите (ICRP) была впервые разработана модель респираторного тракта человека для оценки воздействия радионуклидов. Эта модель характеризует предполагаемую накопленную фракцию вдыхаемых частиц в разных анатомических отделах дыхательного тракта и в зависимости от возраста, пола и физиологических параметров дыхания.

Установлено [1], что полное накопление возникает при вдыхании частиц с аэродинамическим диаметром приблизительно 300 нм. Наночастицы размером более 10 нм депонируются в альвеолярной области, в то время как частицы менее 10 нм, из-за их очень высокой диффузионной подвижности, имеют существенное смещение в экстра-грудную область (носовые ходы, рот, гортань, зев) и в меньшей степени - в трахеобронхиальную область.

Однако традиционный гравиметрический метод контроля пыли (мг/м^3) не применим для малорастворимых частиц размером менее 100 нм ввиду их относительно маленькой массы, большой площади поверхности, быстрого рассеивания, склонности к образованию агломератов.

Поэтому за рубежом предлагается дополнительно определять и учитывать: счетную концентрацию частиц, распределение по размерам, поверхность частиц и

ее активность, поскольку именно эти показатели, а не их масса, имеют более тесную корреляцию с показателями токсичности [2, 3].

Современные международные и отечественные стандарты [2-8] предусматривают применение различных методов и приборов контроля содержания НЧ/НМ в воздухе рабочей зоны. Для количественной характеристики наноаэрозоля предложен метод анализа дифференциальной электрической подвижности аэрозольных частиц (ISO 15900:2009(E) [4]. Важно подчеркнуть, что анализатор наночастиц на основе метода «дифференциальной подвижности» предварительно одобрен в качестве метрологического комплекса ФГУП «ВНИИФТРИ».

Сертифицированные приборы контроля в РФ: ТЕОМ 1400, ОМПН-10.0; Dust Trak 8530/8533. Однако данные приборы имеют ограниченное применение для определения концентрации пыли размером менее 100 нм, в силу несовершенства фильтров. Большинство современных пробоотборных устройств (фильтры и импакторы) не пропускают аэрозольные частицы <100 нм, что ограничивает их применение для контроля содержания наночастиц в воздухе.

Для идентификации наночастиц, представленных в виде аэрозоля с твердой фазой, рекомендуется проводить отбор проб воздуха и его анализ в соответствии с методикой, изложенной в МР 1.2.2639-10 и МР 1.2.2641-10.

Для выявления и идентификации различных по составу наноматериалов при их предварительном выделении из воздуха рабочей зоны могут использоваться также методы атомно-эмиссионной спектрофотометрии или масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой, высокоэффективной жидкостной хроматографии, метод ПЭМ с контрастированием солями тяжелых металлов, метод ПЭМ в режиме неконтрастирующих методик, атомно-силовая микроскопия. Порядок пробоотбора и ход исследования, его результаты детально изложены в МР 1.2.2639-10 и МР 1.2.2641-10.

В зарубежной практике для контроля наночастиц в воздушной среде рекомендуется использовать методы оценки массовой концентрации и площади поверхности наночастиц, а также измерение распределения наночастиц, используя методы анализа подвижности частицы, инерционное смещение; измерение импакторами низкого давления (согласно ISO/TR 12885:2008, ГОСТ Р ИСО 7708-2006, ГОСТ Р ИСО 14644-3-2007).

Для количественного определения наночастиц (число, поверхность, изображение) используются приборы: Конденсационный счётчик частиц (CPC), Дифференциальный Анализатор Подвижности (DMA), Измерители содержания массы пыли (ТЕОМ) и другие.

В состав сканирующего спектрометра SMPS входят несколько ключевых частей:

- классификатор аэрозолей модели 3080,
- анализатор дифференциальной мобильности модели DMA,
- счетчик ядер конденсации серии CPC.

Электрический классификатор представляет собой дифференциальный анализатор подвижности со специальным контроллером. Прибор предназначен для выделения заданной размерной фракции субмикронных частиц из поступающего в него полидисперсного аэрозоля. Электростатический классификатор используется с одним из двух типов дифференциального анализатора подвижности: Long или Nano DMA, важнейшим элементом для генерирования и определения размеров частиц аэрозолей в диапазоне диаметров от 2 до 1000 нанометров. В системе измерения частиц электростатический классификатор отделяет частицы с определенным размером для измерения с высоким разрешением рас-

пределения частиц по размерам. В составе классификатора аэрозолей используется нейтрализатор с радиоактивным источником или нейтрализатор на базе источника мягкого рентгеновского излучения.

Конденсационный счётчик частиц. В этих устройствах за счёт конденсации паров происходит увеличение размеров ультрамелких частиц за счет эффекта конденсации с целью их последующего счета с использованием оптических методов. Широко используются конвективные охлаждающие потоки. В качестве насыщенных паров используются бутанол, изопропанол, вода. Насыщенные пары поступают в холодную трубу, где они становятся перенасыщенными и конденсируются на частицах, которые растут в большие капли.

Предел чувствительности зависит от свойств пара, температуры, геометрии инструментов. Оборудование, использующее бутанол, имеет предел чувствительности 3 нм, изопропанол и вода -10 нм.

При измерениях наночастиц только с помощью счетчиков ядер конденсации информация о первоначальном размере наночастиц теряется. Поэтому для измерения размеров частиц в нанодиапазоне требуется комплекс приборов, в который, помимо счетчика конденсационных частиц, должен входить дифференциальный анализатор подвижности (differential mobility analyzer, DMA).

Дифференциальный анализатор подвижности частиц (differential mobility analyzer, DMA). Дифференциальный анализатор подвижности - это устройство, позволяющее получить распределение частиц по размеру, при этом его действие основано на принципе разделения частиц в электрическом поле по их подвижности.

Отечественный стандарт ГОСТ Р ИСО 14644-3: 2007 [7] определяет DMA как «устройство, позволяющее получить распределение частиц по размеру, при этом его действие основано на принципе разделения частиц в электрическом поле по их подвижности». Изменяя вольтаж на приборе, можно получить распределение наночастиц заданного размера, а также определить их концентрацию (счетную, массовую, объемную).

Характеристика экспозиции промышленных аэрозолей по дисперсности вдыхаемой пыли, на наш взгляд, позволила бы давать более объективную оценку степени вредности условий труда; специфики реакции легочной ткани и респираторных путей (в опытах ин виво); клинико-функциональных проявлений профессиональных заболеваний при действии аэрозолей дезинтеграции и конденсации.

Общие требования к методам измерений дисперсных характеристик аэрозолей и взвесей нанометрового диапазона предусматривает ГОСТ Р 8.712-2010 «Дисперсные характеристики аэрозолей и взвесей нанометрового диапазона. Методы измерений. Основные положения».

В рамках Федеральной целевой программы «Развитие инфраструктуры наноиндустрии в РФ на 2008-2011 годы» ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф.Эрисмана» Роспотребнадзора являлся участником выполнения 3 госконтрактов (головные учреждения: ГУ НИИ питания РАМН, НИИ экологии человека и окружающей среды им. Сысина Минздравсоцразвития, ГОУ ВПО «Вятский Государственный университет» Минобрнауки).

Литература

1. ICRP, International Commission on Radiological Protection Publication 66: Human respiratory tract model for radiological protection. Pergamon, Elsevier Science Ltd., Oxford, 1994

2. Technical Report ISO/TR 27628 First edition 2007-02-01 «Workplace atmospheres — Ultrafine, nanoparticle and nano-structured aerosols — Inhalation exposure characterization and assessment»,

3. ISO/TR 12885:2008(E) First edition 2008-10-01 Nanotechnologies — Health and safety practices in occupational settings relevant to nanotechnologies.

4. ISO 15900:2009(E) Determination of particle size distribution — Differential electrical mobility analysis for aerosol particles. ГОСТ Р 8.712-2010.

5. ISO CD 28439 Workplace atmospheres-sampling of ultrafine aerosols/ nanoaerosols. Determining the size distribution and number concentration using mobility particle sizers/ differential mobility analysers.

6. ГОСТ Р 8.712-2010. Государственная система обеспечения единства измерений. Дисперсные характеристики аэрозолей и взвесей нанометрового диапазона. Методы измерений. Основные положения

7. ГОСТ Р ИСО 14644-3-2007 «Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 3. Методы испытаний».

8. ГОСТ Р ИСО 7708-2006 (дата последнего изменения – 23.06.2009): «Качество воздуха. Определение гранулометрического состава частиц при санитарно-гигиеническом контроле».

9. И.Калечиц. Приборы для измерения частиц в нанотехнологиях. //"Чистые помещения и технологические среды", 2010, № 1, стр. 39-47.

10. Метрологический комплекс для контроля параметров наночастиц в природных и технологических средах.// Деловая Россия ОКТЯБРЬ 2010, с. 28-29.

ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ БИОДОБАВОК НА ОСНОВЕ СОЛОДКИ

Бадртдинова А.К.,
Казанский научный исследовательский технологический университет

Аннотация. Обобщены сведения по основным технологическим разработкам, отражающим методы комплексной переработки корня солодки, получения из нее целого ряда биологически активных веществ, полезных соединений и средств с широким спектром лечебного и биологического действия.

Ключевые слова: корень солодки, глицирризиновая кислота, глицирретовая кислота, флавоноиды, полисахариды, экстракт солодки

Тенденция к использованию новых биологически активных веществ медицинского назначения на основе низкомолекулярных вторичных растительных метаболитов постоянно возрастает. Среди лекарственных растений особое место занимает солодка, которая является источником природного сырья для получения ценных лекарственных, пищевых, парфюмерно-косметических, технических и других продуктов.

Особый интерес химиков-синтетиков и биологов к основным тритерпеновым веществам корней солодки – глицирризиновой кислоте (ГК) и её производным, её основному метаболиту – глицирретовой кислоте (ГЛК) и её производным; из фенольных соединений – флавоноидам; из углеводов – полисахаридам связан, прежде всего, с высокой и разнообразной биологической и фармакологической активностью этих природных соединений и легкостью выделения из растительного сырья.

Цель настоящего сообщения – критическое обобщение обширного литературного материала по технологии получения различных препаратов, продуктов из солодки, средств на её основе и применения её в составе различных комбинаций, а также в области технологий получения из нее субстанций и отдельных индивидуальных соединений, которые могут стать составляющими особенных лекарственных препаратов и нужных комбинированных продуктов.

В материале, имеющемся в нашем распоряжении нужно было выделить разнородные элементы при изучении, учитывая как химическую классификацию выделяемых из солодкового корня компонентов БАС, так и технологические методы их получения.

Получение извлечений из солодки представлено различными методами, отличающимися температурой экстрагирования, видом экстрагента, обработкой извлечений из сырья, формой конечного продукта. Экстракционный метод переработки лекарственно-технического сырья сегодня является одним из немногих, гарантирующих глубокое и практически полное извлечение БАВ. Считается, что самым распространенным экстрагентом является вода с добавлением некоторых реагентов (щелочи, уксусная кислота, пероксид водорода), затем этиловый спирт различной концентрации и некоторые другие растворители (метанол, ацетон, хлороформ, эфиры, растительные масла и др.).

Полученные извлечения сгущают и подвергают сушке или очистке путем осаждения различными реагентами или пропускают через различные сорбенты с последующим получением целевых продуктов.

Методы получения ГК из корней солодки совершенствуются на протяжении десятков лет. Одна из принятых технологий экстракции глизирризина включает

операцию размельчения корня и обработку горячей водой или паром. С целью увеличения выхода ГК используются различные добавки (кислоты, щелочи и т.д.) [6].

Для экстракции корней используют также водные растворы аммиака (0,25 и 1%) [7-10], метанол [11] или водный метанол (80%) [11]. Предложен способ экстракции корней солодки дистиллированной водой при 40-50^{o}C [12]. В последние годы для получения ГК из корней солодки стали применять экстракцию суперкритической CO_2, содержащей смесь метанол-органический амин (в соотношений 2:1 или 3:1) [13].

Первичный водный экстракт корня содержит глицирризин и много других растворимых в воде соединений и подвергается дальнейшей обработке для получения более чистого продукта. Типичной является процедура подкисления водного экстракта кислотой до образования осадка сырой ГК, который отделяется и обрабатывается аммиаком для превращения гликозида в триаммонийную, а затем моноаммонийную соль ГК [14]. Моноаммонийная соль ГК – глицирама – является товарным продуктом и используется в пищевой, косметической и фармацевтической промышленности.

Существует метод выделения ГК из промышленного сухого экстракта корней солодки с содержанием гликозида 26-28%, позволяющая получать ГК 85-90% чистоты с выходом 42-45% [15]. Метод включает обработку технического экстракта ацетоном в присутствии 0,1-0,2% H_2SO_4 с последующей очисткой гликозида через калиевые соли. Разработан способ получения концентрата ГК с содержанием основного вещества 75-85% из шрота солодкового корня после извлечения липидов и флавоноидов, путем экстракции водными растворами NaOH с последующим осаждением минеральными кислотами [16].

Свободная глицирретовая кислота (Гк) в нативном состоянии в растительном сырье, как правило, не содержится. Для ее получения необходимо из сырья выделить сначала глицирризин, а затем, с помощью гидролиза или других приемов, получить Гк [17].

Известны способы получения Гк из растительного сырья при его первичной обработке водой, затем обработки извлечения концентрированной уксусной кислотой с добавлением серной кислоты, отделении и сушки осадка, экстракции его хлороформом с получением «сырой» Гк. Далее происходит обработка осадка спиртом, удаление смеси растворителей, промывка водой остатка с получением ацетил-глициррената, из которого с помощью химических превращений получают конечный продукт [18].

Предложена схема обработки сырья водой или органическим растворителем, обработки экстракта сополимерами стирола и дивинилбензола, содержащими амино-или амидные группы, десорбирование конечного продукта аммиачным или щелочным водным раствором [17].

Пристальное внимание исследователей в последнее время уделяется изучению флаваноидов – большой группы полифенольных соединений, присутствующих практически во всех высших растениях. Результаты многочисленных исследований демонстрируют, что эти вещества обладают широким диапазоном активностей, проявляя противовоспалительные, иммунотропные, антиконцерогенные и другие эффекты [19]. Установлено, что среди флавоноидов корней солодки основным является флаванон-халконовый комплекс гликозидов и агликонов [20]. При получении флавоноидного дигликозида и халконового гликозида корни солодки подвергались первичной обработке 95% этанолом. Остаток смешивали с этилацетатом, фильтровали и удаляли растворитель, затем смешивали с петро-

лейным эфиром и кристаллизовали, перекристаллизацию проводили из смеси этанол-этилацетат-вода с получением конечного продукта.

При первичной обработке корней солодки изобутанолом, остаток обрабатывали смесью серного и петролинейного эфиров, сушили под вакуумом над фосфора-пентаоксидом. Затем продукт очищали, растворяя при нагревании в этаноле, охлаждали, фильтровали, смешивали с петролейным эфиром, отстаивали в течение 1 сут. Полученный продукт растворяли в абсолютном этаноле, смешивали с изобутанолом при нагревании, концентрировали под вакуумом и кристаллизовали при охлаждении с выделением конечного продукта [21].

Предложены способы последовательного разделения и выделения из экстрактов глицирризина и флавоноидов с помощью различных растворителей, химических реагентов и сорбентов [22].

Определенный интерес из других БАВ солодки представляют высокомолекулярные углеводородные соединения – пектины и полисахариды, выделяемые из корней и травы. В последнее время учеными проведено ряд интересных исследований по выделению, очистке, расшифровке химического состава и определения фармакологической активности обнаруженных в корнях солодки.

Предложен метод обработки корня солодки горячей водой, где извлечение сгущают, затем с помощью диализа получают сумму полисахаридов.

В другом случае полученный из корня солодки подщелоченный водный экстракт после отделения глицирризина фракционируют методом ультрафильтрации на различных мембранах с получением фракций высокомолекулярных соединений, в т.ч. полисахаридов [23]. Также предложен способ выделения полисахаридов первичной обработкой спиртом и бензолом измельченного сырья. Последовательно трехкратной экстракцией при перемешивании выделяли водорастворимые полисахариды, пектиновые вещества и щелочерастворимые полисахариды. Выделенные полисахариды обрабатывали в мягких условиях хлоритом натрия для удаления легнинных веществ [24].

Анализируя технологии переработки солодки и получения продуктов из нее, следует отметить интерес к этому растительному материалу как источнику сырья для получения целого ряда БАС и других полезных соединений и средств.

Литература

1. Михайлова Л.Р. Выделение и синтетические трансформации некоторых тритерпеноидов солодки уральской. Автореф.дис. …к.хим.н.-Уфа.,2009.-3с.

2. Толстиков Г.А., Балтина Л.А., Шульц Э.Э., Покровский А.Г. Глицирриciновая кислота (обзор)// Биоорганическая химия – 1997. – Т. 23, №9. – с.691-709.

3. Толстиков Г.А., Балтина Л.А., Сердюк Н.Г. Глицирризиновая кислота (обзор)// Хим.-фармац.журн. – 1998.- Т.32, №8. – с.5-14.

4. Аммосов А.С., Литвиненко В.И. Фенольные соединения родов Glycyrrhiza L. и Meristotropis Fisch. Et Mey// Растит.ресурсы. – 1995. – Т.31 – Вып. 3 – с.116-145.

5. Денисова С.Б. Жидкостно-твердофазная экстракция основных классов биологически активных веществ корня солодки// Автореф.дис. …к.хим.н. – Уфа. – 2000. с.166.

6. Pat. 81128795 Jpn (1981)// Chem. Abs. 1982.V.96.82956k.

7. А.с. 827065СССР (1981)/ Э.Ф. Степанова// Б.И. 1981. №17 (РЖХим. 1981. 230163П).

8. Pat. 63267795 Jpn (1988)/ M. Uchida, M. Wada. H.Nakomura, Sh. Ishihara// Chem. Abs. 1989.V.110. 133965

9. А.с. 1127593 СССР/ В.А. Маняк, И.А. Муравьев// Открытия, изобретения, 1984. Т. 45. – с.15.

10. Bombadelli E., Bonali A.// Fitoterapia. 1966. V. 37 (3). P.71-74.

11. Pat. 57144297 Jpn. (1982)// Chem. Abs. 1983. V.98. 89815p.

12. Пат. 2101026 РФ (1998)/ М.В. Дмитриенко// Б.И. 1998. № 1 (РЖХим. 1998. 190175П).

13. Pat. 02225491 Jpn (1990)/ Y. Fujinota, H. Yamamoto, H. Tekemoto, K.Takohashi, S. Iwata/ Chem.Abs. 1991.V. 114.171299f.

14. Noir H.G., El-Tail N.H. Shabano M.// Egypt. J.Pharm. Sci. 1976. (Pub. 1978). V. 17 (3). P. 283-289.

15. Пат. 2082716 РФ (1997)/ Л.А. Балтина, Н.Г. Сердюк, Л.В. Краснова, Г.А. Толстиков// Б.И. 1997. №18.

16. Денисова С.Б., Муринов Ю.И. // Лесохимия и органический синтез. Сывтывкар, 1998. С.39.

17. Аммосов А.С., Литвиненко В.И. // Фармакон, 2004, №1, с.3.

18. Аммосов А.С., Литвиненко В.И., Попова Т.П. Использование солодки в мировой практике: обзор патентованных источников// Хим-фармац.пр-во: Обзорная информ. – М.: НИИЭПП, 1998. – вып.1 – 83с.

19. Альбегова Д.З. Исследования на доклиническом уровне иммуносупрессивных эффектов флавоноидов корня солодки: Автореф.дис. …к.хим.н., М., 2011.

20. Berger H. Holler H.Zur Kenntnis der Flavonoides. Die spasmolytischen Wirstoffe von Glycyrrhiza glabra L.// Sci.Pharm. – 1957. – No.1 – s.25.

21. Литвиненко В.И., Оболенцова Г.В. Химическое и фармакологическое исследование флавоноидов солодки голой (G. glabra) и солодки уральской (G. uralensis Fisch.et. Mey)// мед.пром-сть СССР.- 1964. – Т.18, №10. – с.20-23.

22. Аммосов А.С. Химическое исследование и комплексная переработка солодки: Автореф.дис. … к.фарм.н. – М., 1999. – 24с.

23. Сампиев А.М. Экспериментально-теоретическое обоснование технологии препаратов с сапонино-флавоноидными композициями при комплексной переработке растительного сырья: Автореф.дис. …д.фарм.н. – Пятигорск, 1998. – 47с.

24. Сеймуратова Е.С., Ахмедова А.С., Каниязов С.К. Изучение полисахаридов лакричного корня.// Хим и тех-я раст. вещ-в.- Сывтывкар, 2006.- 176с.

УДК 619:576.807.7.636.22

ИЗУЧЕНИЕ ПОЛИПЕПТИДНОГО СОСТАВА БЕЛКОВ КЛЕТОЧНОЙ МЕМБРАНЫ БРУЦЕЛЛ
POLYPEPTIDES STUDY OF BRUCELLA CELL MEMBRANE PROTEIN

Иванов А.В., Плотникова Э.М., Панкова Е.В.,
ФГБУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности» («ФЦТРБ - ВНИВИ»), г. Казань

Аннотация. Белковый спектр экзопродуктов бруцелл имеет уникальный характер для каждого вида бруцелл. Молекулы белков представляют собой наночастицы размерами от 20 до 80 нм.

Электрофоретические характеристики экзобелков бруцелл используются при штаммовой дифференциации этих бактерий.

Инфекционная активность бруцелл различна и в большей степени зависит от вида животных, от которых они выделены.

Abstract. Proteins of brucella exoproducts have unigue features for each brucella species. Protein molecules are nanoparticles siring from 20 to 80 nm.

Electrophoeretic studies of brucella exoproteins are used for brucella species strain discrimination.

Brucella virulence is different and largerly depends on animal species, that they were isolated from.

Ключевые слова: бруцеллёз, штамм, электрофореграмма, липополисахарид.

Keywords: brucellosis, strain, electrophoregram, lypopolysaccharides.

Введение. Довольно подробно изучен белковый состав наружной мембраны бруцелл в серии работ американских исследователей (Verstreate D.R. e.a., 1984; Winter A.J. e.a., 1987). Здесь же отметим только особенности сравнительного характера. Так Douglas J. e.a. (1984) полагают, что порины (белки 2-й группы) обладают полной идентичностью для всех видов рода Brucella (Баева А.А., Таран И.Ф., 1975).

Алимов А.М. с соавт. (1997) с применением иммуноблотинга изучали антигенные свойства полипептидных фракций, полученных разделением лизатов и экстрактов клеток бруцелл диск-электрофорезом в ПААГ-SDS. Авторы показали, что у R-штаммов B.abortus обнаруживается 15 антигенно активных фракций, а у S-штаммов - 8 при использовании S-сыворотки, а с R-сывороткой 7-9 и до 11 фракций, соответственно.

В процессе эволюционного развития патогенные микроорганизмы выработали устойчивость к неблагоприятным воздействиям внешней среды, приобретая при этом не типичные для вида свойства (Тимаков В.Д., 1960).

В неблагополучных по бруцеллёзу очагах различных регионов страны (Крайний Север, Казахстан, Калининградская область и Польша), нами были изолированы 10 изолятов, которые имели ряд фенотипических отличий от типичных штаммов бруцелл.

Результаты исследований сотрудников ФГБУ «ФЦТРБ-ВНИВИ», выполненные на сальмонеллах, микобактериях и других видах бактерий показали, что для их идентификации и дифференциации наиболее интересным объектом, позво-

ляющим проводить идентификацию на уровне штамма, являются внеклеточные белки (экзопродукты) (Фаизов Т.Х., 1989).

В этой связи было весьма интересным установить уровень сходства различий этих характеристик у бруцелл.

Материалы и методы. Для изучения полипептидного состава бруцелл и их антигенных структур использовали метод диск-электрофореза в ПААГ в присутствии, додецилсульфата натрия (SDS). Электрофоретическую разгонку полипептидов проводили в 10%, 12,5% ПААГ и с некоторыми изменениями - в градиентах концентрации ПААГ: 12,5-15%; 12,5-20%; 15-25% ПААГ. Градиенты концентрации ПААГ создавали при помощи стеклянного смесителя фирмы "LKB" в камерах электрофоретического аппарата фирмы "Хийу-Калур" (Эстония).

Буфером разделяющего геля служил 0,375 М Трис-HCl буфер, pH 8,8 с добавлением 0,1% SDS. Для концентрирующего геля использовали 0,002 - 0,125 М Трис-HCl буфер, pH 6,8 с 0,1 % SDS. Для полимеризации акриламида в оба геля вносили по 0,0252 персульфата аммония и TEMED. Электродный буферный раствор содержал 0,025 М Трис, 0,192 М глицина и 0,1% SDS.

Пробы растворяли в лизирующем растворе, приготовленном на 0,062-0,125 М Трис-HCl буфере, pH 6,8, который содержал 2,5-5% SDS (в зависимости от материала), 5% бета-меркаптоэтанол. Бактериальные клетки и антигенные препараты в лизирующем растворе прогревали на кипящей водяной бане в течение 2-х минут. Пробы центрифугировали при 3000 g 15 мин, отбирали супернатант, приливали глицерин с бромфеноловым синим до конечной концентрации 10% и 0,001% соответственно. Пробы в лунки концентрирующего геля наносили в количестве 50 - 100 мкг по белку. Объем проб, составляли от 5 мкл до 20 мкл в зависимости от концентрации исследуемого материала. Режим электрофореза до вхождения красителя в разделяющий гель составлял 40 мА на 2 пластины геля. Дальнейший электрофорез проводили при силе тока 80 мА на две пластины геля в течение 2,5 - 3-х часов. Пластины геля по окончании электрофореза фиксировали в растворе, содержащем 40% изопропилового спирта и 10% уксусной кислоты, в течение 1 часа или оставляли на ночь. Гели окрашивали в 0,1% растворе кумассибрилиантовым голубым R-250 ("Реанал" Венгрия) в фиксирующем растворе. Избыток красителя отмывали 5-7% раствором уксусной кислоты. Окраску фракционированных в ПААГ полипептидов серебром проводили с использованием раствора формальдегида. Окраску липополисахаридных структур фракционированных в ПААГ проводили с использованием окисляющего раствора, содержащего йодную кислоту.

Диск-злектрофорез белков сывороток крови и иммуноглобулиновых препаратов проводили в градиенте концентрации ПААГ от 52 до 102 без SDS. Перед электрофорезом пробы разводили в 0,062-0,125 М Трис-HCl буфере, pH 6,8 с добавлением глицерина и бромфенолового синего. Иммуноглобулиновые препараты разводили тем же буферным раствором. Нанесение проб на гель, режим электрофореза, окраску полипептидов красителем и серебром проводили, как описано выше.

Определение молекулярных масс фракционированных полипептидов в денатурирующих условиях ПААГ проводили согласно методу Вебера К. и Осборна М. описанному в методическом руководстве (Вуд В., 1984). Калибро-вочный график зависимости относительной подвижности полипептидов от логарифма молекулярной массы строили по белкам-маркерам: фосфолипаза - 94 кД; оватрансферрин

- 78-80 кД; бычий сывороточный альбумин - 66-67 кД; овальбумин - 43-45 кД; карбоангидраза - 30 кД; миоглобин - 17,2 кД; цитохром С - 12,3 кД.

Полученные результаты обрабатывали математически, с использованием програмно-аппаратного комплекса на базе компьютера IBC PC, слайд-сканера Sharp JX-330 и программы ImageMaster 1D Prime v.3.00 (Amersham Pharmacia biotech, © 1996-1998).

Результаты исследований. Результаты проведенных исследований по изучению полипептидного спектра клеточных лизатов бруцелл разных видов (B.abortus, B.rangiferi, B.canis, B.melitensis, B.suis) электрофорезом в ПААГ показали, что в значительных качественных отличий не отмечается. Полученные протеинограммы музейных референтных и некоторых эпизоотических штаммов бруцелл представлены на рисунке.

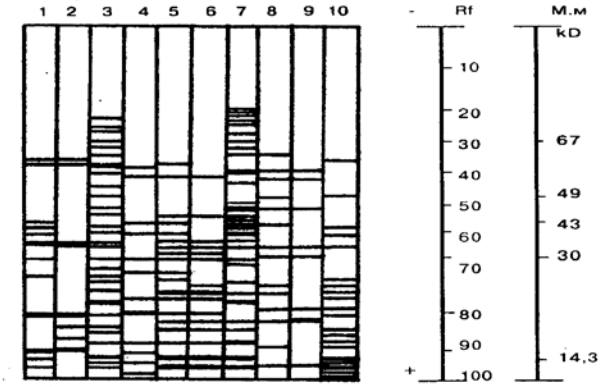


Рис. Схемы электрофореграмм (15% ПААГ) внеклеточных белков бруцелл: 1 - B.abortus 82; 2 - B.abortus 54; 3 - B.melitensis 2506; 4 - B.suis 1299; 5 - B.suis 7220; 6 - B.rangiferi 0-172; 7 - B.suis 117; 8 - B.suis 1005; 9 - B.ovis 02; 10 - B.canis C-227.

Из рисунка видно, что основное количество полипептидов лизата клеток бруцелл распределялось в пределах молекулярных масс от 12,3 до 80 кД, где выявлялось до 34 фракций при градиенте концентрации ПААГ 12,5 - 20% и до 52 фракций при концентрации ПААГ от 15% до 25%. Различия отмечены в наличии у вида B.abortus минорной высокомолекулярной фракции (в районе 20 - 30 кД) по отношению к другим видам бруцелл как в условиях фракционирования в высокоразрешающей системе ПААГ, так и в системе более благоприятного разделения полипептидов с высокой молекулярной массой клеток бруцелл. Полипептид с молекулярной массой 37 - 40 кД, выявляемый у вакцинных штаммов B.abortus и B.melitensis, отсутствовал на электрофореграммах других видов бруцелл, а полипептид, обнаруживаемый у B.rangiferi, B.suis и B.melitensis, отсутствовал у B.abortus и B.canis.

Общее количество фракций в белковых спектрах варьировало от 8 у B. ovis 02 до 31 у B.suis 117. На электрофореграммах большее количество белковых фракций бруцелл распределялось в катодной части геля, в зоне относительной подвижности 40-100, что соответствует области белков с М.м. 50 - 14 кД.

Полипептидный состав экзопродуктов бруцелл характеризовался большим количеством крупных фракций и широкой зоной распределения их на электрофореграммах (рис.). В общей сумме все крупные фракции бруцелл образовывали 3 группы полипептидных полос в зоне относительной подвижности

(Rf) 59-66, 75-85 и 91-96. Кроме того, два штамма (B.melitensis 2506 и B.suis 117) имели по одной дополнительной полосе с Rf 40 - 43.

Каждый вид бруцелл обладал определенным набором характерных фракций. Так, у штаммов вида B.abortus установлены три идентичные полипептидные фракции с Rf 65, 84, 93, а у штамма B.abortus 54 - дополнительная, свойственная только ему фракция с Rf 86 - 87.

У штамма B.melitensis 2506 выявлена одна крупная фракция с небольшой молекулярной массой с Rf 79.

Штаммы вида B.suis имели на электрофореграммах по четыре крупных белковых фракций. Расположение основных фракций B. suis 1005 и 1299 являлось идентичным (Rf 65, 75, 93, 96), однако у штамма B.suis 117, белковый спектр отличался наличием насыщенных индивидуальных фракций с Rf 40-43 и 59-62. У всех штаммов вида B.suis и B.rangiferi установлено по две низкомолекулярные пептидные фракции с Rf 93 и 96.

Для штамма B.rangiferi 227 (выделенного от собаки на Крайнем Севере) было характерным присутствие ряда дискретных полос в спектре, соответствующих низкомолекулярным полипептидам с М.м. < 30 кД. Этот признак отличал данный штамм от всех остальных изученных культур.

Таким образом, установлено, что белковый спектр экзопродуктов бруцелл имел уникальный характер. Вместе с тем можно выделить и общие для видов признаки по наличию крупных фракций. На наш взгляд, сравнительное изучение электрофоретических характеристик экзобелков бруцелл может быть использовано при штаммовой дифференциации этих бактерий.

В случае грамотрицательных бактерий белки наружной мембраны часто являются единственной системой, электрофоретические показатели которой позволяют проводить дифференциацию культур, когда все остальные белковые спектры имеют идентичные характеристики.

Литература

1. Алимов, А.М. Изучение электрофоретических профилей и антигенности полипептидов бруцелл/ А.М. Алимов, В.П. Коксин, С.И. Филиппова, О.М. Романенко// Второй съезд биохим. общ-ва (19-23 мая 1997 г. Москва). Тез. стендов сообщ. - Пущино. - 1997. - Ч.11. - С.300-301.

2. Баева, А.А. Иммуногенные свойства клеточных компонентов бруцелл/ А.А. Баева, И.Ф. Таран// ЖМЭИ. - 1975. - Т.8. - С.71-76.

3. Тимаков, В.Д. Бруцеллез как социально-гигиеническая инфекция/ В.Д. Тимаков// ЖМЭИ. - М. - 1960. - № 10. - С.3.

4. Фаизов, Т.Х. Физико-химическая характеристика дезоксисирибонуклеиновых кислот и белков возбудителей бруцеллеза/ Т.Х. Фаизов, В.П. Коксин, Р.Г. Габидуллина и др.// Актуальные вопросы профилактики бруцеллеза и организации медицинской помощи больным. - Новосибирск, 24-25 октября. - М. - 1989. - С.73-74.

5. Douglas, J.I. Porins of Brucella species/ J.I. Douglas e.a. // Infect. Immun. - 1984. - №44. - P.16-21.

6. Verstreate, D.R. Comparison of sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis profilies and antigenic relatedness among outer membrane proteins of 49 Brucella abortus strains/ D.R. Verstreate, A.J. Winter// Infect. and Immun. - 1984. - V.46. - P.182-187.

7. Winter A.J. Outer membrane proteins of Brucella // Ann. Inst. Paster. - 1987. - V.138. - P.87-90.

ИННОВАЦИОННАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РОДОВОГО АКТА У ЖЕНЩИН

Хасанов А.А., Орлов Ю.В.,
ГБОУ ВПО «Казанский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения РФ»

Аннотация. Разработка алгоритма ведения беременности и родов с построением имитационной модели для снижения материнской и перинатальной заболеваемости и смертности.

Abstract. The invention of algorithm of conducting pregnancy and labor with construction of imitating computer model for decrease of a maternal and perinatal case rate and a mortality.

Ключевые слова:материнская и перинатальная заболеваемость и смертность, прогнозирование беременности и родов, компьютерное моделирование.

Актуальность.Одной из основных задач акушерства, характеризующих развитие современного общества, является снижение перинатальной заболеваемости и смертности. По данным ВОЗ («Репродуктивное здоровье и беременность», Копенгаген, 2011), для современного состояния здоровья в Европейском регионе характерен резкий контраст между странами с развитой экономикой на западе и переходной на востоке. Эта разница особенно выражена в области репродуктивного здоровья. Например, уровень перинатальной смертности в Европе варьирует от 3,4 до 7‰, в странах СНГ от 6 до 21‰, в России – 18-21‰ (РадзинскийВ.Е., 2011;Noronha L., 2010, Stephansson O., 2008). В структуре младенческой смертности одно из первых мест занимают осложнения перинатального периода, которые встречаются в 60% случаев, и чаще всего – родовая травма (РатнерА.Ю.,1998; ПрусаковВ.Ф., 2009;Leitch C., 2008). Родовая травма – механическое воздействие родовых сил на плод, приводящее к нарушению целостности тканей и органов ребёнка во время родов (АйламазянЭ.К., СавельеваГ.М., РадзинскийВ.Е. Национальное руководство. Акушерство.– М., 2011). В процессе родов движение плода осуществляется по костному родовому каналу матери и сопровождается конфигурацией головки – изменение мозгового черепа вследствиезахождение костей черепа друг за друга (СавельеваГ.М., 2010, Natale R., 2008). При чрезмерно выраженной конфигурации головки плода возможны нарушения мозгового кровообращения как геморрагического, так и ишемического характера, которые могут привести не только к смерти, но и к тяжелым неврологическим осложнениям, приводящим к инвалидности ребёнка (ПрусаковВ.Ф., 2009;Luthy D., 2007).

Уровень перинатальной заболеваемости и смертности повышен у определённой группы беременных и рожениц, объединённых в группу «высокого риска» перинатальной патологии. Эта группа женщин составляет не более 30% от всех беременных, но она определяет около 2/3 всех перинатальных потерь. Поэтому беременные и роженицы группы высокого риска перинатальной патологии требуют наибольшего внимания акушера.

В настоящее время основная задача перинатологии заключается в определении как самих факторов высокого риска, так и в организации и проведении интенсивного наблюдения за здоровьем этих женщин и состоянием плода, а также в проведении необходимых лечебных и профилактических мероприятий, направленных на снижение перинатальной заболеваемости и смертности.

В разных странах мира были предложены различные классификации факторов риска, при этом число самих факторов колебалось в широких пределах: от 40 до 100 и более. Однако важно не только выделить сами факторы риска, но и оценить каждый из них в отношении влияния на уровень перинатальной смертности. В связи с этим была предложена балльная оценка факторов риска, что делает возможным проведение сравнительной оценки одного фактора с другим.

Прогнозирование родовых травм плода затруднено и обычно проводится по балльной шкале путем подсчета факторов риска (КнязевС., 2009; Bohra U., 2008;Nicolson J., 2007) и сопровождается большим процентом (до 40) ошибок (Caliskan E., 2007). Из-за трудности прогнозирования исхода родов для матери и плода акушеры проводят, часто необоснованно (в 25% случаев) (Арбуханов М., 2009; Игнатко И., 2008), без чётких доказательных показаний операцию кесарева сечения, заменяя естественный процесс рождения ребёнка (ЧернухаЕ., 2007; Luthy D., 2008), и, напротив, необоснованно, при высоком риске материнской или неонатальной патологии, ведут роды по естественному родовому пути, что может привести к родовому травматизму матери (вплоть до разрыва матки) (КраснопольскийВ., 2000; Chanrachancul B., 2011) или к родовой травме ребёнка (КурцерМ., 2011; Surbek D.,2007).

Беременных относят к группе высокого риска перинатальной патологии на основании оценки ряда показателей: социально-биологических, особенностей акушерско-гинекологического анамнеза, наличия различной экстрагенитальной-патологии, осложнений беременности и родов, состояния плода и пр. Часто имеет место сочетание ряда факторов риска, что значительно повышает показатели перинатальной заболеваемости и смертности.

Среди социально-биологических факторов риска перинатальной патологии большое значение имеет возраст матери. Наиболее благоприятным для первых родов является возраст 20 – 24 года, а для повторных – 25 – 29 лет. Именно у этой категории женщин наблюдаются наиболее низкие показатели перинатальной заболеваемости и смертности. У более молодых женщин (до 20 лет) и у более старших (свыше 30 лет) эти показатели значительно выше.

Особенно пристальное внимание должно быть обращено на пожилых первородящих женщин, которые составляют 1% и более от всех беременных. У пожилых первородящих наблюдается старение половых клеток, вследствие чего повышается частота врождённых аномалий плода. Особенно высок риск возникновения аномалий развития плода в семьях пожилых родителей.

У пожилых первородящих женщин чаще, чем у молодых, наблюдаются различные осложнения беременности и родов: невынашивание беременности, поздние токсикозы, раннее излитие околоплодных вод, слабость родовых сил, инфекция в родах, внутриутробная гипоксия плода. В соответствии с осложнённым течением беременности и родов возрастает и частота оперативных вмешательств. Всё это определяет и более высокую перинатальную смертность.

Вышеизложенное определяет как необходимость оптимизации уже существующих методов перинатальной диагностики и выделения "групп риска" по осложнённой беременности, так и разработки современных методов прогнозирования исхода родов. К таким методам относится компьютерное моделирование течения и ведения беременности и родов.

В проекте впервые предлагается совместить методы и технологии прогнозирования беременности и исхода родов, основанные на методах учёта индивидуальных особенностей матери и плода с использованием имитационного компьютерного моделирования, позволяющего визуально оценить возможное состояние

плода в процессе будущего родового акта. Существующие методы математического прогнозирования возможных патологических состояний во время беременности и родов без возможности визуализации не отвечают современным требованиям рынка. В связи с этим новизна предлагаемого изобретения и компьютерной программы очевидна.

В рамках реализации проекта по разработке алгоритма ведения беременности и родов с построением компьютерной имитационной модели для повышения индекса здоровья населения можно определить цель и ряд задач.

Цель:

Снижение перинатальной заболеваемости и смертности.

Задачи:

1. Исследование индивидуальных особенностей плода и новорождённого в разные периоды беременности и родов.
2. Анализ полученных данных для разработки методических рекомендаций по построению алгоритма ведения беременности и родов с построением имитационной модели родового акта.
3. Разработка методических рекомендаций учёта индивидуальных особенностей плода и новорождённого для построения алгоритма ведения беременности и родов.
4. Создание опытного образца имитационной модели родового акта.
5. Разработка и клинические испытания опытного образца имитационной модели родового акта.
6. Апробация применения алгоритма прогнозирования течения и ведения нормальной беременности и физиологических родов с учётом индивидуальных особенностей матери и плода.
7. Создание промышленного образца имитационной модели родового акта.
8. Коммерческая реализация системы прогнозирования течения и ведения нормальной беременности и физиологических родов с учётом индивидуальных особенностей матери и плода с построением имитационной модели.

В процессе родов движение плода осуществляется по родовому каналу матери и сопровождается изменением конфигурации (формы мозгового черепа) головки плода, что может привести к нарушению мозгового кровообращения, вызвать тяжёлые неврологические отклонения и в итоге привести к инвалидизации ребёнка. Имитационная модель родового акта с учётом особенностей матери и плода с визуализацией продвижения плода по родовому каналу и изменений конфигураций головки позволит более точно прогнозировать течение родов и предотвращать родовые травмы матери и её ребёнка.

Внедрение результатов предлагаемого проекта позволит отказаться от необоснованной операции кесарева сечения, снизить затраты на ведение послеоперационного периода матери, лечение и реабилитацию новорождённых, будет способствовать улучшению здоровья и увеличению продолжительности жизни населения.

Не вызывает сомнения, что сохранение жизни и здоровья каждого новорождённого является одной из главных задач национального проекта «Здоровье».

В качестве примера экономической целесообразности и актуальности работы соответствующей тематики можно привести данные Акушерско-гинекологической ассоциации США, представленные в 2004 году, где был проанализирован опыт отказа от необоснованного проведения операции кесарева сечения, в том числе в пользу применения выходных акушерских щипцов в

критических акушерских состояниях. В результате уменьшения количества кесарева сечения на 0,01% к общему числу операции кесарева сечения было сэкономлено по всей стране более 8 миллиардов долларов. С этих пор в программе развития здравоохранения США приоритетным направлением является строгое следование медицинским показаниям к операции кесарева сечения и развитие новейших технологий, позволяющих снизить процент необоснованных случаев применения данной акушерской тактики оперативного родоразрешения.

Созданная программа прогнозирования беременности и родов с учетом индивидуальных особенностей матери и плода с реализацией в имитационной модели родов, как товар, найдет широкий спрос на рынке как отечественного, так и мирового акушерского сообщества.

Литература

1. АскароваЗ.И., Суздальцев В.А., СабировИ.Х., ХасановА.А. Прогнозирование группы риска беременных женщин по развитию аномалий сократительной деятельности матки // Информационные технологии в науке, образовании и производстве: Материалы Всероссийской научной конференции, 30-31 мая 2007 года. – Казань: Изд-во КГТУ им. Туполева, 2007. – С. 9 – 12.

2. ЗарайскийС.А., Хасанов А.А. Применение методов имитационного моделирования при прогнозировании патологических состояний пациентов: Тезисы доклада на 5-й ежегодной Международной научно-практической конференции ИКТ ГИО-2007, Казань, сентябрь 2007.– Казань: КГТУ им. Туполева, 2007. – С. 32 – 35.

3. Сересов Д.И., Суздальцев В.А., Хасанов А.А. Использование имитационного моделирования и трёхмерной визуализации в прогнозировании родовых травм в обучении на лекционных и практических занятиях на кафедре акушерства и гинекологии № 1 КГМУ // Наука и профессиональное образование: материалы региональной научно-практической конференции. Нижнекамск, 27 апреля 2007 года. – Казань: Изд-во КГТУ им. Туполева, 2007. – С. 13 – 16.

4. Сересов Д.И., Суздальцев В.А., Сабиров И.Х., Хасанов А.А. Использование имитационного моделирования и построение трёхмерных моделей в прогнозировании родовых травм // Информационные технологии в науке, образовании и производстве: Материалы Всероссийской научной конференции, 30-31 мая 2007 года. – Казань: Изд-во КГТУ им. Туполева, 2007. – С. 21 – 25.

5. Сересов Д.И., Хасанов А.А. Обработка изображений УЗИ в системах медицинской диагностики // Тезисы доклада на 5-й ежегодной Международной научно-практической конференции ИКТ ГИО-2007, Казань, сентябрь 2007. – Казань: КГТУ им. Туполева, 2007. – С. 46 – 49.

6. Тахавова Э.Г., Хасанов А.А. Информационная система женской консультации // Тезисы доклада на 5-й ежегодной Международной научно-практической конференции ИКТ ГИО-2007, Казань, сентябрь 2007.– Казань: КГТУ им. Туполева, 2007. – С. 65 – 69.

МИКРОФЛЮИДНЫЕ ЧИПЫ С ИНТЕГРИРОВАННЫМИ МИКРО - И НАНОРАЗМЕРНЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

[1,3,*]Кухтевич И.В., [2,3]Букатин А.С., [1,2]Мухин И.С., [4]Чубинский-Надеждин В.И., [1,2,3]Евстрапов А.А.,

[1] Национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, г. Санкт-Петербург;

[2] Санкт-Петербургский Академический университет - научно-образовательный центр нанотехнологий РАН, г. Санкт-Петербург;

[3] Институт аналитического приборостроения РАН, г. Санкт-Петербург

[4] Институт цитологии РАН, г. Санкт-Петербург

Аннотация. Проведено моделирование топологий микрофлюидных чипов для фиксации микрочастиц из потока методом гидродинамической ловушки. Изготовлены прототипы стеклянных микрофлюидных чипов (с сетью параллельных наноканалов, с П-образной ловушкой). Изучено распространение раствора флуоресцина через микро- и наноструктуры микрофлюидных чипов. Проведены исследования на тестовых объектах (полимерных частицах) и бактериях (E.Coli), подтверждающие возможность фиксации микрочастиц в микрофлюидных чипах методом гидродинамической ловушки.

Abstract. We have held a simulation of topologies of microfluidic chips for fixation of microparticles from a flow by method of hydrodynamic traps. Prototypes of microfluidic chips (with a network of parallel nanochannels, with a U-shaped trap) from glass were made. Distribution of a fluorescein solution through micro- and nanostructures of microfluidic chips was studied. The researches on test objects (polymer particles) and bacteria (E.Coli) have confirmed the possibility of fixation of microparticles on microfluidic chips by method of hydrodynamic traps.

Ключевые слова: Микрофлюидный чип, микро- и наноразмерные структуры, сфокусированный ионный пучок, конфокальная лазерная сканирующая микроскопия, бактерии E.Coli

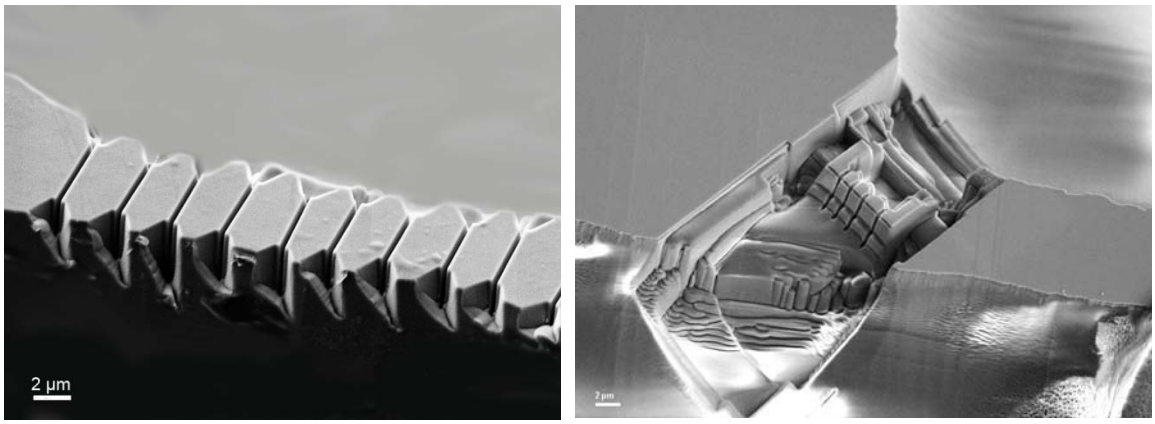
Key words: Microfluidic chip, micro- and nanoscale structures, focused ion beam, confocal laser scanning microscopy, bacteria E.Coli

Микрофлюидные устройства и системы на их основе находят широкое применение при подготовке и анализе жидких проб в биологии, фармакологии и медицине [1]. Интеграция в микрофлюидное устройство специальных функциональных элементов позволяет создавать новые аналитические приборы с уникальными техническими и эксплуатационными характеристиками для исследования биологических проб [2]. Использование микро- и наноразмерных элементов [3, 4] в микрофлюидных устройствах дает возможность реализовать новые методы (принципы) анализа, осуществлять исследование отдельных биологических объектов (например, клеток, бактерий), в том числе и выделяя интересующий объект из пробы путем удерживания в специальной ловушке для последующего изучения методами микроскопия высокого разрешения [5, 6].

При разработке и создании микрофлюидных устройств с микро- и наноразмерными функциональными элементами необходимо решить ряд принципиальных задач. Во-первых, требуется изучить влияние растворов и реагентов, исполь-

зующихся при исследовании пробы, на материалы микро- и наноразмерных функциональных структур. Выбрать способы модификации поверхности этих материалов для придания нужных свойств (например: гидрофильность или гидрофобность). Также важной задачей является исследование процессов взаимодействия биологического объекта с микро- и наноструктурами. Осуществить моделирование процессов массопереноса в микрофлюидном устройстве для определения топологии с оптимальным гидравлическим сопротивлением. Поскольку речь идет о изучении биологических объектов, которые являются легко деформируемыми, в нативном состоянии, то для регистрации следует использовать неразрушающие методы исследований. К этим методам следует отнести методы микроскопии высокого разрешения, такие как: конфокальная лазерная сканирующая микроскопия, микроскопия ближнего поля, атомно-силовая микроскопия. Использование данных методов в сочетании с микрофлюидными устройствами дает возможность получать новые, ранее не доступные, данные об изучаемых биологических объектах и их свойствах, что необходимо для решения широкого круга фундаментальных и прикладных задач.

Таким образом, целью работы является разработка, создание и исследование микрофлюидных устройств с интегрированными микро- и наноразмерными функциональными элементами для исследования биологических объектов методами микроскопии высокого разрешения.



а) б)

Рисунок 1. Электронно-микроскопические изображения гидродинамических ловушек: а - сеть параллельных наноканалов; б – П-образная ловушка.

В рамках работы проведено моделирование топологий микрофлюидных чипов для фиксации микрочастиц. Изготовлены прототипы стеклянных микрофлюидных чипов для фиксации частиц из потока методом гидродинамической ловушки, в том числе: чипы с сетью параллельных наноканалов и чипы с П-образной ловушкой (рисунок 1). Заготовки микрофлюидных чипов с микроканалами и резервуарами изготавливались методом фотолитографии и последующего кислотного травления, а микро- и наноразмерными функциональные структуры в чипах формировались методом сфокусированного ионного пучка на электронно-ионном микроскопе Cross-Beam Neon 40 (Carl Zeiss, Германия) [7, 8]. При помощи конфокального лазерного сканирующего микроскопа Leica TCS SL (Leica, Германия) экспериментально изучено распространение раствора флуоресцина через микро- и наноструктуры микрофлюидных чипов. Полученные экспериментальные данные подтвердили результаты проведенного ранее моделирования и показали, что гидравлическое сопротивление П-образной ловушки меньше, чем сети параллельных наноканалов. Проведены исследования на тестовых объектах (полимерных частицах, диаметром 3 мкм и 6 мкм)

[9, 10, 11] и бактериях (E.Coli), подтверждающие возможность фиксации микрочастиц в микрофлюидных чипах методом гидродинамической ловушки.

В заключении, необходимо подчеркнуть, что полученные экспериментальные данные и результаты моделирования могут использоваться для создания современных диагностических и исследовательских систем в биологии, фармакологии и медицине.

Работа проведена при поддержке: ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009- 2013 годы; Программы У.М.Н.И.К.; Гранта Правительства Санкт-Петербурга для студентов, аспирантов ВУЗов, отраслевых и академических институтов, расположенных на территории Санкт-Петербурга.

Литература

1. Catherine Rivet, Hyewon Lee, Alison Hirsch, Sharon Hamilton, Hang Lu. Microfluidics for medical diagnostics and biosensors // Chemical Engineering Science. - 2011. – V. 66. - P. 1490–1507

2. Seokheun Choi, Michael Goryll, Lai Yi Mandy Sin, Pak Kin Wong, Junseok Chae Microfluidic-based biosensors toward point-of-care detection of nucleic acids and proteins // Microfluidics and Nanofluidics. - 2011. – V. 10. - № 2. - P. 231-247.

3. Noritada Kaji, Yukihiro Okamoto, Manabu Tokeshi, Yoshinobu Baba Nanopillar, nanoball, and nanofibers for highly efficient analysis of biomolecules // Chemical Society Reviews. - 2010. –V. 39. – P. 948-956.

4. Su-Juan Li, Jing Li, Kang Wang, Chen Wang, Jing-Juan Xu, Hong-Yuan Chen, Xing-Hua Xia, Qun Huo A Nanochannel Array-Based Electrochemical Device for Quantitative Label-free DNA Analysis//ACS Nano. - 2010. – V. 4. - № 11. – P. 6417–6424.

5. Dino Di Carlo, Liz Y. Wu and Luke P. Lee. Dynamic single cell culture array // Lab Chip. – 2006. – V. 6. – P. 1445-1449.

6. Skelley AM, Kirak O, Suh H, Jaenisch R, Voldman J. Microfluidic control of cell pairing and fusion // Nat Methods. – 2009. – V. 6. – P. 147-152.

7. А.А. Евстрапов, И. С. Мухин, И. В. Кухтевич, А.С. Букатин. Применение ионной литографии для формирования наноразмерных каналов микрофлюидных чипов в стеклянных подложках // Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. - 2010. - № 4. – С. 59-64.

8. А.А. Евстрапов, И.С. Мухин, И.В. Кухтевич, А.С. Букатин. Метод сфокусированного ионного пучка при формировании наноразмерных структур в микрофлюидных чипах // Письма в ЖТФ. - 2011. - Т. 37. - № 20. - С. 32-40.

9. И.В. Кухтевич, А.С. Букатин, И.С. Мухин, А.А. Евстрапов. Микрофлюидные чипы с интегрированными наноразмерными структурами для фиксации биологических объектов // Научное приборостроение. - 2011. - Т. 21. - №3. - С. 17-22.

10. И.В. Кухтевич, А.С. Букатин, И.С. Мухин, А.А. Евстрапов. Микрофлюидные чипы для исследования биологических объектов методами микроскопии высокого разрешения // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. - 2012. - № 1. - С. 111-115.

11. Evstrapov A.A., Mukhin I.S., Bukatin A.S., Kuhtevich I.V. Ion and electron beam assisted fabrication of nanostructures integrated in microfluidic chips // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms. - 2012. – V. 282. – P. 145-148.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ В ЗОНАХ ТЕХНОГЕНЕЗА
ACTUAL PROBLEMS OF ENVIRONMENTAL PROSPERITY GUARANTEE IN THE AREA OF TECHNOGENESIS

Гиндуллин А.И.,
ФГБУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности» («ФЦТРБ - ВНИВИ»), г. Казань

Аннотация. Загрязнение нефтью и высокоминерализованными нефтепромысловыми водами приводит к значительным изменениям как морфологических и агрохимических, так и водно-физических и биологических свойств почв. При одновременном воздействии нефти и солей создаются экстремальные условия для функционирования педобионтов, что снижает возможность самовосстановления почв и наземных биоценозов. Поэтому актуальными являются изучение влияния нефти на микробиоту данных почв, определение скорости разложения в них нефти, а также поиск и оценка биологических методов их восстановления.

Abstract. Oil pollution and high-mineralized oil-field water pollution lead to colossal changes in the morphological, agrochemical, water-physical and biological properties of soils. Simultaneous effect of oil and salts compose extreme conditions for pedobiont functionality which reduces the possibility of soil and ground biocenosis self-regeneration. Therefore the most actual questions are investigation of effect of the oil on microbiota of that soils, determining the decomposition rate of oil in them, research and evaluation of biological methods of soils recovery.

Ключевые слова: нефть, загрязнение почвы, биодеградация нефти, деструкция поллютантов

Keywords: oil, soil pollution, biodegradation of oil, degradation of pollutants

Каждый год в мире при добыче, транспортировке, хранении и использовании нефтяных продуктов в биосферу попадает более 70 млн. т углеводородов. Загрязнение почвенного покрова в Российской Федерации превышает 120 тыс. га в результате деятельности предприятий нефтедобывающих и транспортных отраслей. Опустыниванием охвачено более 100 млн. га земли в 27 регионах России.

Глава государства поставил задачу в ближайшие 18 лет построить экологически ориентированную экономику в Российской Федерации.

Деградация ландшафтов в последнее время носит глобальные масштабы, особенно в первую очередь это касается почвенного покрова. Утрата количества и качества почв составляет одну из главных проблем экологии. Усиление техногенных воздействий, сопровождающееся прогрессивным ухудшением свойств и режимов почв, создает реальную угрозу сокращения или полной утраты их экологических и производительных функций. Эксплуатация нефтяных месторождений повсеместно ведет к выпадению из хозяйственного землепользования значительных площадей плодородных земель. Загрязнение нефтью влияет на весь комплекс морфологических, физических, физико-химических, биологических свойств почвы, определяющих ее плодородие.

Загрязнение нефтью и высокоминерализованными нефтепромысловыми водами приводит к глубоким изменениям морфологических, агрохимических, водно-физических и биологических свойств почв. При одновременном воздействии нефти и солей создаются экстремальные условия для функционирования педоби-

онтов, что снижает возможность самовосстановления почв и наземных биоценозов. Поэтому актуальными являются изучение влияния нефти на микробиоту данных почв, определение скорости разложения в них нефти, а также поиск и оценка биологических методов их восстановления.

Нефть при поступлении в почву подвергается различным воздействиям, в том числе и разложению (различают три вида: биологическое, химическое и физическое). Процессы биологического окисления циклических углеводородов осуществляются преимущественно за счет оксидоредуктаз – ферментов микроорганизмов, участвующих в окислительно-восстановительных реакциях.

Особую значимость бионанотехнологии приобретают в условиях техногенного загрязнения окружающей среды. Согласно данным Федеральной целевой программы «Национальной системы химической и биологической безопасности Российской Федерации на 2009 – 2013 гг.» в стране функционирует более 10 тысяч потенциально опасных химических объектов, топливно-энергетического комплекса, металлургии, химической, целлюлозно-бумажной, пищевой промышленности и сельского хозяйства. При этом, 70% из них расположены в 146 городах с населением каждый более 100 тыс. человек. В атмосферу ежегодно выбрасывается около 20 млн. тонн химических веществ. Накоплено более 84 млн. тонн токсических отходов. С каждым годом растет число химических объектов, выработавших установленный ресурс. Ситуация усугубляется сопутствующими высокоминерализованные нефтепромысловые воды и токсичные реагенты, которые используется при добыче нефти.

Загрязнение токсичными химическими веществами атмосферы, воздуха рабочих зон, почвы, воды, сырья, продуктов питания свидетельствует о том, что проблема обеспечения химической и экологической безопасности населения в настоящее время является определяющей.

Экологическая безопасность одна из составляющих национальной безопасности, совокупность мер, обеспечивающих баланс с окружающей средой, не приводящих к жизненно важным ущербам (или угрозам таких ущербов), наносимым природной среде и человеку.

Наиболее важной задачей охраны природы является разработка экологически безопасных и ресурсосберегающих технологий, дающих народному хозяйству значительный экономический и экологический эффекты. На основе знаний механизмов деструкции нефти, нефтепродуктов и ряда биоцидных соединений, а также опыта управления этими механизмами, удалось разработать и внедрить в промышленных масштабах биотехнологии очистки и доочистки нефте- и углеводородсодержащих природных и технических стоков, сточных вод, загрязненных разными ядовитыми веществами – удобрениями и солями.

Скорость процессов самоочищения почв от нефти в любой климатической зоне зависит от взаимодействия и эффективности таких природных факторов, как физический (процессы выветривания), физико-химический (процессы фотохимического и биохимического преобразования углеводородов) и биологический (микробная деструкция). В конечном итоге решающим в процессах самоочищения почв от нефти является биологический фактор, обусловленный функциональной активностью почвенной микробиоты, которая определяет скорость и глубину трансформации нефтяных соединений.

Установлено, что при низких дозах загрязнения (до 1%) происходит стимулирование активности основных трофических групп микробиоты, дифференцированное ингибирование отдельных групп при концентрации нефти до 5% и практически полное отсутствие всех групп почвенных микроорганизмов при дозах

нефти выше 10%. Для этих почв в настоящее время отсутствуют универсальные способы рекультивации после нефтяного загрязнения, в том числе и биологические.

Для улучшения экологической обстановки на основе скрининга штаммов деструкторов нефти, выделенных из различных источников (органические отходы, бытовые и промышленные сточные воды, почва, нефтешламы), а также микроорганизмов, имеющихся в коллекции ФЦТРБ-ВНИВИ (г.Казань), подобрана ассоциация наиболее эффективных культур непатогенных и нетоксичных микробов, обладающих способностью биодеградации экотоксикантов и нефтеокисляющей способностью. Разработаны биотехнологические способы защиты водных и земельных ресурсов от загрязнений с целью обеспечения экологически оправданного землепользования и снятия последствий антропогенного воздействия.

В результате неконтролируемых выбросов солесодержащих техногенных и природных вод из скважин концентрация солей в почве может возрасти на несколько порядков.

Учитывая вышеизложенное, можно заключить, что в современном индустриальном обществе существует острая необходимость в разработке эффективных средств восстановления экологического равновесия. Решение экологических проблем напрямую связано с развитием прикладной биотехнологии, нацеленной на создание средств реабилитации природной среды. Современные биотехнологии, основанные на использовании микроорганизмов, участвующих в биотрансформации органических отходов, способны обеспечить возрождение почвенного плодородия, существенно повысить урожайность сельскохозяйственных культур, снизить до безопасного уровня содержание экотоксикантов техногенного и природного происхождения.

Литература

1. Ибатуллина И.З. и др. Микробиота засоленных лугово-каштановых почв Ставропольского края при загрязнении нефтью и биорекультивации / Известия Самарского научного центра Российской академии наук // – 2011. – Том 13.

– № 1(5). – С. 1194-1199.

2. Кузьмичев Н.П. Некоторые проблемы инновационного развития нефтяной отрасли промышленности Татарстана / Георесурсы // – 2012. – № 4(46). – С. 37-43.

3. Рогозина Е.А. и Шиманский В.К. Некоторые теоретические аспекты восстановления нефтезагрязненных почвенных экосистем / Нефтегазовая геология. Теория и практика // – 2007. – № 2. – С. 1-16.

4. Сулейманов Р.Р. и Шорина Т.С. Влияние нефтяного загрязнения на динамику биохимических процессов чернозема обыкновенного (Оренбургская область) / Известия Самарского научного центра Российской академии наук //

– 2012. – Том 14. – № 1. – С. 240-243.

5. Bastida J.M. et al. Extended phylogeny of Aquilegia: the biogeographical and ecological patterns of two simultaneous but contrasting radiations / Plant systematic and evolution // – 2010. – V. 284. – P. 171-185.

6. Yadav B.K. and Hassanizadeh S.M. An overview of biodegradation of LNAPLs in coastal (semi)-arid environment / Water, air and soil pollution / – 2011.

– V. 220(1-4). – P. 225-239.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ КАЛЬЦИФИЦИРУЮЩИХ НАНОЧАСТИЦ ИЗ ВОРОТИЛОВСКОЙ ГЛУБОКОЙ НАУЧНОЙ СКВАЖИНЫ

[1,2]Златоустова О.Ю., [1,2]Васильев С.В., [1,2]Рудый А.С., [1,2]Чурилов А.Б.,
[1]Ярославский государственный университет им. Демидова, Ярославль;
[2]Ярославский филиал физико-технологического института РАН, Ярославль

Annotation. These are the results of the further research of nanoparticles which were extracted from the Vorotilovskaya deep scientific well. The morphology and phase composition of these nanoparticles were examined using scanning and transmission electron microscopy. The phase composition of the nanoparticles and its changes during their evolution were identified and traced using the electron diffraction method. Based on these results it is concluded that the nanoparticles belong to a class of self-replicating mineral complexes known as “calcifying nanoparticles”. These nanoparticles in two months has changed their morphology and phase composition from $Ca_2Fe(PO_4)_2(OH)\cdot H_2O$ and $Mg(NH_4)_8(P_3O_{10})_2\cdot 8H_2O$ to $CaCO_3$ (aragonite).

Ключевые слова: calcifying nanoparticles, electron microscopy, electron diffraction.

Представлены результаты повторных исследований наночастиц, извлеченных из Воротиловской глубокой научной скважины. Морфология и фазовый состав этих наночастиц были изучены с помощью сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии. Фазовый состав наночастиц и его изменения были зафиксированы и изучены с помощью метода электронной дифракции. На основании этих результатов можно сделать вывод, что эти наночастицы относятся к классу самовоспроизводящихся минеральных комплексов, известных как "кальцифицирующие наночастицы". Эти наночастицы за два месяца изменили морфологию и фазовый состав от $Ca_2Fe(PO_4)_2(OH)\cdot H_2O$ и $Mg(NH_4)_8(P_3O_{10})_2\cdot 8H_2O$ в $CaCO_3$ (арагонит).

Кальцифицирующие наночастицы, электронная микроскопия, электронография.

Объектом исследования выступала чистая культура бактерий *Planomicrobium sp.*, выделенной из гнейсов, вскрытых из Воротиловской глубокой научной скважины (ВГС). При исследовании бактерий *Planomicrobium sp.* были обнаружены объекты, размерами от 50 до 200 нм (Рис.1.). Методами сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии исследованы морфология и фазовый состав этих наночастиц. Эти объекты напоминали колонии необычайно мелких бактерий сферической формы. Их размеры оказались существенно меньше, чем все известные на сегодня бактерии, споры грибов, или клетки тканей многоклеточных организмов [1].

Подобные частицы были обнаружены в минеральных отложениях горячих источников, образцах песчаника, сыворотке крови животных и в органах людей, больных такими распространёнными заболеваниями как мочекаменная болезнь, артрит, болезнь Альцгеймера, атеросклероз и т.д [2-13].

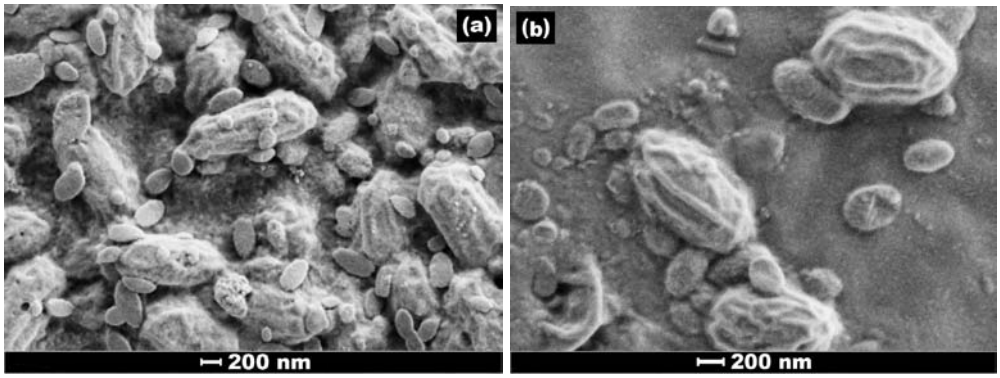


Рис.1. Изображения бактерий Planomicrobium sp. SM-9 и кальцифицирующие наночастицы во вторичных электронов. Полученные на сканирующем электронном микроскопе Supra 40.

Наличие наночастиц в исходном образце приводит к вопросу о природе их возникновения. Нам удалось отделить обнаруженные наночастицы (50 - 200 нм.) от бактерий (0,5 - 3 мкм.) с помощью трекового фильтра с диаметром пор 250 нм.

Некоторые объекты очень напоминают делящиеся клетки. Таким образом, есть основания предполагать, что исследуемые наночастицы обладают способностью к репликации. Но в данном случае, на наш взгляд, уместнее говорить о росте кристаллов, механизм которого неизвестен.

В литературе утверждается, что основным минералом этих наночастиц является гидроксилапатит $Ca_5(PO_4)_3OH$. Это утверждение базируется на данных элементного рентгеновского микроанализа, проведенного методом сравнения с эталоном гидроксилапатита. Но учитывая, что кальций, фосфор и кислород образуют целый ряд соединений, сделать однозначное заключение о химической формуле исследуемого соединения не представляется возможным.

Очевидным выходом из данной ситуации является идентификация фаз (химических соединений), входящих в состав образца, на основе электронограмм. Мы провели электронографические исследования (Рис.2-3)наших образцов [14].

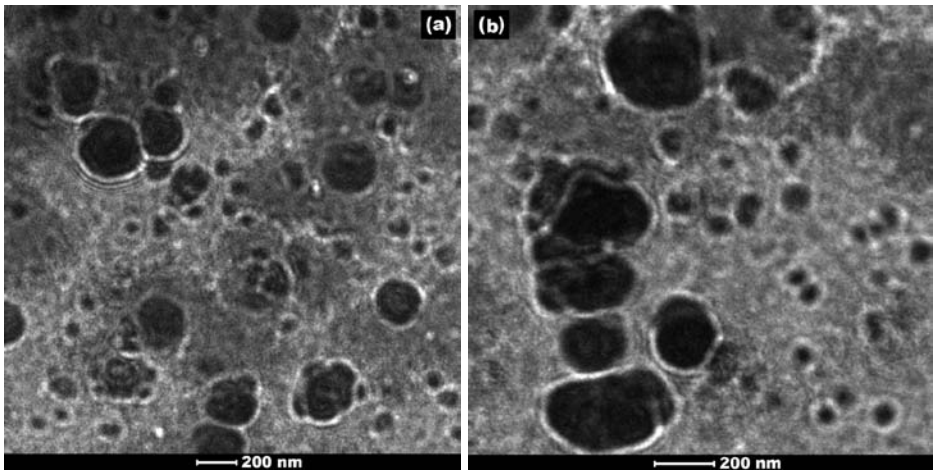


Рис.2. Изображения кальцифицирующих наночастиц отделенных от бактерий Planomicrobium sp. CM-9. Получены с помощью просвечивающего электронного микроскопа Tecnai G2 F20 U-TWIN (FEI).

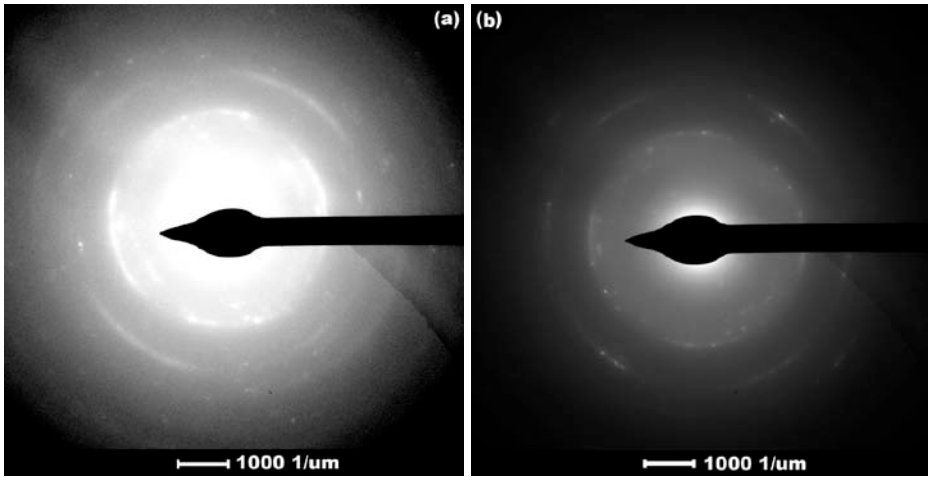


Рис. 3. Результат электронной дифракции кальцифицирующих наночастиц, отделенных от бактерий Planomicrobium sp. CM-9. Получены с помощью просвечивающего электронного микроскопа Tecnai G2 F20 U-TWIN (FEI).

Исходя из сравнений с базами дифракционных данных, был сделан вывод, что оболочка исследованных наночастиц вероятнее всего состоит из **$Ca_2Fe(PO_4)_2(OH)\cdot H_2O$ и $Mg(NH_4)_8(P_3O_{10})_2\cdot 8H_2O$**. Что же касается гидроксилапатита, в нашем случае это соединение, со всей очевидностью отсутствует. Интерес, однако, заключается еще и в том (Рис.4-5), что спустя два месяца эти частицы изменили морфологию и свой фазовый состав в **$CaCO_3$.**

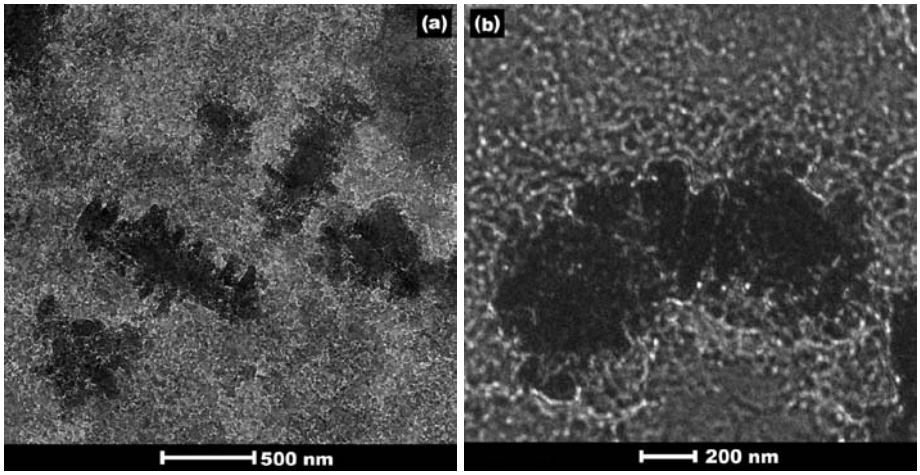


Рис.4. Изображения кальцифицирующих наночастиц отделенных от бактерий Planomicrobium sp. CM-9 спустя 2 месяца. Получены с помощью просвечивающего электронного микроскопа Tecnai G2 F20 U-TWIN (FEI).

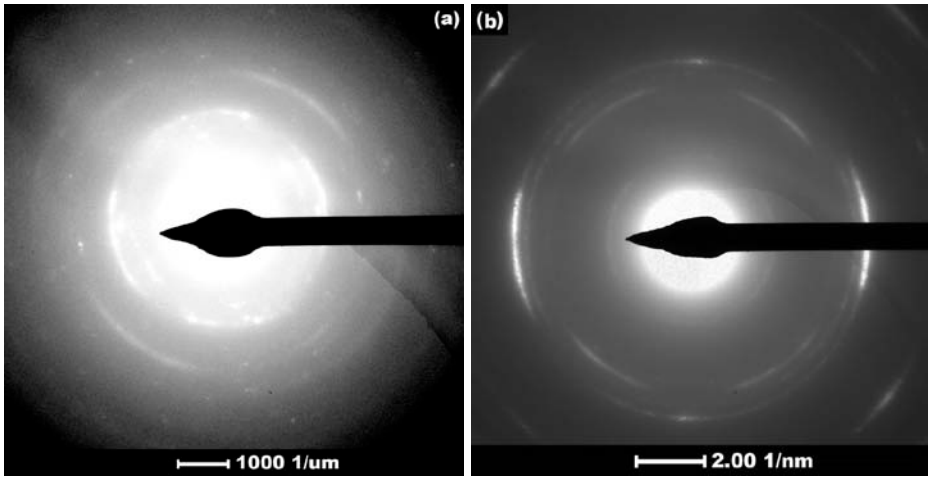


Рис. 5. Результат электронной дифракции кальцифицирующих наночастиц, отделенных от бактерий Planomicrobium зр. СМ-9 спустя 2 месяца. Получены с помощью просвечивающего электронного микроскопа Tecnai G2 F20 U-TWIN (FEI).

За предоставленные образцы выражаем благодарность специалистам биологического факультета ЯрГУ им. Демидова Шеховцовой Н.В. и Ягушкиной А.Ю.

Исследования выполнены на оборудовании Центра коллективного пользования “Диагностика микро- и наноструктур”, при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ.

Литература

1. B. Alberts, D. Bray, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts. Molecular Biology of the Cell, fifth ed. Garland Science, 2007.

2. E.O. Kajander, N. Çiftçioglu, PNAS № 95 (14) (1998) 8274-8279.

3. E.O. Kajander, Letters in Applied Microbiology № 42 (6) (2006) 549-552.

4. E.O. Kajander, Antimicrobial agents and chemotherapy 46 (7) (2002) 2077–2086.

5. J.C. Lieske, Int. J. Nanomedicine № 3(2) (2008) 243-248.

6. P.J.R. Uwins, R.I. Webb, and A. P. Taylor, American Mineralogist 83 (1998) 1541–1550.

7. R.Folk, Geographie physique et Quaternaire 48 (3) (1994) 233-246.

8. N. Çifçioglu, R.S.Haddad, D.C. Golden, D.R. Mirrison, D.S. McKay, Kidney Int. 67(2) (2005) 483–491.

9. J. Martel, J.D. Young, PNAS 105 (2008) 5549–5554.

10. G.V. Smirnov, D.G. Smirnov, Reports TUSUR 5 (2006) 119-123.

11. D.R. Yarulina, O.L. Ilynskaya, N.I. Silkin, M.H. Salakhov, R.N. Hayrullin, Proceedings of the Kazan State University: Natural Sciences 152(1) (2010) 19.

12. John C. Lieske et. all, American journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology 287 (3) (2004) 1115-1124.

13. V.A. Kordyum et.all, Biopolym. Cell 25 (2009) 403-423.

14. S.V. Vasiliev, N.V. Shekhovtsova, A.S. Rudy, O.Y Prikhodko, A.Y Yagushkina, Integral 3 (59) (2011) 10-12.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОСТРУКТУРНОЙ ВОДНО-ФОСФОРИТНОЙ СУСПЕНЗИИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ОГУРЦОВ В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

Яппаров А.Х., Шаронова Н.Л.,
ГНУ «Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения Российской академии сельскохозяйственных наук»

Аннотация. Показана эффективность впервые разработанного нанопрепарата - наноструктурной водно-фосфоритной суспензии - в качестве стимулятора роста растений в условиях защищенного грунта. По результатам исследований прирост урожайности огурцов при предпосадочной обработке семян и внекорневой обработке растений составил 1,8-2,6 кг/м^2.

Annotation. There was developed nanopreparation – nanostructural water-phosphorite suspension (NWPS). Its efficiency as a plant growth factor in protected ground was shown. By results the increase in plant productivity after pre-sowing seed treatment and foliar treatment was 1,8-2,6 kg/m^2.

Ключевые слова: огурец, наноструктурная водно-фосфоритная суспензия, обработка семян, внекорневая обработка, стимулятор роста, защищенный грунт.

Введение. Индустриализация овощеводства защищенного грунта требует внедрения прогрессивных технологий, обеспечивающих получение высоких урожаев с низкой себестоимостью продукции. Одним из путей повышения производительности сельскохозяйственных предприятий является использование нанотехнологий. В настоящее время ряд проектов в области применения нанотехнологий в растениеводстве находится на стадии исследовательских и пилотных разработок, некоторые активно внедряются как на территории Российской Федерации, стран СНГ, так и на мировом рынке [3,4].

Высокая эффективность в качестве средства для предпосевной обработки семян была выявлена в отношении растворов углеродных нанотрубок (увеличение энергии прорастания семян, прирост биомассы растений), суспензий нанокристаллических (ультрадисперсных) порошков металлов (прибавка урожайности 20–35% к контролю). При этом наблюдалось повышение адаптации к неблагоприятным климатическим условиям, улучшалось качество растительного сырья. Действие нанопорошков металлов на биосистемы носило пролонгированный характер. Ряд нанопорошков совмещали с антибактериальными компонентами. В совокупности это приводило к двукратному повышению урожайности ряда продовольственных культур (картофеля, зерновых, овощных и плодово-ягодных растений) [1,5,6,8].

В качестве основных преимуществ нанопрепаратов указывают на их высокую эффективность, экономичность и низкую фитотоксичность; их применение не требует специального оборудования и вписывается в общепринятые агротехнологии [2,3,8].

Исследования в данном направлении проводятся преимущественно в условиях открытого грунта. Вместе с тем использование стимуляторов роста, удобрений, созданных с использованием нанотехнологий, может существенно повысить рентабельность тепличных хозяйств, специализирующихся на производстве овощей и зеленных культур. В связи с этим целью данной работы являлось изучение

влияния наноструктурной водно-фосфоритной суспензии на продуктивность огурцов при выращивании в условиях защищенного грунта.

Методика исследования. Научно-производственные работы проводились в условиях защищенного грунта в промышленных теплицах ООО «Тепличный комбинат «Майский» в летнем культурообороте. Объектом исследования являлся сорт огурца «Кураж» (партенокарпический гибрид).

В качестве средства для обработки почвы и предпосевной обработки семян была использована наноструктурная водно-фосфоритная суспензия (НВФС) (приоритет на патент №2012124112 от 14.06.2012 г.). Данный препарат был получен путем ультразвукового диспергирования фосфоритной муки, полученной из природных фосфоритов Сюндюковского месторождения Республики Татарстан.

Эксперимент осуществлялся по следующей схеме: 1) контроль; 2) предпосевная обработка семян НВФС – доза 1 (1,25 кг/т семян); 3) предпосевная обработка семян НВФС – доза 2 (0,25 кг/т семян); 4) внекорневая обработка растений (опрыскивание НВФС из расчета 2,5 г суспензии на 1 л воды); 5) внесение в грунт НВФС – доза 1 (1 т/га); 6) внесение в грунт НВФС – доза 2 (0,5 т/га).

Выращивание и формирование растений проводили согласно существующей технологии в агрокомбинате [7]. Температура воздуха в цехе находилась в пределах 22-23^{0}С при относительной влажности воздуха 70%.

Полив осуществлялся с помощью поливочной системы «ФИТО». Питательный раствор содержал комплексные макро- и микроудобрения: содержание солей составляло 2-3 мСм/см, pH – 5,5. Регулярно проводили анализ тепличного грунта и дренажного стока и на их основе осуществляли коррекцию питательного раствора и объемы поливочной воды.

Внекорневая обработка растений за период вегетации и плодоношения была выполнена трехкратно с помощью УЗГ: первая обработка была проведена в фазу 16 листьев; вторая – в фазу 29-30 листьев; третья – в фазу 60-62 листьев.
Продолжительность вегетации составила – 13 недель; продолжительность плодоношения – 7 недель.

При проведении опыта велись фенологические наблюдения за ростом и развитием растений по общепринятой методике.

Результаты и их обсуждение. Всхожесть семян во всех вариантах эксперимента составила 99,5%. Фенологическое развитие растений в опытных и контрольных вариантах происходило в установленные сроки.

Наибольшие значения итоговой урожайности отмечены на вариантах с обработкой семян (вариант 2) и внекорневой обработкой растений (вариант 4). Также высокая урожайность плодов была получена на растениях, семена которых были обработаны другой концентрацией НВФС - 0,25 кг/т семян (вариант 3).

Обработка семян и внекорневая обработка растений НВФС способствовали увеличению воздушно-сухой биомассы корней растений на 18-30% по сравнению с контролем. При внесении НВФС в почву стимуляции биомассы корней не наблюдали.

Стимулирующий эффект НВФС при обработке семян растений, выращиваемых на торфо-опилочном грунте, в особенности на начальных стадиях развития, был связан с активацией ростовых процессов данным препаратом за счет входящих в его состав соединений фосфора, макро- и микроэлементов. Это создавало более благоприятные условия для роста и развития растений, что сказывалось на их урожайности. Стимулирующий эффект при внекорневой обработке обусловлен усвоением растениями питательных элементов НВФС через листья и стебли.

Возможным механизмом влияния наноматериалов на биологические объекты является взаимодействие на клеточном уровне. Так, наноматериалы способны сообщать молекулам свою избыточную энергию, повышающую эффективность протекающих в растениях процессов [3]. Также они участвуют в процессах микроэлементного баланса, т.е. являются биоактивными [1,2]. С течением времени растения сравнивались как по морфологическим показателям, так и по показателям урожайности.

Литература

1. Абрамян А.А. Основы прикладной нанотехнологии / А.А. Абрамян, В.И. Балабанов, В.И. Беклемышев и др.- М.: МАГИСТР-ПРЕСС, 2007. - 208 с.
2. Белая книга по нанотехнологиям: Исследования в области наночастиц, наноструктур и нанокомпозитов в Российской Федерации (по материалам Первого Всероссийского совещания ученых, инженеров и производителей в области нанотехнологии). – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – 344 с.
3. Егоров Н.П. Разработка и проведение экспериментальной оценки эффективности применения в растениеводстве новых видов удобрений, полученных с помощью нанотехнологий / Н.П. Егоров, О.Д. Шафронов, Д.Н.
4. Егоров, Е.В. Сулейманов // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Химия. – 2008. - №6. – С. 94-99.
5. Иванов А. Нанотехнологии: перспективы их использования / А. Иванов, М. Тремасов // Ветеринарный врач. – 2008. – №5. – С. 2-3.
6. Коваленко Л.В. Активация прорастания семян ультрадисперсными порошками железа Л.В. Коваленко, Г.Э. Фолманис // Достижения науки и техники АПК. – 2001. – № 9. – С. 7–8.
7. Полякова О.П. Предпосадочная обработка клубней картофеля нанокристаллическими микроэлементами / О.П. Полякова, В.Н. Селиванов, Е.В. Зорин, Г.Э. Фолманис, Л.В. Коваленко // Достижения науки и техники АПК. – 2000. – № 8. – С. 18–20.
8. Справочник бригадира-овощевода защищенного грунта. – М.: Россельхозиздат, 1980. – 191 с.
9. Туников Г.М. Университетский комплекс – в действии / Г.М. Туников // Вестник РГАТУ. – 2009. - №9. – С. 2-5.

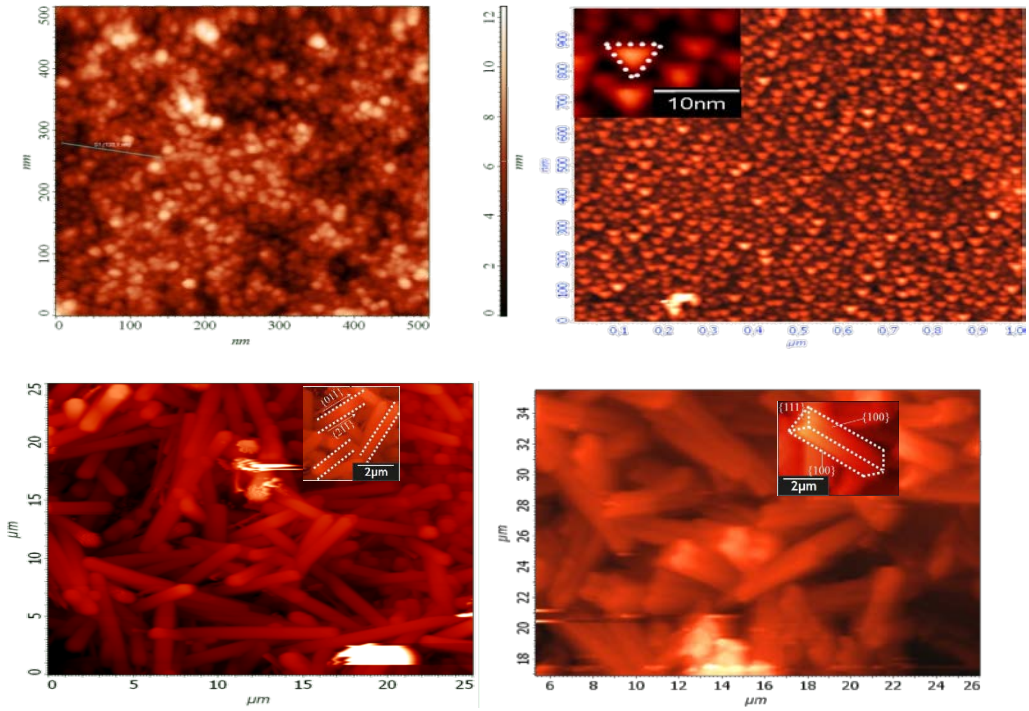
АНАЛИЗ ФОТОАКТИВНОСТИ ПЛЕНОК ДИОКСИДА ТИТАНА, ЛЕГИРОВАННЫХ СЛОЕМ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОЧАСТИЦ

Ермакова А.В.[1], Виноградов А.В., Агафонов А.В.,
[1]Ивановский Государственный Химико-Технологический Университет
Институт Химии Растворов РАН

К задачам современного неорганического материаловедения несомненно стоит отнести поиск путей управления свойствами материалов посредством их морфологического структурирования. В настоящее время среди основных объектов, нуждающихся в подобном изучении, лидирующее положение занимают функциональные покрытия, созданные на основе диоксида титана.

В данной работе рассматриваются новые подходы по получению функциональных покрытий на основе диоксида титана, сформированные без прокаливания. Изучение свойств композитных материалов Ag/TiO_2. Влияние морфологии частиц серебра на проявление фотоактивности. Особенностью данных материалов является высокая спектральная активность в видимой области. Была изучена морфология сформированных пленок. По данным фотополяризационных изменений исследованы свойства фотоактивности пленок.

Установлено влияние морфологии наночастиц серебра(нановолокна, трехгранные наночастицы, наностержни) на рост свойств фотоактивности пленок. Результаты АСМ представлены на рисунке.



АСМ изображения (слева на право): 1) TiO_2; 2) TiO_2/Ag (трехгранные наночастицы); 3) TiO_2/Ag (нановолокна); 4) TiO_2/Ag (наностержни);

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 12-03-97538, 12-03-92694, а также Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы» (грант № 8632).

ВЛИЯНИЕ НАНОСТРУКТУРНОЙ ВОДНО-ФОСФОРИТНОЙ СУСПЕНЗИИ НА УРОЖАЙНОСТЬ И АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КУКУРУЗЫ

Яппаров А.Х., Хисамутдинов Н.Ш., Валиев И.Д.,
ГНУ «Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения Российской академии сельскохозяйственных наук»

Аннотация. На сегодняшний день нанотехнологии прочно обосновались в различных отраслях производства. Особый интерес представляют нанотехнологии применимые в сельском хозяйстве. Так, обобщив мировой опыт наноиндустрии, был создан нанопрепарат, являющийся фосфорсодержащим удобрением пригодным для применения в сельском хозяйстве. Данный препарат получил название «наноструктурная водно-фосфоритная суспензия», или «НВФС».

В работе приведены материалы по изучению этого вещества, его влияния и перспективности применения в качестве удобрения.

Результаты исследования показали, что использование НВФС по сравнению с фоном повысило урожай зеленой массы кукурузы на 25-45% улучшило агрохимические свойства почвы – повысилось содержание подвижного фосфора на 14,6%, обменного калия на 5,1% и суммы поглощенных оснований на 15,9%, снизилась обменная ($pH_{сол}$) и гидролитическая кислотность ($H_г$). Был сделан вывод о рациональности и перспективности применения в сельском хозяйстве подобного препарата.

Annotation. To date, nanotechnology settled in various industries. Of particular interest are applicable nanotechnologies in agriculture. Thus, summarizing the global nanotechnology industry experience was create nanopreparations, which phosphorus fertilizer suitable for use in agriculture. This drug is called "nanostructural water-phosphorite suspension" or "NWPS."

In this work the material for the study of this material and its impact and prospects of use as a fertilizer.

The results showed that the use of NVFS compared to the background increased the yield of green mass of corn by 25-45% improved agro-chemical properties of the soil - phosphorus content increased by 14.6%, exchangeable potassium by 5.1% and the amount of absorbed bases with 15,9%, decreased metabolic (pH_{sal}) and hydrolytic acidity (H_g). The conclusion was rational and promising applications in agriculture, such a drug.

Ключевые слова: нанотехнологии, наноструктурная водно-фосфоритная суспензия, урожайность, агрохимические показатели.

Введение. Производство сельскохозяйственной продукции и его увеличение тесно связано с наращиванием темпов производства и применения минеральных удобрений, особенно фосфорных. Вследствие этого в мире наблюдается рост объема промышленного производства фосфорных удобрений и расширение списка практических приемов повышения плодородия почв.

Значение фосфора в земледелии показывает современный уровень мирового потребления фосфоритов, объем которых превышает 100 млн. тонн в год, причем 90% из которых идет на производство удобрений.

По данным И.Н. Чумаченко и других внесение фосфорных удобрений на

гектар пашни, в связи с резким удорожанием и практически неограниченным вывозом удобрений за границу, уменьшилось в России более чем в 10 раз. По данным этих же авторов научно-обоснованная потребность земледелия России в фосфорных удобрениях составляет 9-10 млн. тонн P_2O_5 в год [1, 2, 3].

Крайне малое количество применяемых фосфорных удобрений за последние 5-6 лет уже привело к снижению обеспеченности почв доступным фосфором.

Запасов фосфоритов, пригодных для производственной переработки в России недостаточно, вследствие чего для удовлетворения потребности сельского хозяйства в фосфорных удобрениях ежегодно импортируется значительное количество фосфорсодержащего сырья.

Ввиду этого представляет большое значение использование бедных фосфоритных руд малых местных месторождений в качестве фосфорных удобрений при соответствующей их переработке [1, 2].

Но, не смотря на сложный вопрос о добыче, подготовке и переработке фосфоритного сырья в конечную продукцию – удобрение для сельского хозяйства, есть к чему стремиться. Так, например, много дополнительного фосфора можно было бы получить при комплексной переработке минерального сырья, морских отложений и более детальной геологической разведке.

Перспективным направлением является теоретическое исследование по выявлению путей мобилизации труднодоступных форм фосфора почвы, повышению коэффициента использования фосфорных удобрений, поиска новых, экономически выгодных и более доступных источников фосфора для питания растений и воспроизводства плодородия почв.

Среди таких современных путей – интеграция нанотехнологий в сельское хозяйство [4, 5, 6].

Целью исследований являлось изучение влияния различных доз и способов применения НВФС на урожайность и агрохимические характеристики почвы, а также определение отзывчивости кукурузы на внесение НВФС.

Задача исследований – обосновать рациональность и перспективность использования НВФС в качестве нового фосфорсодержащего удобрения для сельского хозяйства; определить степень и характер его влияния на урожайность зеленой массы кукурузы при внесении в почву и обработке семян перед посевом.

Методика исследований. Проведено исследование НВФС путем закладки вегетационного опыта. Объектами исследования была фосфоритная мука Сюндюковского месторождения Республики Татарстан обычного помола и в виде НВФС. Химический состав фосмуки обычного помола и НВФС идентичен: P_2O_5 – 9,7% , в т.ч. лимоннорастворимый – 3%, и K_2O – 1,8%.

Почва – серая лесная среднесуглинистая и имела следующие агрохимические показатели [7]: содержание гумуса – 3,7%, $H_г$ – 1,3 мг-экв./100 г почвы, $pH_{сол}$ – 5,8, сумма поглощенных оснований – 19,1 мг-экв./100 г почвы, P_2O_5 – 126 мг/кг и K_2O – 111 мг/кг.

Обсуждение результатов исследований. Полученные данные по урожайности свидетельствуют о том, что растения в вариантах с внесением в почву НВФС и растения, полученные из семян, обработанных НВФС, давали значительный прирост зеленой массы по сравнению с фоновым вариантом опыта.

В вариантах с внесением в почву различных доз НВФС зеленая масса кукурузы была выше на 25-45% по сравнению с фоном, а с фосмукой обычного помола на 26%. В связи с хорошим минеральным фоном в вариантах появлялось по 2 початка, здесь прибавка массы початков составила 16-47% по сравнению с фоном.

В вариантах с растениями, полученными из обработанных семян НВФС,

прибавка урожая зеленой массы составила от 29 до 41%.

В ходе опыта диффузная пропитка семенного материала НВФС способствовала насыщению тканей семени фосфором – главным элементом макроэнергетических соединений клеток и тем самым оказывала стимулирующее действие на клеточном уровне. Этот стимулирующий эффект при обработке семян наблюдался вплоть до фазы цветения – начала образования султанов, что не могло не отразиться на высоком показателе фитомассы. Визуальные наблюдения показали, что растения во всех вариантах опыта были здоровые, крепкие, имели полноразвитые листья. Стимуляция растений при обработке семенного материала в фазу прорастания и ранние этапы развития, связана с повышением доступности фосфора в критический период роста, что обусловило хорошее развитие корневой системы и заложило крепкий фундамент для дальнейшего развития молодого растения.

Внесение НВФС в почву во всех дозах положительно влияло на агрохимические свойства почвы – повысилось содержание подвижного фосфора на 14,6%, обменного калия на 5,1% и суммы поглощенных оснований на 15,9%, снизилась обменная ($pH_{сол}$) и гидролитическая кислотность, в отличие от вариантов с семенами обработанными НВФС. Здесь содержание фосфора и калия изменялось не существенно и было в пределах значений фона.

Это объясняется тем, что в вариантах с семенами обработанными НВФС дополнительного внесения в почву фосфора не осуществлялось – растения исчерпывали фоновый запас этого элемента из почвы.

Величина гидролитической кислотности почвы снижалась в соответствие с увеличивающимися дозами внесения НВФС в почву. Это объясняется мелиорирующим эффектом НВФС как таковой, так и по сравнению с фосмукой обычного помола.

Величина обменной кислотности имела прямую зависимость от дозы внесения в почву НВФС – чем выше доза, тем больше сдвиг показателя pH к нейтральному. Так на вариантах с внесением НВФС в почву в разных дозах значение $pH_{сол.}$ возростало с 5,7 до 5,8 единиц, что в среднем соответствовало фоновому показателю (5,7). Это также свидетельствовало об определенной степени нейтрализации кислотности почвы посредством внесения НВФС в почву. Нейтрализующая способность фосфоритной муки обычного помола была менее выражена, чем НВФС. На варианте с обычной фосмукой $pH_{сол.}$ – 5,7 ед.

Значение обменной кислотности в вариантах с семенами, обработанными НВФС, было 5,6-5,7 единиц pH.

Агрохимические исследования также показали, что сумма поглощенных оснований в вариантах с внесением в почву НВФС была максимальной и составила 22,7 мг-экв./100 г почвы. Фосмука обычного помола увеличивала сумму поглощенных оснований до 21,6 мг-экв./100 г почвы.

В вариантах с семенами, обработанными НВФС, сумма поглощенных оснований в среднем чуть ниже фонового значения и была в пределе от 19,1 до 19,8 мг-экв./100 г почвы. Предположительно это объясняется тем, что более мощные растения в этих вариантах могли в значительной степени вынести из почвы такие элементы как Ca и Mg, что отразилось и на сумме поглощенных оснований почвы.

Таким образом, использование НВФС по сравнению с фоном повысило урожай зеленой массы кукурузы, улучшило агрохимические свойства почвы – повысилось содержание подвижного фосфора, обменного калия и суммы поглощенных оснований, снизилась обменная ($pH_{сол}$) и гидролитическая кислотность ($H_г$). Наноструктурная водно-фосфоритная суспензия (НВФС) оказывала стимули-

рующий эффект на растения в фазу прорастания и ранние этапы развития, связанный с повышением доступности фосфора в критический период роста. Был сделан вывод о рациональности и перспективности применения НВФС в качестве фосфорсодержащего удобрения в сельском хозяйстве.

Литература

1. Алиев, Ш.А. Приемы применения местных агроруд в качестве удобрений в земледелии Среднего Поволжья / Ш.А. Алиев, Т.Х. Ишкаев, А.Х. Яппаров. – Казань: Центр инновационных технологий, 2009. – 239 с.

2. Ишкаев, Т.Х. Технологические приемы эффективного использования местных агроминералов в земледелии Республики Татарстан / Т.Х. Ишкаев, А.Х. Яппаров, Ш.А. Алиев. – Казань: Центр инновационных технологий, 2010. – 114 с.

3. Чумаченко, И.Н. Проблема фосфора и продовольственная безопасность России / И.Н. Чумаченко, П.Д. Попов // Кн. Проблема фосфора и комплексное использование нетрадиционного минерального сырья в земледелии. – М.: Изд-во РАСХН, 2000. – С. 3-22.

4. Егоров, М.А. Биорегуляторы с нанокомпонетами как перспективные биопрепараты / М.А. Егоров // Нанотехника. – 2006. – №4. – С. 74-76.

5. Федоренко, В.Ф. Направления использования нанотехнологий и наноматериалов в АПК и задачи информационного обеспечения их развития / В.Ф. Федоренко, Д.С. Буклагин, И.Г. Голубев // Нанотехнологии – производству. – 2006. – С. 409-413.

6. ETC Group. 2004. Down on the Farm: The Impact of Nano-Scale Technologies on Food and Agriculture.

7. Агрохимические методы исследования почв. – М. Наука, 1975. – 345 с.

ВЛИЯНИЕ НАНОРАЗМЕРНОГО БЕНТОНИТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ, СОХРАННОСТЬ И КАЧЕСТВО МЯСА БРОЙЛЕРОВ

Ежкова А.М., Яппаров Д.А., Ежков В.О., Яппаров И.А., Мотина Т.Ю.,
ГНУ «Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения Российской академии сельскохозяйственных наук»;
Ежкова Г.О., Нефедьев А.Е., Низамиев И.Р.,
Казанский национальный исследовательский технологический университет

Аннотация. Применение в кормлении бройлеров наноразмерного бентонита способствовало повышению продуктивности, сохранности и снижению содержания солей кадмия и свинца в белом и красном мясе в сравнении с контрольными цыплятами и получавшими бентопорошок.

Annotation. Using in nursing broiler nanodimensioned bentonite promoted increasing to productivity, safety and reduction of the contents of the salts cadmium and lead in white and red meat in comparison with checking broiler and got bentonite.

Ключевые слова: наноразмерный бентонит, бройлер, продуктивность, биобезопасность мяса.

На современном этапе разработка нанобиотехнологий в сельскохозяйственном животноводстве, в основном, ориентирована на создание наноразмерных лекарственных препаратов и кормовых добавок, направленных на улучшение состояния здоровья животных и повышение качества получаемой от них продукции [1].

Широкое использование агроминералов в сельскохозяйственном производстве, достаточный уровень изученности их свойств и действия в почве, растениях и организме животных предопределили выбор объектов для преобразования их в наноразмерные вещества с целью повышения активности и биодоступности [2].

Учитывая уникальные свойства бентонита, как восполнителя минерального питания для улучшения метаболизма животных и сорбента для повышения качества продукции животноводства нами был использован бентонит Тарн-Варского месторождения Республики Татарстан и получен наноразмерный бентонит с размером частиц от 2 до 95 нм. Качественные и количественные показатели наноразмерного бентонита представлены тремя основными группами частиц: размером от 33 до 35 нм составляют 50% вещества, от 55 до 82 - 40% и от 2 до 4 нм – около 5%.

Токсикологическая оценка наноразмерных бентонитов на лабораторных животных показала возможность использования их в качестве кормовой добавки и выявила оптимальную дозу использования наноразмерного агроминерала [3].

Материал и методики исследований. Проведен научно-производственный опыт с использованием к основному рациону цыплят-бройлеров кросса «Смена – 7» оптимальной дозы бентопорошка и разных доз наноразмерного бентонита в виде кормовых добавок. Было создано пять групп цыплят-бройлеров: первая контрольная находилась на основном рационе (ОР), вторая контрольная получала к ОР + бентонит в дозе 3% к сухому веществу рациона, третья, четвертая и пятая группы получали к ОР наноразмерный бентонит (НБ) в количестве 3, 1,8 и 0,6%.

Результаты исследований. Изучение живой массы цыплят в различные возрастные периоды показало, что у бройлеров получавших бентопорошок показатели были выше контрольных на 5,3%, а у цыплят, получавших кормовую до-

бавку наноразмерного бентонита – на 13,5-27,8%. Сохранность поголовья в группах бройлеров получавших наноразмерный бентонит была 96,9-97,8%, получавших бентопорошок – 97,5%, контрольных – 92,5%.

На 30-ые сутки использования бентопорошка и наноразмерного бентонита провели исследования белого и красного мяса бройлеров на содержание солей кадмия и свинца. Использование бентопорошка в кормлении бройлеров обусловило снижение солей кадмия и свинца в белом мясе на 22,2 и 21,4%, в красном – на 21,1 и 27,3%. Наибольшую сорбцию солей кадмия и свинца в мясе отмечали у бройлеров III группы. В сравнении с контролем снижение в этой группе составило в белом мясе 66,7 и 64,3%, красном – 63,2 и 59,1%, соответственно. Следует отметить, что сорбция имела дозозависимый характер: при снижении дозы наноразмерного бентонита снижалось количество сорбированных токсинов. В белом мясе бройлеров IV группы, наблюдали снижение содержания кадмия и свинца на 50,0 и 57,1%, в красном – на 52,6 и 45,5%. Наименьшую сорбцию отмечали в мясе цыплят V группы, которая составила в белом мясе 33,4 и 46,4%, в красном – 31,6 и 36,4%, соответственно, в сравнении с контролем.

Заключение. Применение в кормлении бройлеров наноразмерного бентонита способствовало повышению продуктивности, сохранности и снижению содержания солей кадмия и свинца в белом и красном мясе в сравнении с контрольными цыплятами и получавшими бентопорошок.

Литература

1. Ежкова, А.М. Влияние кормовой добавки наноразмерного бентонита на качество мяса цыплят-бройлеров / А.М. Ежкова, А.Х. Яппаров, Т.Ю. Мотина, И.А. Яппаров, В.О. Ежков // Ученые записки КГАВМ. – Казань, 2012. – Т. 209. С. 35-40.

2. Ежкова, М.С. Наноисследования ультраструктуры почек норок, получавших кормовую добавку Татарстанского монтмориллонита / Ежкова М.С., Ежков В.О., Нефедьев А.Е., Нефедьев Е.С., Низамеев И.Р./ Ученые Записки КГАВМ, 2011. – Т. 207. – С. 236-242.

3. Яппаров, А.Х. Определение острой оральной токсичности наноразмерного бентонита / А.Х. Яппаров, В.О. Ежков, И.А. Яппаров, Т.Ю. Мотина, А.М. Ежкова // Ученые записки КГАВМ. – Казань, 2012. – Т. 209. - С. 271-276.

ИЗУЧЕНИЕ НАНОСТРУКТУРЫ ПЕЧЕНИ И ПОЧЕК НОРОК МЕТОДОМ ПРЕРЫВИСТО-КОНТАКТНОЙ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ

Ежков В.О., Нефедьев А.Е.,
ГНУ «Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения Российской академии сельскохозяйственных наук»
Ежкова М.С., Нефедьев Е.С., Низамиев И.Р.,
Казанский национальный исследовательский технологический университет

Аннотация. Установлено сходство структур ПКАСМ-изображения образцов печени и почек от норок в эксперименте и контроле, что свидетельствовало об отсутствии отрицательного воздействия на этот орган примененной кормовой добавки сорбента. При этом наноисследования ультраструктуры органов были менее трудоемки, достаточно информативны в объективизации их морфологии.

Annotation. It is installed resemblance of the structures PKASM-scenes sample liver and bud from minks in experiment and checking that was indicative of absence of the negative influence on this organ of the aplying stern additive of the sorbent. Herewith nanostudy ultrastructure of organs were more labour-consuming, it is enough informative in objectivization of their morphologies.

Ключевые слова: наноструктура, норка, бентонит, печень, почки

В Послании Президента Республики Татарстан Государственному Совету Республики Татарстан 2012 г. – документе, определяющем приоритеты развития республики, сказано: «Производство конкурентоспособно лишь при использовании новых материалов и технологий» [1].

Нанотехнология (НТ) возникла в результате «освоения» и практического применения многих фундаментальных достижений науки, полученных за долгое время и только сейчас ставших основой новых технологий. Нанонаука выделилась в качестве отдельной дисциплины лишь в XXI веке, хотя многие из давно используемых человечеством материалов и процессов фактически связаны с нанотехнологиями [6, 7].

К нанотехнологическим исследованиям принято относить изучение или контролируемое воздействие на объекты размером 1-100 нм. Несомненно, в этой сфере качественный рывок произойдет только тогда, когда появится возможность создавать материалы и устройства, в которых в процессе производства будет известно и точно задано положение каждого атома.

Основным инструментом наноисследований для разработки нанотехнологий является прерывисто-контактная атомно-силовая микроскопия (ПКАСМ). В то же время при распознавании топографии или рельефа исследуемого объекта нельзя определить разновидность атома или молекулы с помощью технологии ПКАСМ при отсутствии другой информации, но возможно проведение ограниченной идентификации материалов. Несомненным достоинством технологии ПКАСМ является картографирование жесткости и вязкости поверхностей с использованием модуляционных силовых методов. Нанотехнологии открывают огромные возможности в информационных технологиях, позволяя понять, а затем и использовать принципы обработки информации в живой природе (биоинформатика) [2].

Применение ПКАСМ в биологии особенно важно при изучении наноструктуры органов и тканей и, в частности, печени и почек. Печень и почки животных принимают активное участие в метаболизме и обеспечении гомеостаза организма.

Структурно-функциональное состояние этих органов на макро-, микро- и наноуровнях является своего рода индикатором результата воздействия различных экзогенных и эндогенных факторов на организм животных [3, 4, 5].

Материал и методики исследований. Мы провели сравнительный анализ структурно-функционального состояния печени и почек норок при общем рационе (ОР) и включении в него оптимального количества бентонита Татарстанского месторождения. При исследовании применяли светооптическую, электронную, прерывисто-контактную атомно-силовую микроскопию.

Результаты исследований. При макроскопическом, гистологическом, гистохимическом и электронномикроскопическом исследованиях установлено сходство морфологии изученных органов у контрольных и экспериментальных животных с некоторыми количественными изменениями структурных параметров у норок в опыте.

В образцах печени ПКАСМ-изображение участков органа при масштабе 400-600 nm характеризовалось однородностью рельефа цитолеммы гепатоцитов в виде равномерной бугристости и неровной линии тесных межклеточных контактов (рис. 1, 2).

В образцах почек эпителиальные клетки проксимального отдела нефрона в области апикального полюса имели четкость структуры щеточной каймы без нарушений поверхности мембраны при масштабе 400 nm. Топография эндотелиоцитов гломерулы капилляров почечного тельца характеризовалась углублениями цитолеммы, свойственными фенестрам этих клеток для обеспечения фильтрации крови (рис. 3, 4). Следует отметить сходство структур ПКАСМ-изображения образцов почек у животных в эксперименте и контроле, что свидетельствует об отсутствии отрицательного воздействия на эти органы примененной кормовой добавки сорбента.

Следует отметить сходство структур ПКАСМ-изображения образцов печени и почек у животных в эксперименте и контроле, что свидетельствует об отсутствии отрицательного воздействия на эти органы примененной кормовой добавки сорбента.

Заключение. Установлено сходство структур ПКАСМ-изображения образцов печени и почек у животных в эксперименте и контроле, что свидетельствовало об отсутствии отрицательного воздействия на этот орган примененной кормовой добавки сорбента. При этом наноисследования ультраструктуры органов были менее трудоемки, достаточно информативны в объективизации их морфологии.

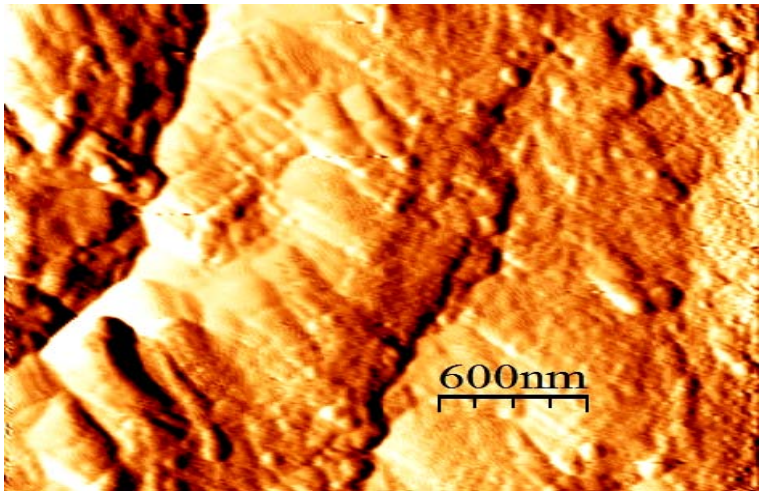


Рис. 1. Однородность рельефа цитолеммы гепатоцитов и неровная линия тесных межклеточных контактов

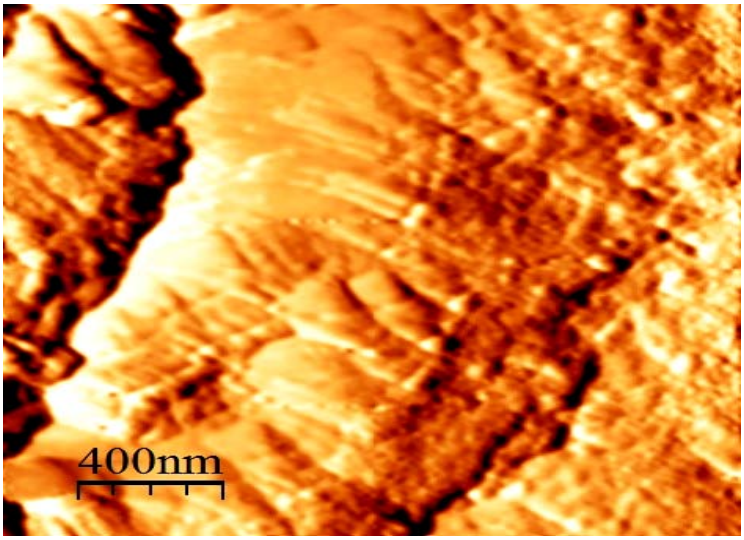


Рис. 2. Равномерная бугристость цитолеммы гепатоцитов и тесные межклеточные контакты между ними

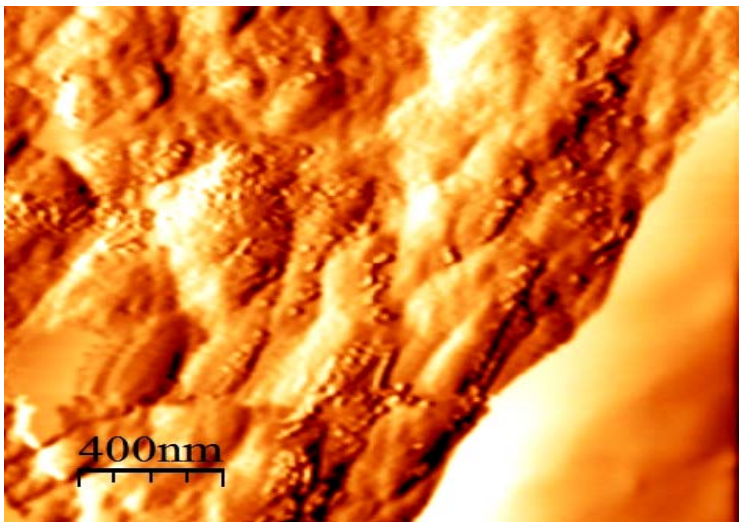


Рис. 3. ПКАСМ изображение топографии ворсинок щеточной каймы эпителиоцита проксимального канальца нефрона почки

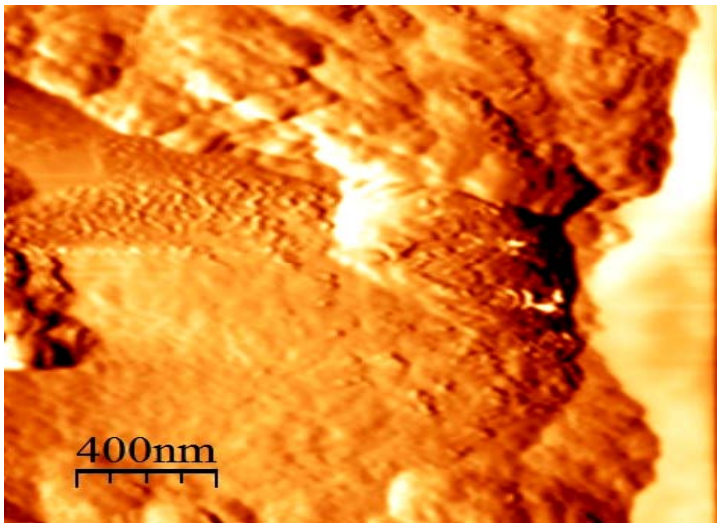


Рис. 4. ПКАСМ изображение топографии эндотелиоцита капилляра гломерулы с углублениями цитолеммы в области фенестры

Литература

1. Послание Президента Республики Татарстан Государственному Совету Республики Татарстан 2012г., г. Казань. – http://president.tatarstan.ru.

2. Кобаяси, Н. Введение в нанотехнологию /Н. Кобаяси // - М. - БИНОМ. - Лаборатория знаний. - 2007. - С. 23.

3. Ежков, В.О. Ультраструктура гепатоцитов и синусоидных клеток печени у половозрелых норок/ В.О. Ежков, И.С. Константинова, В.А. Ковальчук// Матер. МНПК «Влияние антропогенных факторов на структурное состояние органов, тканей и клеток организма человека и животных». – Казань: Медицина, 1997. – С. 38.

4. Ежкова, М.С. Влияние разных доз кормовых добавок бентонита на структурно-функциональное состояние некоторых органов зверей/ М.С. Ежкова, А.А. Шилов, Ю.Б. Василевская, В.А. Ковальчук// Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. - Казань, 2006. - С. 200-202.

1. 5. Ежкова, М.С. Наноисследования ультраструктуры почек норок, получавших кормовую добавку татарстанского монтморилонита/ М.С. Ежкова, В. О. Ежков, А. Е. Нефедьев, Е. С. Нефедьев, И. Р. Низамеев // Уч. Записки КГАВМ. – 2011. – Т.181. – С.236-242.

5. Тимирясов, В.Г. Нанотехнологии: новый этап в развитии человечества /В.Г. Тимирясов, Л.Ф. Гайнуллина, Д.А. Сергеев и др.// Казань. - Познание. - 2009. - 192 с.

6. Фостер, Л. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности /Л. Фостер // - М. - Техносфера. - 2008. - 352 с.

СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОРАЗМЕРНОЙ ФОСМУКИ И БИОПРЕПАРАТА КОМПЛЕКСНОГО ДЕЙСТВИЯ

Яппаров А.Х., Дегтярева И.А., Хидиятуллина А.Я.,
ГНУ «Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения Российской академии сельскохозяйственных наук»

Цель исследований – изучение микробного ценоза при совместном использовании биопрепарата и нанофосмуки при возделывании кукурузы.

Действие комплексного биоудобрения было изучено в вегетационном опыте на серой лесной почве по следующей схеме: 1 – контроль (без растений); 2 – контроль (без удобрений); 3 – аммиачная селитра (40 кг д.в. азота на 1 га); 4 – мизорин; 5 – фосфоритная мука в дозе 1,0 т/га; 6 – фосфоритная мука в дозе 0,1 т/га; 7 – нанофосфоритная мука в дозе 0,1 т/га; 8 – консорциум азотфиксирующих и фосфатмобилизующих микроорганизмов (КМ); 9 – фосфоритная мука в дозе 1,0 т/га + КМ; 10 – фосфоритная мука в дозе 0,1 т/га + КМ; 11 – нанофосфоритная мука в дозе 0,1 т/га + КМ. Возделываемая культура – кукуруза (Zea mays L.), сорт 704.

Изучение влияния инокуляции на семена проводили консорциумом, созданным на основе азотфиксирующих (Azotobacter chroococcum, Pseudomonas brassicacearum) и фосфатмобилизующих (Sphingobacterium multivorum, Achromobacter xylosoxidans) микроорганизмов. Почвенные образцы из ризосферы кукурузы отбирали в фазах вегетативной и полной спелости. Комплексное исследование микробоценоза включало определение численности жизнеспособных микроорганизмов различных эколого-трофических групп методом посева соответствующих разведений на элективные среды, суммарной микробной биомассы (Cmic), субстрат-индуцированной респираторной активности. Все параметры измеряли не менее чем в трехкратной повторности.

Положительное влияние консорциума наблюдали во всех вариантах с использованием фосмуки как в нативном (дозы внесения 1,0 и 0,1 т/га), так и в наноразмерном (доза внесения 0,1 т/га) виде. Наибольшая урожайность зеленой массы была получена при совместном использовании биопрепарата и нанофосмуки (на 40% выше контроля без удобрений). При этом ассоциация аборигенных штаммов была лучше промышленного биопрепарата мизорина. Положительное влияние внесенного консорциума коллекционных штаммов не только сопоставимо с минеральными удобрениями, но даже превышает их на 6-15%.

Данные микробиологического мониторинга свидетельствуют о том, что активный рост азотфиксирующих, фосфатмобилизующих микроорганизмов, наибольший уровень респираторной активности и микробной биомассы (в 1,5-2,0 раза выше контроля без удобрений) также отмечен во всех вариантах с консорциумом микроорганизмов.

Таким образом, совместное использование наноразмерной фосмуки и биопрепарата комплексного действия способствовало повышению урожайности, улучшению микробиологических и агрохимических показателей почвы.

ПРЕРЫВИСТО-КОНТАКТНАЯ АТОМНО-СИЛОВАЯ МИКРОСКОПИЯ НАТИВНОГО И НАНОРАЗМЕРНОГО БЕНТОНИТА

Яппаров А.Х., Яппаров И.А., Ежков В.О., Ежкова А.М.,
ГНУ «Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения Российской академии сельскохозяйственных наук»;
Низамеев И.Р.,
Казанский национальный исследовательский технологический университет

Аннотация. Изображения, полученные с помощью прерывисто-контактной атомно-силовой микроскопии, выявили различия в структуре бентонита и наноразмерного бентонита. Полученные новые данные объясняют и дополняют общие биологические знания о механизме сорбции и ионного обмена наноразмерного бентонита в организме сельскохозяйственных животных.

Annotation. The Scenes got by means of intermittent-contact atomic-power microscope, have revealled the differences in structure of the bentonite and nanodimensioned bentonite. Got new data explain and complement general biological knowledges about mechanism of the sorptions and ion exchange of nanodimensioned bentonite in organism agricultural animal.

Ключевые слова: наночастицы, бентонит, сорбция, ионообмен

В Послании Президента Федеральному Собранию 2008 г. – документе, определяющем приоритеты развития государства, сказано: «Россия должна стать крупным экспортером интеллектуальных услуг. Для этого необходимо обеспечить лидерство в нанотехнологиях» [1]. Нанотехнологии определяют как набор технологий или методик, основанных на манипуляциях с отдельными атомами и молекулами (т.е. методик регулирования структуры и состава вещества) в масштабах 1-100 нм. Использование характерных особенностей веществ порядка нанометров создает дополнительные, совершенно новые возможности для разработки технологических приемов, связанных с электроникой, материаловедением, химией, механикой и многими другими областями науки. Получение новых материалов и развитие на их основе новых методик обещает интенсивное развитие научно-технического прогресса в информационных технологиях, производстве конструкционных материалов, конструировании сверхточных устройств, изготовлении фармацевтических препаратов, в том числе новых эффективных энтеросорбентов, и т.д. [5].

Бентонитовые глины являются природными сорбентами. Они имеют аморфную гелево-пористую структуру с ленточно-слоистыми разбухающими пакетами, которая обуславливает уникальные сорбционные, ионообменные, каталитические и фильтрационные свойства минерала. Высокие сорбционные свойства бентонитов, способность при сорбировании увеличивать свой объем в несколько раз, позволяют использовать их в качестве сорбентов токсических веществ в организме животных, а ионообменные свойства – для восполнения минерального питания [2, 4].

Запасы бентонитовых глин по территории Российской Федерации составляют 8-10 млрд. тонн. Республика Татарстан имеет разрабатываемые и подготовленные к разработке месторождения бентонитов, запасы которых свыше 130 млн. тонн [3].

Изучение бентонитов с применением технологии прерывисто-контактной атомно-силовой микроскопии (ПКАСМ) позволит выяснить его структуру, интер-

претировать истинную топографию поверхности и восполнить общие биологические знания о механизме сорбционного действия и ионного обмена агроминерала в организме сельскохозяйственных животных.

Материалы и методы. Материалом для исследований стали бентонит Тарн-Варского месторождения Нурлатского района Республики Татарстан и полученный из него наноразмерный бентонит. Для исследования применяли метод прерывисто-контактной атомно-силовой микроскопии (ПКАСМ) с использованием сканирующего зондового микроскопа MultiMode V фирмы Veeco (СЗМ). Препараты бентонита готовили в виде водного (деионизированная вода) раствора порошка. Препараты нанобентонита получали диспергированием в ультразвуковой установке УЗУ-0,25. Капли препаратов наносили на подложку из слюды с последующим осаждением на нее.

Результаты исследований. Изображения бентонита и наноразмерного бентонита, полученные на сканирующем зондовом микроскопе в оптическом режиме с увеличением 300^x, визуально дают представление о структуре вещества. ПКАСМ снимок бентонита представлен отдельными крупными, разрозненными конгломератами размером в несколько мкм. Наноразмерный бентонит представлен объемной, порошкообразной, распушенной структурой с разбросом частиц, со значительным уменьшением их размеров и увеличением количества.

Изучение топографии поверхности бентонита выявили, что исследованный образец состоит из конгломератов размерами от 900 нм до 1,3 мкм, количество которых достигает 70,0%, а 30,0% составляют более крупные (10,0 – 22,0 мкм) и мелкие образования (125,0 – 350,0 нм). Кроме этого, наблюдали сгущения, состоящие из нескольких более мелких образований, с размерами, упомянутыми выше (рис. 1).

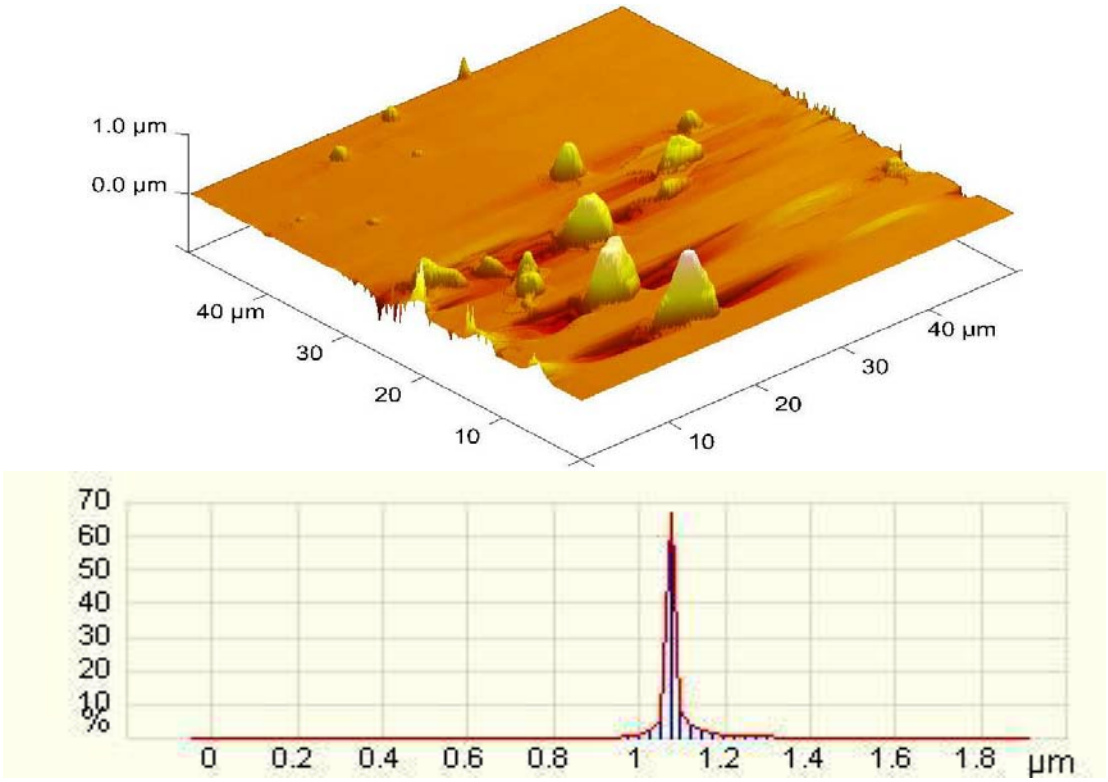


Рис. 1. АСМ изображение топографии поверхности и гистограмма бентонита.

При изучении топографии поверхности наноразмерного бентонита наблюдали образования со средним размером частиц 55,0-82,0 нм, их количество было около 40,0%, а так же более мелкие образования с размером частиц 33,0-35,0 нм, их количество превышало 50,0% (рис. 2).

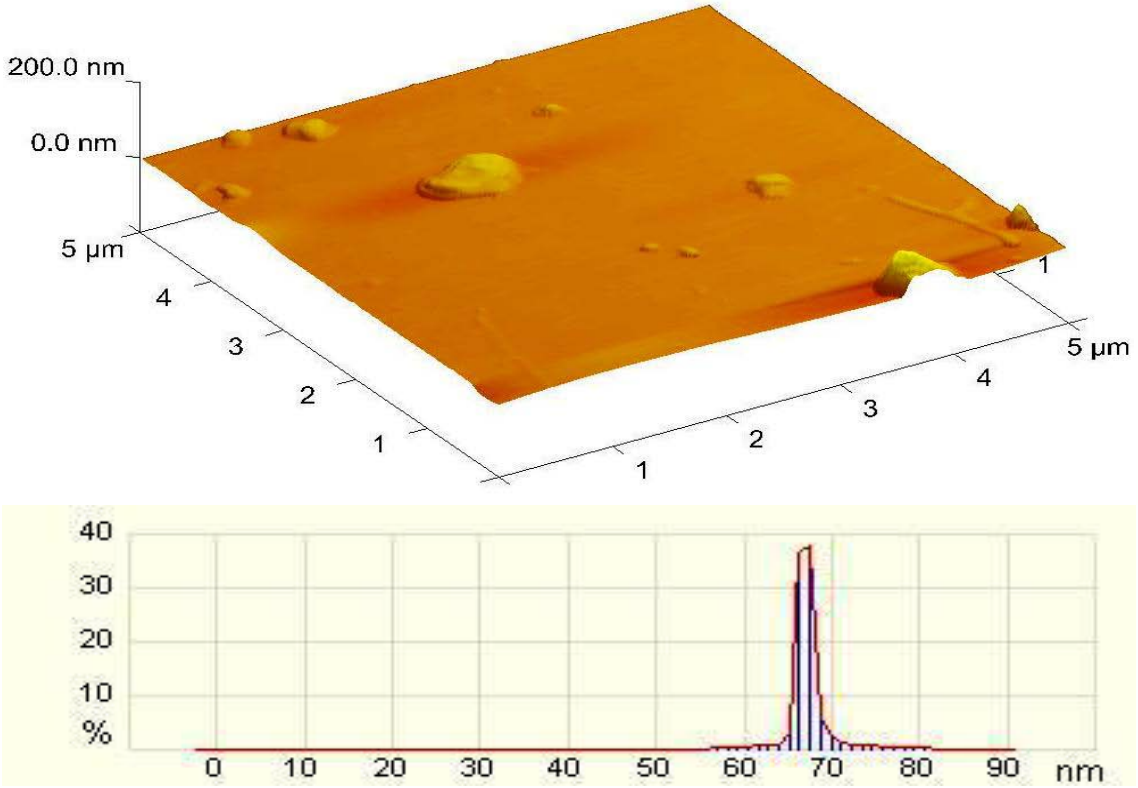


Рис 2. АСМ изображение топографии поверхности и гистограмма наноразмерного бентонита.

Заключение. Изображения, полученные с помощью прерывисто-контактной атомно-силовой микроскопии, выявили различия в структуре бентонита и наноразмерного бентонита. Полученные новые данные объясняют и дополняют общие биологические знания о механизме сорбции и ионного обмена наноразмерного бентонита в организме сельскохозяйственных животных.

Литература

1. Послание Президента Российской Федерации Федеральному Собранию Российской Федерации, 5 ноября 2008 г. // Российская газета.- 2008. - 6 ноября.

2. Агроминеральные ресурсы Татарстана и перспективы их использования/ Р.Х. Абузяров, Ф.И. Идиатуллин, Ф.Г. Ахметов, П.А. Аблямитов и др.; Под ред. А.В. Якимова. - Казань: Фэн. - 2002. - 272с.

3. Дистанов, У.Г. Нетрадиционные виды нерудного минерального сырья/ Под. ред. Дистанова У.Г., Филько А.С. – М.: Недра, 1990. - 260 с.

4. Ежкова, А.М. Коррекция содержания солей тяжелых металлов бентонитами в системе «почва-растение-животное-животноводческая продукция» в регионах различной степени техногенной нагрузки / А.М. Ежкова, А.Х. Яппаров, И.А. Яппаров, В.О. Ежков. Казань: Центр инновационных технологий, 2008. – 340 с.

5. Суслов, А.А. Сканирующие зондовые микроскопы (обзор) // А.А. Суслов, С.А. Чижик. Материалы, Технологии, Инструменты – Т.2, 1997, №3.- С. 78-89.

НОВЫЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ ОСТЕОИНТЕГРАЦИИ ДЕНТАЛЬНЫХ ИМПЛАНТАТОВ ИЗ НАНОСТРУКТУРНОГО ТИТАНА

Хафизов Р.Г., Миргазизов М.З., Хафизова Ф.А., Миргазизов Р.М., Хафизов И.Р., Миргазизов А.М., Хаирутдинова А.Р.,
Казанский государственный медицинский университет,
Фонд развития высоких стоматологических технологий «Биосовместимые материалы и имплантаты»,
Стоматологический центр «Имплантстом», г. Казань.

Аннатация. В статье представлены результаты комплексных исследований по изучению остеоинтеграции дентальных имплантатов на основе нанотехнологий.

Ключевые слова: нанотехнологии, дентальные имплантаты, остеоинтеграция.

Annotation. This article contains selected results of conprehensive studies on the osseointegration of dental implants based on nanotechnology.

Key words: nanotechnology, dental implants, osseointegration.

Несмотря на большие успехи дентальной имплантологии, основанные на применении титана и его сплавов и различных биосовместимых покрытий, необходимость в улучшении свойств применяемых материалов и конструкций имплантатов в настоящее время остается актуальной и перспективной задачей. Применение инновационных нанотехнологий сегодня дают большую свободу в разработке новых материалов и имплантатов.

В данной статье речь пойдет о новом подходе к изучению остеоинтеграции дентальных имплантатов в результате применения метода химического глубинного травления, который заключается в удалении травителем металла с поверхности на большую глубину, включая сквозное протравливание. Впервые данный метод был предложен и использован М.З. Миргазизовым. В данной работе представлены материалы по использованию метода ХГТ при изучении остеоинтеграции имплантата из наноструктурного титана. Изучение особенностей интеграции имплантатов из наноструктурного титана в эксперименте проводили на 6 собаках. В лунки премоляров нижних челюстей собак были установлены 18 непосредственных имплантатов. Винтовые дентальные имплантаты были изготовлены из наноструктурного титана, полученного в Научно-образовательном и инновационном центре «Наноструктурные материалы и нанотехнологии» под руководством проф. Колобова Ю.Р.Параметры резьбовой поверхности имплантата показаны на рисунке 1.

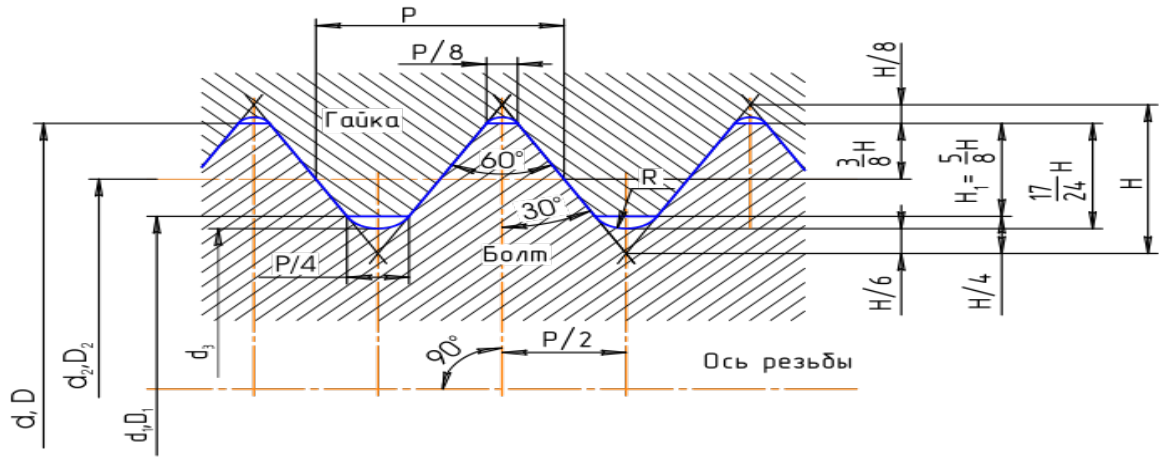


Рис.1. Параметры резьбовой поверхности имплантата из наноструктурного титана.

Операция проводилась следующим образом: под внутривенным наркозом раствора дипривана (6 мг/кг капельно) проводили коронорадикулярную сепарацию второго премоляра (двухкорневой у собак). Затем аккуратно, с помощью прямого элеватора, извлекали две части зубов с корнями.

После обработки раны 0.06% раствором хлоргексидина непосредственно устанавливали титановые имплантаты в лунки второго премоляра .

Проводились контрольные боковые рентгеновские снимки челюстей собак (рис. 2).

Рис. 2. Боковая рентгенограмма собаки после непосредственной имплантации

Через 1, 3 и 6 месяцев у 3 собак были изъяты костные блоки с приживленными имплантами, при этом собаки не умерщвлялись (рис. 3 и 4).

Рис. 3. Выпиливание костного блока с приживленными имплантатами.

Рис. 4. Костный блок с интегрированными непосредственными имплантатами.

Для этого костный блок, содержащий непосредственный титановый имплантат, промывают в проточной воде и помещают в специальный раствор для глубокого травления титана:

- 40% раствор плавиковой кислоты – 220 г.;
- металлический цинк – 100 г.;
- этиленгликоль – 800 г.

В результате такого химического травления через 30 дней происходит растворение имплантата (вытравливание металла) с сохранением окружающей ткани.

Освобожденный от металла костный блок готов для исследования, которое состоит из следующих этапов:

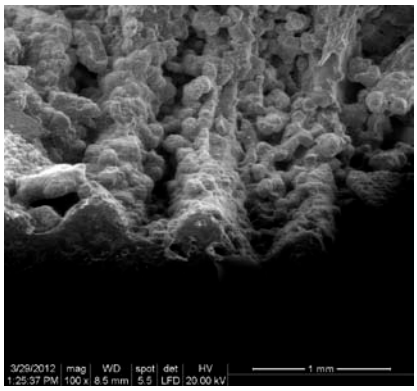
1-й этап - макроскопическая оценка; 2-й – электронно-микроскопическое изучение; 3-й –гистологическое изучение.

Макроскопически наибольший интерес у костного блока представляет зона остеоинтеграции, которая отражает картину взаимоотношений резьбовой поверхности имплантата с костной тканью. Наличие в этой зоне костного рисунка резьбовой поверхности имплантата является характерным признаком остеоинтеграции (рис.5).

Рис.5. Отчетливо виден след резьбы на стенках костного блока в зоне остеоинтеграции после вытравливания имплантата.

На втором этапе исследования провели растровую электронно-микроскопию костных блоков, полученных через 1, 3 и 6 месяцев от начала эксперимента. Результаты показали, что уже на первом месяце взаимодействия имплантата с кост-

ной тканью начинается проявление структуры резьбовой поверхности имплантата (рис.6). Однако в эти сроки полноценный рисунок «костной резьбы» отсутствует. В сроки 3 и 6 мес. (рис.7,8) наблюдается картина полного соответствия костного рисунка резьбы с параметрами резьбовой поверхности имплантата.



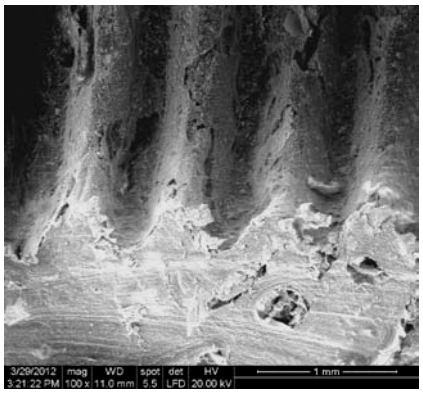


Рис.6./ Рис.7.Растровая микроскопия через 1 мес. и 3 мес. соответственно

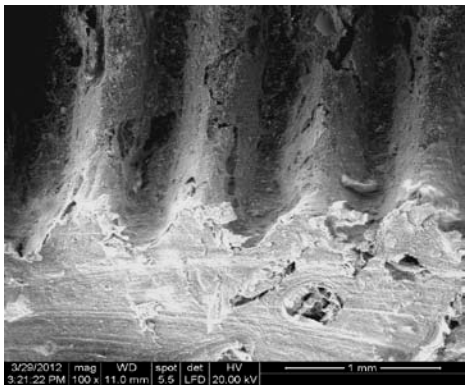


Рис.8. Растровая микроскопия через 6 мес.

На основании двух этапов исследования нами сформулировано новое понятие об остеоинтеграции винтовых имплантатов. По нашему мнению, остеоинтегрированный винтовой имплантат представляет собой такое состояние, когда поверхности каждой впадины и вершины резьбы имплантата полностью заполнены зрелой новообразованной компактной костной тканью, рисунок которой с большой точностью зеркально повторяет геометрию резьбовой поверхности имплантата.

На 3-ем этапе исследования костный блок промывали в проточной воде и изготавливали по стандартной методике парафиновые срезы и окрашивали гематоксилином – эозином, а также по Ван Гизону.

Результаты проведенных экспериментально-морфологических исследований приведены ниже на рисунках 9-14.

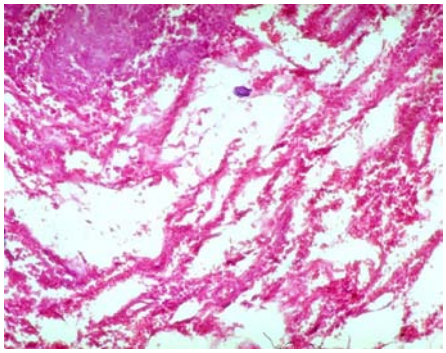


Рис. 9. Грануляционная ткань и лимфогистиоцитарная инфильтрация. Верхний сегмент имплантата через 1 мес. эксперимента. Окраска гематоксилином и эозином. х 400.

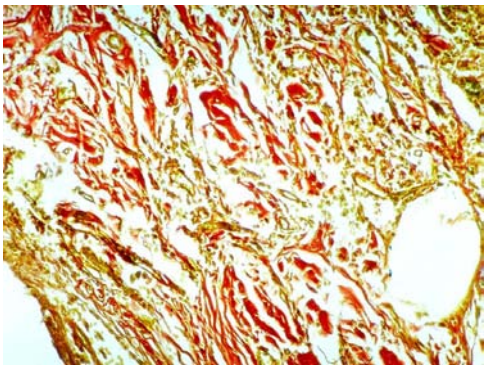


Рис.10. Грануляционная ткань и лимфогистиоцитарная инфильтрация. Средний сегмент имплантата через 1 мес. эксперимента. Окраска гематоксилином и эозином. х 400.

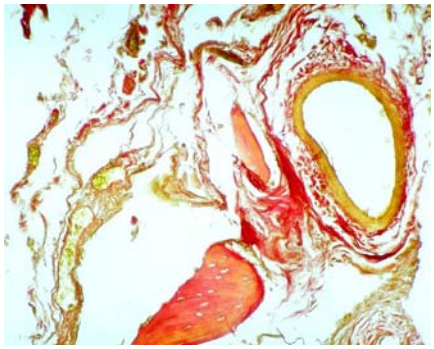


Рис.11. Соединительная ткань и отдельные костные балки. Нижний сегмент имплантата через 1 мес. эксперимента. Окраска по Ван Гизону. х 400.

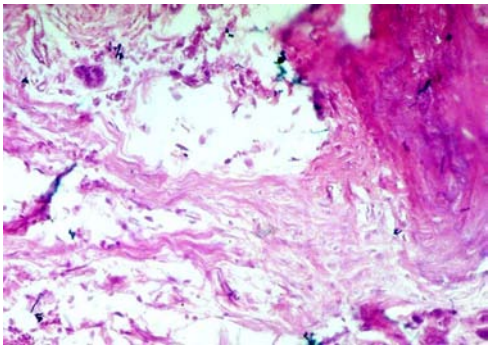


Рис.12. Трансформация фиброзной ткани в костную. Верхний сегмент имплантата через 3 мес. эксперимента. Окраска гематоксилином и эозином. х 400.

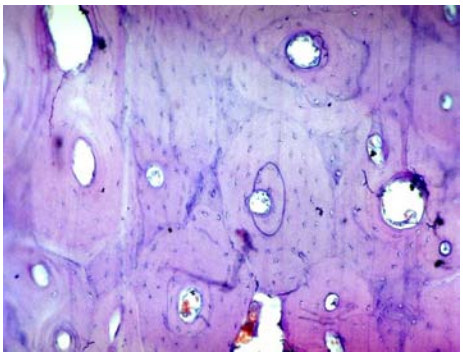


Рис.13. Пластинчатая кость с кровеносными сосудами в гаверсовых каналах (внизу). Нижний сегмент имплантата через 3 мес. эксперимента. Окраска гематоксилином и эозином. х 400.

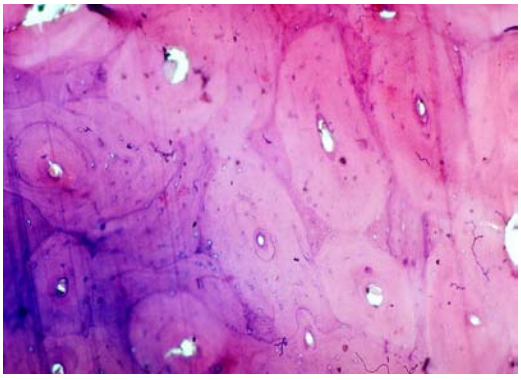


Рис.14. Зрелая пластинчатая кость через 6 мес. эксперимента. Окраска гематоксилином и эозином. х 400.

Экспериментально-морфологическое изучение интеграции имплантатов, с использованием метода химического глубинного травления по Миргазизову, позволило выявить особенности регенерации, происходящие вокруг резьбовых наноструктурных имплантатов, непосредственно установленных в лунки двухкорневых зубов собаки и подтвердить факт формирования зрелой компактной кости

через три месяца в нижней половине и через шесть месяцев по всей длине имплантата. Кроме того, исследования позволили рассматривать остеоинтеграцию винтового имплантата как полное зеркальное отражение рисунка поверхности имплантата на контактирующей поверхности кости, возникшее в результате сложных костеобразовательных процессов.

Литература

1. Миргазизов М.З., Гюнтер В.Э. Разработка имплантатов с наноструктурными элементами. Российский вестник дентальной имплантологии -2006-№1/2.С.40-43.
2. Миргазизов М.З.,Колобов Ю.Р., Миргазизов Р.М., Иванов М.Б., Голосов Е.В., Хафизов Р.Г., Миргазизов А.М. // Перспективы создания новых имплантационных материалов и дентальных имплантатов на основе нанотехнологий. Российский вестник дентальной имплантологии.2010.№ 1(21). Стр.96-100.
3. Миргазизов М.З. Миргазизов А.М. Миргазизов Р. Прошлое, настоящее и будущее стоматологической имплантологии. «Beyik Galkynslar Zamanasynda Turkmenistanyn Saglygly Gorayys Ulgamyda Yetilen Sepgetler». Atly Halkara Sergi We Ylmy Maslahat. 2009-njy yylyn 21-23 iyuly,Turkmenistan, Asgabat, «Sergi Kosgi». Asgabat-2009.566-567.

МЕТОД ХИМИЧЕСКОГО ГЛУБИННОГО ТРАВЛЕНИЯ МЕТАЛЛА, ИНТЕГРИРОВАННОГО С КОСТНОЙ ТКАНЬЮ ПРИ ДЕНТАЛЬНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ

Миргазизов М.З., Хафизов Р.Г., Миргазизов Р.М., Хафизова Ф.А., Миргазизов А.М., Хафизов И.Р., Хаирутдинова А.Р.,
Казанский государственный медицинский университет,
Фонд развития высоких стоматологических технологий «Биосовместимые материалы и имплантаты»,
Стоматологический центр «Имплантстом», г. Казань

Аннотация. В данной работе представлены материалы по использованию метода химического глубинного травления металла при изучении остеоинтеграции наноструктурного имплантата из пористого сплава никелида-титана

Ключевые слова: нанотехнологии, метод химического глубинного травления, пористый материал из сплава никелида-титана.

Annotation. In this work materials on use of a method of chemical deep etching of metal when studying osteointegration of a nanostructural implant from a porous alloy of the nikelid-titan.

Keywords: are presented: nanotechnologies, a method of chemical deep etching, a porous material from an alloy of the nikelida-titan.

Для микроскопического изучения взаимосвязи костной ткани с имплантатами из титана и его сплавов применяют различные методы: микроскопию пограничной зоны «имплантат-кость» на шлифах, изломах и исследование костной ткани, отделенной от имплантата механическим способом и др.

Все эти методы имеют свои недостатки. Например, при получении срезов кости с имплантатом и изготовлении шлифов часто разрушается костная ткань на границе с имплантатом. Точно также трудно сохранить целостность кости, связанной с имплантатом при изломах. Механическое разъединение имплантата и кости вовсе не позволяет сохранить природу их связи. В результате этих недостатков снижается ценность информации о характере связи тканевого комплекса с имплантатом.

Известны за рубежом работы, в которых авторы пытаются устранить эти недостатки. Linder, Thomsen, Eriksson предлагают сепарировать имплантат и ткани при хорошо контролируемых условиях под микроскопом. Albrektsson соавторами предложил в эксперименте при изучении на микротоме пластиковые имплантаты, покрытые тонким металлическим слоем. Такой метод позволяет сделать срезы через имплантат с толщиной слоя титана 1,000 Ангстрем.

Однако эта методика существенно отдаляет условия эксперимента от реально протекающих процессов остеоинтеграции. Ответ тканей на объем металла, из которого сделан имплантат, на структуру его поверхности будет безусловно разным и отличаться от реакции костной ткани на тонкий слой металла, нанесенного на пластмассу.

Кроме того реакция тканей на пластмассу может изменить истинный результат. Эта методика в последующем была модифицирована путем электрохимической препаровки поверхностного слоя имплантата, контактирующегося с костной тканью.

Однако при этом недостатки, связанные с нанесением на пластиковую основу тонкого слоя металла, остались. М.З. Миргазизовым для устранения указанных недостатков предложена оригинальная методика подготовки к микроскопическому исследованию препаратов кости с интегрированными имплантатами, когда ткани глубоко или насквозь проникают в толщу имплантата. В литературе она опубликована под названием «методика глубокого травления по Миргазизову». В последующих публикациях употребляется и другое название «Метод глубокого кислотного травления (сокращенно метод ГКТ).В последнее время, автор предлагает уточненное название: «Метод химического глубинного травления по Миргазизову» (сокращенно МХГТ).

Метод химического глубинного травления заключается в удалении травителем металла с поверхности на большую глубину, включая сквозное протравливание. Он получил широкое применение в промышленности. Однако, метод химического глубинного травления с целью удаления металла, интегриророванного с тканями, впервые был предложен и использован М.З. Миргазизовым.

Сущность метода ХГТ по Миргазизову заключается в следующем: блок кости с имплантатом, вырезанный из зоны имплантации, помещается в специальный раствор со следующими ингредиентами:

- 40% р-р плавиковой кислоты- 220 г.;
- металлический цинк - 100 г.;
- этиленгликоль - 800 г.

Состав раствора выбран на основе следующих положений. Титан легко реагирует даже со слабыми кислотами в присутствии комплексообразователей, например с плавиковой кислотой HF он взаимодействует, благодаря образованию комплексного аниона [TiF6]2-Zn является комплексообразователем со степенью окисления +2(Znii). Характерное координационное число 4.

При окислении этиленгликоля в зависимости от условий окислителя образуется смесь гликолевого альдегида HOCH2CHO, гликолевой кислоты HOCH2COOH, глиоксаля OHCCHO, глиоксалевой кислоты OHCCOOH и щавелевой икислоты. Окисление молекулярным кислородом приводит к периоксидам, формальдегиду, муравьиной кислоте.

Через 30-45 дней под воздействием указанного раствора металл полностью исчезает, сохраняя при этом структуру тканей, которые находились в контакте с имплантатом. Одновременно с этим костная ткань подвергается деминерализации и становится пригодной для получения гистологических срезов.

Экспериментально-морфологические доказательства способа растворения титана, интегрированного с костной тканью, нами получены при изучении тканевой интеграции двух типов титановых имплантатов: пористых (никелид титана) и беспористых (наноструктурный титан).

Ниже приводим эксперименты проведенные на собаках по восстановлению сегментарного дефекта костной ткани альвеолярного отростка челюстей на основе применения пористых материалов из сплава никелида –титана .

После забора материала для морфологического исследования у экспериментальных животных использовали вышеописанный метод глубокого травления по Миргазизову .

Рис.1.Новообразованная костная ткань сформированная с применением остеокондуктивного материала - пористого никелид-титанового порошка (через 6 мес.)

Рис.2 Исследуемый блок, содержащий остеокондуктивный материал – пористый порошок из никелида титана с новообразованной костной тканью (через 6мес.)

В результате такого химического активирования через 14 дней происходило растворение пористого порошка из никелида титана (вытравливание) с сохранением окружающей новообразованной ткани (рис.3).

На гистологических препаратах пластинчатая костная ткань имела ячеистый вид, поскольку образовалась вокруг гранул никель-титанового порошка, удаленных путем глубинного травления (Рис. 4).

В результате использования метода глубокого травления по Миргазизову удалось полностью удалить пористые материалы из изучаемых блоков, при этом окружающая ткань осталась неповрежденной. В исследуемых блоках новообразованная структура ткани сохранялась. Данный метод открывает новые возможности для детального морфологического изучения новообразованной ткани как на поверхности, так и внутри пор пористых биосовместимых наноструктурных материалов из сплава никелида-титана.

Рис.3.Костный блок, после глубокого травления по Миргазизову. Отчетливо видны поры на стенках костного блока после вытравливания пористого порошка из никелида-титана.

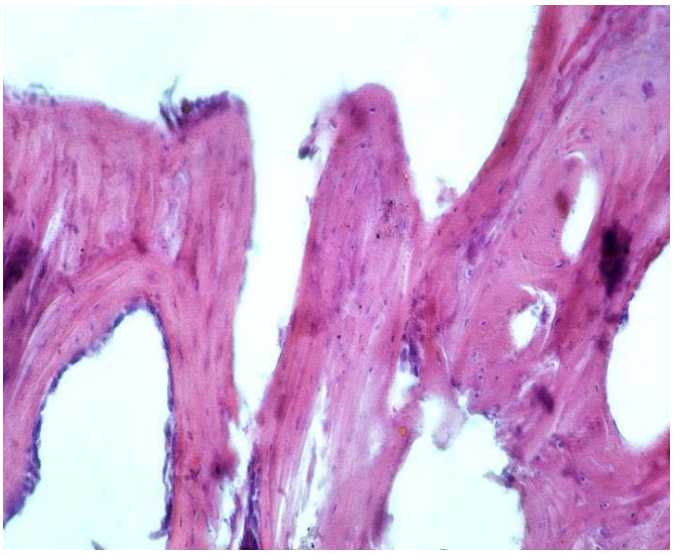


Рис. 4 Микрофотография новообразованной ткани после удаления пористого материала из сплава никелида-титана методом глубинного травления. Пластинчатая кость ячеистого строения. Окраска гематоксилином и эозином. х 200.

Литература

1. Миргазизов М.З., Гюнтер В.Э. Разработка имплантатов с наноструктурными элементами. Российский вестник дентальной имплантологии -2006-№1/2.С.40-43.

2. Миргазизов М.З.,Колобов Ю.Р., Миргазизов Р.М., Иванов М.Б., Голосов Е.В., Хафизов Р.Г., Миргазизов А.М. // Перспективы создания новых имплантационных материалов и дентальных имплантатов на основе нанотехнологий.Российский вестник дентальной имплантологии.2010.№ 1(21). Стр.96-100.

3. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. – М.: Академия, 2005, –192 с.

ПРИМЕНЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНО - ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ВИДОВОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПЕРЕВИВАЕМЫХ ЛИНИЙ КЛЕТОК ЖИВОТНЫХ

APPLICATION OF MOLECULAR-CYTOGENETIC METHODS FOR VARIETY IDENTIFICATION OF ANIMAL CELLS LINES

Плотникова Э.М., Закирова Е.Ю., Фаизов Т.Х.,
ФГБУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности» («ФЦТРБ - ВНИВИ»), г. Казань

Аннотация. Показана целесообразность комплексного, цитогенетического и молекулярно-генетического анализа в установлении видовой принадлежности неидентифици-рованной линии клеток для сертификации и паспортизации клеточных культур на примере немаркированной монослойный линии, растущей в стандартных условиях (среда Игла МЕМ с добавлением сыворотки крупного рогатого скота). В качестве объектов сравнения использовали перевиваемые линии клеток почек эмбриона коровы (MDBK) и почек африканской зеленой мартышки (Vero).

В результате кариологического анализа были установлены модальное число хромосом и интервал изменчивости. Методом ПЦР и кариологическими исследованиями показана принадлежность немаркированной клеточной культуры к перевиваемой клеточной линии MDBK.

Abstract. Application of Cytogenetic and Molecular-Genetic Methods for Specif-ic Identification of Finite Ceil Lines.

This article shows the necessity of an integrated cytogenetic and molecular-genetic analysis in specific identification of a non-identified cell line for certification of cell cultures on the example of a non-tagged monolayer line growing in standard conditions (Eagle's MEM with cattle serum). Finite MDBK and Vero cell lines were used for comparison. As a result of karyological analysis, modal chromosome number and variability interval were determined. Karyological research and PCR analysis showed that the non-tagged cell culture belongs to the finite MDBK cell line.

Ключевые слова: хромосомы, кариология, культура клеток, полимеразная цепная реакция (ПЦР).

Keywords: chromosome, karyology, cell culture, PCR.

Введение

В последнее время, как в нашей стране, так и за рубежом, проводится интенсивная работа по использованию ПЦР-теста в ветеринарной медицине. Использование ПЦР позволяет провести скрининг микробной контаминации биологических проб лошадей, К. В.Кулешов использовал ПЦР-тест в реальном времени (ПЦР-РВ) для видовой идентификации клеточных культур [3].Чистота и точная характеристика используемой модели, которой во многих случаях служат постоянные клеточные линии, являются абсолютно необходимым условием работы и требуют их надежной идентификации [1]. В условиях культивирования клетки разных видов животных морфологически трудно различимы. Кроме того, нередко в результате технических ошибок персонала возможно перекрестное заражение клетками разных линий, что происходит довольно часто [2]. Видовая идентификация является одной из основных процедур сертификации и

паспортизации культур клеток при создании банка клеточных культур.

Наиболее распространенным методом определения видовой принадлежности является кариологический анализ, однако высокая кариотипическая изменчивость, которая отражается в изменении модального числа хромосом путем появления маркерных хромосом, усложняет оценку кариотипа. В качестве альтернативного метода для видовой идентификации клеточных культур и выявлении факта возможной контаминации клетками иного видового происхождения используют молекулярно-генетические методы, и в частности метод полимеразной цепной реакции (ПЦР).

В настоящей работе показана возможность комплексного цитогенетического и молекулярно-генетического анализа видовой идентификации немаркированной перевиваемой линии клеток криобанка.

Материалы и методы

Объектом исследования служила неидентифицированная линия клеток, растущая монослоем на среде Игла МЕМ с добавлением 10% сыворотки крови крупного рогатого скота и антибиотиков (ципрофлоксацин, энроксил, пенициллин, стрептомицин и канамицин) по 100 ед/мл. В качестве объектов для сравнения использовали перевиваемые линии клеток MDBK *(*Madin-Darby Bovine Kidney Cells, крупный рогатый скот, почка) и Vero (Vero cells line, зеленая мартышка, почка), относящиеся к разным видам животных и хранящиеся в одном контейнере с исследуемой культурой. Для приготовления препаратов использовали суточные культуры клеток исследуемых линий, которые инкубировали в стандартных условиях [3]. Приготовление препаратов осуществлялось по методу Мурхеда [4]. Подсчет числа хромосом в пластинках проводили под иммерсией с помощью микроскопа АУ-12, увеличение ок. 15, об. 90. В ходе работы было подсчитано 100 мета- фазных пластинок.

Для получения образцов ДНК культуры трипсинизировали и ресуспендировали в STE-1 буфере (0.1 MNaCl, 0.1 M трисНС1, 0.001 M EDTA, pH 7.4). Выделение нуклеиновых кислот осуществляли с помощью фенольно-хлороформной экстракции [5]. Для дифференциации культуры клеток и индикации использовали произвольный праймер № 29 (3'-CCGGCCTTAC-5'). Полимеразная цепная реакция проводилась с использованием 5 нг ДНК в следующей реакционной смеси из расчета на 1 пробу объемом 13.5 мкл: 0.2 мМ dNTP, 1 мкМ праймеров, 1 ед. Taq ДНК-полимеразы в соответствующем 1-кратном буфере (ООО «СибЭнзим», г. Москва), минеральное масло для ПЦР - 20 мкл. ПЦР проводили на амплификаторе «Терцик» (НПФ «ДНК-Технология», Россия) при соответствующих условиях: 94 °С - 30 с, 38 °С -30 с, 72 °С - 40 с, 40 циклов. Продукты ПЦР анализировали в 2%-ном агарозном геле (1XTBE, режим постоянного напряжения 150 В) с последующим окрашиванием этидиум бромидом. В качестве маркера молекулярного веса использовался ДНК-маркер 100Ьр+ 1.5КЬ+ЗКЬ (ООО «СибЭнзим», г.Москва). Результаты электрофореза были визуализированы при 254 нм с помощью цифрового фотоаппарата и обработаны в программе Quantity One 1-D Analysis Software, версия 4.6.3 (BioRad, США).

Вирусологические исследования по выявлению цитопатического действия (ЦПД) на культуры клеток проводили с использованием вируса инфекционного ринотрахеита (ИРТ) вакцинного штамма ТК-А (ВИЭВ) -В2 (ВИЭВ, г. Москва) адаптированного к росту на линии MDBK и реовируса 1 -го типа референтного штамма Lang (Великобритания), к которому чувствительна линия Vero. Данное исследование проводилось для подтверждения видовой принадлежности не-

маркированной линии клеток к культуре MDBK.

Название	*Немаркированная линия*	*MDBK*	*Vero*
Интервал изменчивости	*26-59*	*40-75*	*53-60*
Модальное число хромосом	*36-40*	*42*	*53-60*

Результаты

При подсчете числа хромосом установлено, что исследуемая клеточная линия характеризовалась модальным числом хромосом в пределах 36-40, при этом предел изменчивости для исследуемой линии составлял от 26 до 59 хромосом.

При сравнении полученных результатов с данными каталога специализированной коллекции перевиваемых соматических клеточных культур сельскохозяйственных и промысловых животных [6] нами было определено, что данная культура по модальному числу хромосом наиболее близка к перевиваемой линии клеток почек эмбриона коровы MDBK (табл.).

В результате исследований морфологии клеточного монослоя исследуемой линии показано, что монослой формируется на 3-4-е сутки после пересева и представлен, как и у MDBK, эпителиоподобными клетками, в отличие от фибробластоподобного роста клеток Vero.

С помощью ПЦР-амплификации с произвольным праймером № 29 были получены ДНК-профили контрольных образцов и ДНК-профиль исследуемой культуры. В зависимости от разновидности клеток было получено от 10 до 11 паттернов с молекулярной массой от 264 до 1508 пар нуклеотидов.

Согласно полученным результатам ДНК-профиль неизвестной культуры практически идентичен ДНК-профилю перевиваемой культуры клеток MDBK, в то же время ДНК-профиль неидентифицированной культуры значительно отличается от профиля перевиваемой культуры клеток Vero. Так, в результате электрофореза продуктов ПЦР-амплификации ДНК линии MDBK и исследуемой культуры образуется 11 паттернов молекулярным весом 255, 278, 384, 404, 521, 569, 623, 707, 1085, 1175 и 1508 пар нуклеотидов. В результате ПЦР- анализа ДНК линии Vero образуется 10 паттернов с молекулярным весом 264, 390, 425, 475, 535, 615, 682, 760, 900 и 1083 пары нуклеотидов.

Наличие продуктов амплификации с молекулярным весом в 255, 278, 384, 404, 521, 567, 623, 708, 1084, 1175 и 1508 пар нуклеотидов, полученных в результате ПЦР с ДНК неидентифицированной культуры, служит маркером того, что исследуемая клеточная линия является перевиваемой линией MDBK и, наряду с кариотипированием, подтверждает данное заключение.

По данным вирусологического исследования немаркированная культура оказалась нечувствительной к реовирусу. При внесении в клеточный монослой вируса ИРТ на 48-96-й час после заражения отмечалось его цитопатическое действие, проявляющееся зернистостью, округлением клеток с последующим формированием сферических синцитиев, содержащих по 10-20 ядер.

Обсуждение результатов

По характеру роста клеток в монослое и результатам кариологического анализа нами было установлено сходство неидентифицированной линии клеток с перевиваемой линией MDBK. Неточное соответствие модального числа хромосом MDBK (42) и исследуемой культуры (36-40) может быть связано с высокой

наследственной изменчивостью перевиваемых линий клеток, которая наблюдается при длительном их культивировании под действием меняющихся условий внешней среды: питательные среды, pH, сыворотка, биологически активные добавки [7].

Результаты электрофореза продуктов амплификации ДНК исследуемой культуры (контрольных линий) показывают идентичность неизвестной культуры и перевиваемой культуры клеток MDBK, в то же время показаны значительные различия между исследуемой культурой и линией Vero.

По результатам анализа данных электрофореза с помощью программы Quantity One 1-D Analysis Software (версия 4.6.3) построена дендрограмма, дающая четкое определение сходства ДНК-профилей перевиваемой культуры клеток МДБК и немаркированной культуры. Степень совпадения составляет 97%, что фактически означает идентичность линий.

Результаты вирусологических исследований подтверждают данные кариологического анализа и ПЦР об идентификации немаркированной культуры как перевиваемой линии клеток MDBK.

Таким образом, комплексный кариологический и молекулярно-генетический анализ позволяет определять видовую принадлежность перевиваемых культур клеточных линий, что подтверждается результатами вирусологических исследований. Данный подход может быть реализован для определения видовой идентификации, сертификации и паспортизации перевиваемых клеточных линий.

Литература

1. Адамс Р. Методы культуры клеток для биохимиков. - М.: Мир, 1983. - 264 с.
2. Клеточные культуры. Информ. бюл. / Отв. ред. М.С. Богданова. - СПб.: Изд-во Политехн, ун-та, 2010. - Вып. 26.-61 с.
3. Куляшов К.В. Определение видовой принадлежности культур клеток методами молекулярно-генетического анализа. Дис... канд. биол. наук. - Щелково, 2009. - 150 с.
4. Moorhead P.S., Nowell P.S., Mellman W.I. Chromosome preparations of leucocytes cultured from human peripheral blood // Exper. Cell Res. - 1960. - V. 20. - P. 613-616.
5. Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Дж. Методы генетической инженерии. Молекулярное клонирование / Пер. с англ. - М.: Мир, 1984.-480 с.
6. Специализированная коллекция перевиваемых соматических клеточных культур сельскохозяйственных промысловых животных РККК (П), (СХЖ РАСХН): Каталог / Л.П. Дьяконов и др. - М., 2006. - 115 с.
7. Методы культивирования клеток / Под ред. Г.П. Пинаева, М.С. Богдановой. - СПб.: Изд-во Политехн, ун-та, 2008. - 278 с.

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОСТРУКТУРНОЙ ВОДНО-ФОСФОРИТНОЙ СУСПЕНЗИИ В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУКУРУЗЫ НА ЗЕЛЕНУЮ МАССУ

Яппаров А.Х., Хисамутдинов Н.Ш., Валиев И.Д.,
ГНУ «Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения Российской академии сельскохозяйственных наук»

Аннотация. Использование НВФС по сравнению с фоном повысило урожай зеленой массы кукурузы на 25-45% улучшило агрохимические свойства почвы – повысилось содержание подвижного фосфора на 14,6%, обменного калия на 5,1% и суммы поглощенных оснований на 15,9%, снизилась обменная ($pH_{сол}$) и гидролитическая кислотность ($H_г$).

Annotation. The use of NVFS compared to the background increased the yield of green mass of corn by 25-45% improved agro-chemical properties of the soil - phosphorus content increased by 14.6%, exchangeable potassium by 5.1% and the amount of absorbed bases with 15,9%, decreased metabolic (pH_{sal}) and hydrolytic acidity (H_g).

Ключевые слова: нанотехнологии, наноструктурная водно-фосфоритная суспензия, урожайность, агрохимические показатели.

На сегодняшний день нанотехнологии прочно обосновались в различных отраслях производства. Так, обобщив мировой опыт наноиндустрии, был создан нанопрепарат, являющийся фосфорсодержащим удобрением пригодным для применения в сельском хозяйстве. Данный препарат получил название «наноструктурная водно-фосфоритная суспензия», или «НВФС».

Целью исследований являлось изучение влияния различных доз и способов применения НВФС на урожайность и агрохимические характеристики почвы, а также определение отзывчивости кукурузы на внесение НВФС.

Задача исследований – обосновать рациональность и перспективность использования НВФС в качестве нового фосфорсодержащего удобрения для сельского хозяйства; определить степень и характер его влияния на урожайность зеленой массы кукурузы при внесении в почву и обработке семян перед посевом.

В условиях вегетационного опыта на серой лесной почве Республики Татарстан получены экспериментальные данные для разработки элементов применения НВФС при выращивании кукурузы.

Полученные данные по урожайности свидетельствуют о том, что растения в вариантах с внесением в почву НВФС и растения, полученные из семян, обработанных НВФС, давали значительный прирост зеленой массы по сравнению с фоновым вариантом опыта.

В вариантах с внесением в почву различных доз НВФС зеленая масса кукурузы была выше на 25-45% по сравнению с фоном, а с фосмукой обычного помола на 26%. В вариантах с растениями, полученными из обработанных семян НВФС, прибавка урожая зеленой массы составила от 29 до 41%.

Внесение НВФС в почву во всех дозах положительно влияло на агрохимические свойства почвы – повысилось содержание подвижного фосфора на 14,6%, обменного калия на 5,1% и суммы поглощенных оснований на 15,9%, снизилась обменная ($pH_{сол.}$) и гидролитическая кислотность, в отличие от вариантов с семенами обработанными НВФС. Здесь содержание фосфора и калия изменялось не существенно и было в пределах значений фона.

Это объясняется тем, что в вариантах с семенами обработанными НВФС дополнительного внесения в почву фосфора не осуществлялось – растения исчерпывали фоновый запас этого элемента из почвы.

Таким образом, был сделан вывод о рациональности и перспективности применения НВФС в качестве фосфорсодержащего удобрения в сельском хозяйстве.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОВОЩНОГО КОМПЛЕКСА

Неменущая Л.А.,
ФГБНУ «Росинформагротех»

Аннотация. Рассмотрены перспективные инновационные технологии и проекты для использования в производстве, хранении и переработке овощной продукции. Представленные разработки направлены на решение актуальных задач АПК, таких как ресурсосбережение, повышение урожайности и устойчивости овощных культур к неблагоприятным условиям окружающей среды, совершенствование технологических процессов производства и переработки овощного сырья, получение экологически безопасной овощной продукции и уменьшение её потерь при хранении.

Annotation. Perspective innovative technologies and projects for use in manufacture, storage and processing of vegetable production are considered. The presented workings out are directed on the decision of actual problems of agrarian and industrial complex, such as increase of productivity and stability of vegetable cultures to adverse conditions of environment, perfection of technological processes of manufacture and processing of vegetable materials, reception of ecologically safe vegetable production and reduction of its losses at storage.

Ключевые слова: инновационные технологии, производство, переработка и хранение овощей

Обзор основных направлений исследований в области нанотехнологий для АПК показал, что отечественная аграрная наука развивается в одном направлении со всем мировым сообществом. Значимой частью успешного внедрения любых научных достижений является наличие научно-информационного обеспечения. С его помощью возможен более эффективный отбор проектов для внедрения в производство, устранение вероятности повторений в темах исследований. В настоящее время в ФГБНУ «Росинформагротех» совместно с ГНУ ГОСНИТИ, ГНУ ВНИИЭСХ, ГНУ ВИЭСХ формируется база данных инноваций и пилотных проектов, рекомендованных и внедренных в производство, осуществляется мониторинг реализации их в производстве, проводится изучение передового опыта и оценка получаемого финансового, социального, экономического или иного эффекта. Информация, представленная в этой базе, охватывает все сферы применения нанотехнологий в АПК, отражает опыт и результаты исследований и разработок российских организаций и зарубежных фирм в области нанотехнологий и наноматериалов. На основании этой базы нами были отобраны проекты и действующие разработки для совершенствования и повышения эффективности функционирования овощного комплекса.

Увеличение урожайности овощных культур (лука, моркови, огурцов, петрушки, томатов, столовой свеклы и др.) обеспечивает технология нанесения на семена нанопористых пленок из сополимеров — производных симтриазина (КубГАУ). При сравнении показатели прибавки урожая в опытах с использованием нанопористой пленки на 10…12% выше, чем при использовании поливиниловых пленок (при отсутствии экономического риска в сложных почвенно-климатических условиях, в том числе при засухах), при этом себестоимость технологической операции снижается в 2,5 раза, с учетом снижения нормы применения на 1 га. Не менее перспективной разработкой в области повышения урожайности овощей закрытого

грунта являются светотрансформирующие пленки (ООО НПК «Люминофор» и ОАО «НИИ «Платан», г. Фрязино, Московской области). Они отличаются в 1,5…1,7 раза большей механической прочностью, повышенной в 1,5…2,0 раза эффективностью светопреобразования. При использования подобных пленок например для выращивания баклажан, масса плода в 600 гр достигается за вегетационный период в 45 дней (обычно для баклажана требуется 120 дней для достижения массы в 400 гр.). При выращивании зеленных овощей на гидропонике, для очистки воды и питательного раствора перспективно использование системы нанофильтрации (ЧГАУ, Концерн «Наноиндустрия»), которая позволит не только применять озерную воду при приготовлении питательного раствора и осуществлять бактерицидную обработку для предотвращения распространения болезнетворных организмов, но и очищать отработанный питательный раствор перед сбросом в природные водоемы.

Технология введения в геном растения генов, обеспечивающих подавление синтеза соединений, ответственных за созревание значительно увеличивает сроки хранения овощной продукции. В ИБХ РАН, МичГАУ, ВНИИССОК уже созданы подобные трансгенные овощи (томаты, морковь). Почти 100% выход картофеля и овощей после длительного хранения обеспечивает обработка, созданными с использованием нанотехнологий, кремнеорганическими биостимуляторами (КубГАУ). Значительно повышает лежкость овощей без применения химических средств и вреда для экологии - воздействие электромагнитных полей (МичГАУ), а использование электроимпульсного СВЧ-излучения (МГАУ им. В. П. Горячкина) обеспечивает увеличение сохранности урожайности в среднем на 20-40% за счет уменьшения потерь от жизнедеятельности насекомых – вредителей.

Для точной и быстрой диагностики эффективности проведенных в овощехранилищах фитосанитарных обработок и оценки воздействия бактерицидов, разрабатываются биосенсоры (РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева) Нанотехнология с использованием биочипов ДНК (Good Food Project, ЕС) позволяет выявить патогенные микроорганизмы и наличие у овощей грибковых заболеваний в начальной стадии. Экономический эффект за счет уменьшения количества некондиционного сырья способны обеспечить ультрамикроскопические покрытые протеином силиконовые наносенсоры быстро идентифицирующие вирусы, бактерии и другие патогены в консервных банках без их повреждения. Кроме того, наносенсоры и наномаркеры можно с успехом использовать для контроля температуры хранения, степени воздействия УФ-излучения, влажности воздуха. Одним из приоритетных направлений внедрения нанотехнологий для повышения качества хранения овощной продукции является применение упаковки с новыми функциональными свойствами. Она обеспечивает целостность продукта и активное предохранение от порчи; улучшение его свойств; активно реагирует на изменения в самом продукте или окружающей ее среде; подтверждает аутентичность продукта и даже препятствует его хищению («Kraft foods» и Рутгерский университет, США; ВНИИКОП, ВНИХИ, НИИКП, КНИИХП). Полезным при хранении целых овощей и салатной нарезки будет аэрозоль NanoBioluminescence Detection Spray («AgroMicron», Гонконг) для притягивания микробов, таких как Salmonella и E. coli, к поверхности упаковочной пленки. При этом излучается свечение, облегчающее обнаружение загрязнения. Чем оно интенсивнее, тем больше загрязнение бактериями. Компания поставляет на рынок это продукт под названием «BioMark». В определенных случаях положительный результат в продлении сроков хранения обеспечивает метод обработки овощей съедобными нанопленками восков или парафинов, пред-

ставляющих собой разрешенные пищевые добавки Е 908-Е 910 и Е 905 (а также их модификации).

В производстве консервированной овощной продукции очень перспективным является использование нанофильтрации (РМ Нанотех, ВНИИПП, Мордовский ГУ и ООО НПФ «Фильтропор Групп», ОАО «Геракл», ЗАО «БМТ» и др.), нанокапсулирование (СПб ГАУ, ЗАО «АМФИТ-Технология»), направленная контролируемая ферментативная модификация нанобиоструктур, нанокатализаторы и микронаноразмерные биокомпозиты (ВНИИКОП, ГОСНИИХП, ВНИИПБТ) пролонгированного действия в составе получаемой продукции. За счет воздействия нанотехнологических процессов при методе низкотемпературной акустической кавитации (СПб ГАВМ, ООО Компания «Инатек») для пастеризации овощных соков и пюре исчезают недостатки свойственные методу термической обработки, и снижается себестоимость конечного продукта.

Применение наноэлектротехнологий (МГАУ им. В. П. Горячкина, АЧГАА) при сушке позволит снизить удельную энергоемкость процесса до 25% за счет интенсификации и снижения потерь теплоты в окружающую среду, наноэлектротехнология экстрагирования целевых компонентов с использованием электроразрядных импульсов (МГАУ им. В. П. Горячкина, Пятигорская ГФА) позволит в несколько раз сократить длительность процесса и уменьшить энергозатраты на 25…40 %.

Все представленные направления использования нанотехнологий в овощном комплексе (рис.), направлены на решение актуальных задач АПК, таких как ресурсосбережение, повышение урожайности и устойчивости овощных культур к неблагоприятным условиям окружающей среды, совершенствование технологических процессов производства и переработки овощного сырья, получение экологически безопасной овощной продукции и уменьшение её потерь при хранении.

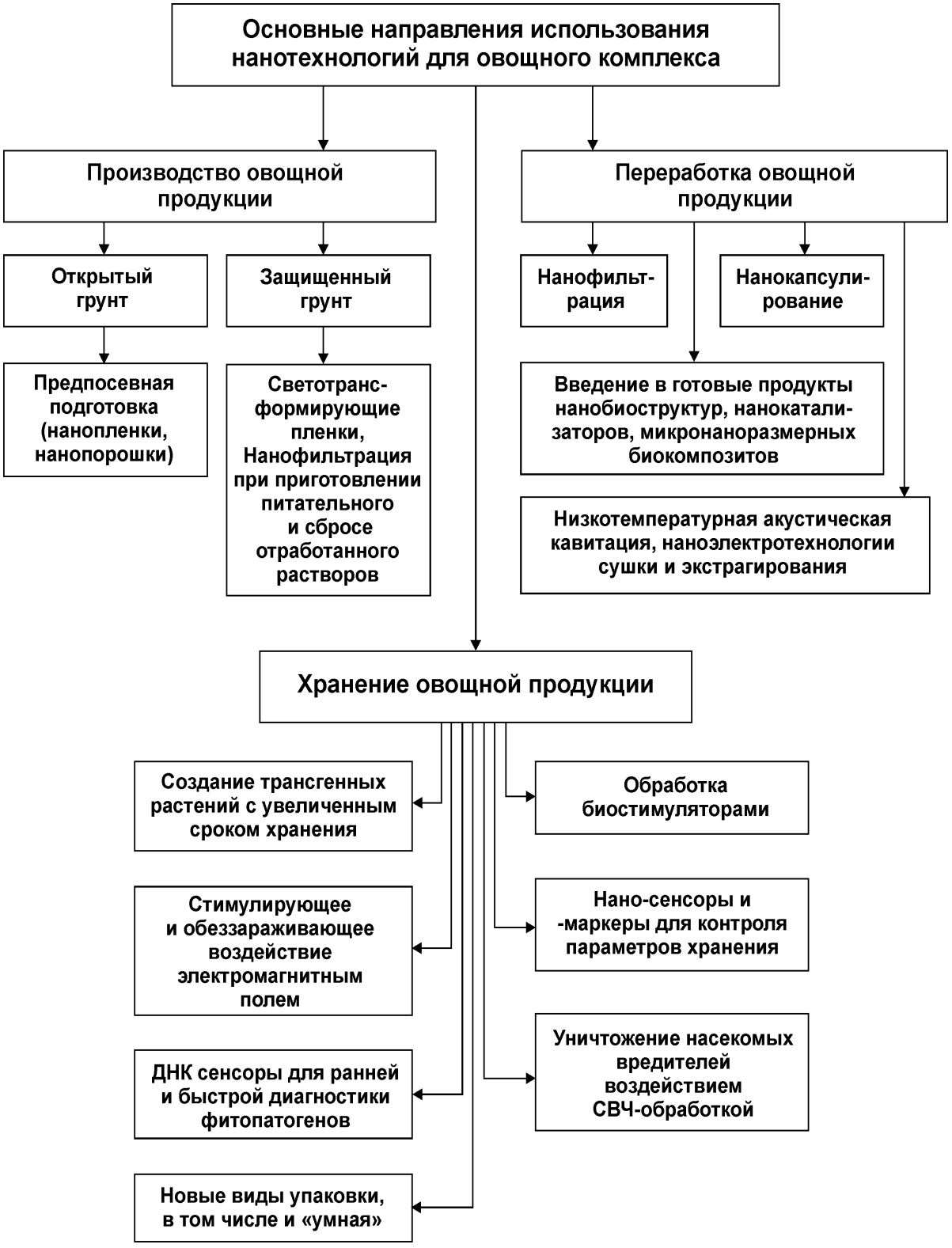
Литература

1. Перечень тем, направляемых в ОАО «Роснано» для включения в программу «Приоритетные научные и прикладные исследования в области бионанотехнологий и их практического применения в отраслях агропромышленного комплекса страны в период 2009-2015гг.» М.: ФГНУ «Росинформагротех»: - 2009. – 36с.

2. Перечень тем Минобрнауки России на выполнение НИОКР в рамках направления «Развитие бионанотехнологий» // М.:ФГНУ «Росинформагротех»: - 2009. –64с.

3. Перечень тем Минсельхоза России на выполнение НИОКР и методических разработок в рамках направления «Развитие бионанотехнологий в интересах агропромышленного комплекса» М.:ФГНУ «Росинформагротех»: - 2009. –136с.

4. Федоренко В. Ф. Приоритетные направления и результаты научных исследований по нанотехнологиям в интересах АПК/ В. Ф. Федоренко, Д. С. Буклагин, И. Г. Голубев, Л. А. Неменущая // – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 236 с.


Основные направления использования нанотехнологий для овощного комплекса
Производство овощной продукции
Переработка овощной продукции
Открытый грунт
Защищенный грунт
Нанофильт-рация
Нанокапсули-рование
Предпосевная подготовка (нанопленки, нанопорошки)
Светотранс-формирующие пленки, Нанофильтрация при приготовлении питательного и сбросе отработанного растворов
Введение в готовые продукты нанобиоструктур, нанокатали-заторов, микронаноразмерных биокомпозитов
Низкотемпературная акустическая кавитация, наноэлектротехнологии сушки и экстрагирования
Хранение овощной продукции
Создание трансгенных растений с увеличенным сроком хранения
Обработка биостимуляторами
Стимулирующее и обеззараживающее воздействие электромагнитным полем
Нано-сенсоры и -маркеры для контроля параметров хранения
ДНК сенсоры для ранней и быстрой диагностики фитопатогенов
Уничтожение насекомых вредителей воздействием СВЧ-обработкой
Новые виды упаковки, в том числе и «умная»

НАНОБИОПРЕПАРАТ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБРАЗЦА И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ БИОДЕСТРУКЦИИ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ

Морозов Н.В, Иванов А.В.,
ФГБУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности» («ФЦТРБ - ВНИВИ»), г. Казань

Загрязнение водных объектов нефтью и нефтепродуктами является одним из основных экологических проблем. По литературным данным в открытые водные объекты ежегодно поступает более 5 млн. тонн нефти и нефтепродуктов, около 55 млн. тонн минеральных солей, более 70 млн. тонн фенолов и до 500 млн. тонн, не обезвреженных животноводческих отходов [1,2]. Как утверждают исследователи, связана она в большей степени потерей значительных количеств добываемой и перерабатываемой нефти, которая превышает 1%. В силу и других причин содержание нефтепродуктов в воде рек нефтедобывающих районов находится на уровне 0,2-50 мг/л, а в период аварий превышает 2000 мг/л [4]. Среднесуточный сброс сточных вод в России составляет 164,4 $.10^6$ $м^3$, из них требуют очистки $65{,}8.10^6 м^3$/сут. Подвергается очистке только $14{,}8.10^6 м^3$/сут. [3].

Одним из современных методов, используемых при разработке экологически чистых технологий защиты окружающей среды и восстановления природных ресурсов (воды и почвы), является биоремедиация – это наиболее щадящий метод сохранения биоразнообразия и обеспечения устойчивости очищающих биоценозов. Основными биологическими агентами, осуществляющие процессы биоразрушения и восстановления нарушенных нефтяными углеводородсодержащими соединениями водных экосистем необходимо использовать консорциум гетеротрофных микроорганизмов. Одним из приемлемых путей решения данной проблемы является разработка технологических схем глубокой очистки и доочистки нефте- и углеводородсодержащих стоков, природных вод и почв, основанных на применении консорциума или ассоциации аборигенных нефтеокисляющих микроорганизмов. Именно микроорганизмы, обладающие огромным разнообразием ферментных систем и большой лабильностью метаболизма, превращают сложные вещества в самые простые соединения, т.е. до H_2O, CO_2, H_2, NH_3, CH_4.

Обладая разнообразием ферментов для окисления незнакомого им продукта, последние приспосабливаются к новому способу питания благодаря выработке адаптивных ферментов, способных вызвать реакцию катализа, ранее им чуждую [3].

Известно [3], что при применении ассоциаций микроорганизмов биодеградация нефти проходит полнее и за меньшие сроки, чем при использовании индивидуальных микроорганизмов. Этот факт можно объяснить тем, что обладая разными ферментными системами, при совместном действии, ассоциации способны извлекать нефтепродукт из субстрата с большей эффективностью.

Созданный авторами нанобиопрепарат «ОН – НОВО» относится к числу изобретений направленного действия, т.е. предназначен для борьбы с естественными и техногенными нефтяными загрязнениями, попадающими в почву, в поверхностные воды в процессе добычи и переработки нефти или технологическими потерями, который эффективно и в короткий срок утилизирует н –алканы, ароматические, полиароматические, изопреноидные углеводороды нефти, которые более канцерогенны для живой природы по сравнению с предельными углеводоро-

дами. Культуры из биопрепарата устойчивы к ионам тяжелых металлов, фенолу, бензолу и его производным и формальдегиду, что расширяет диапазон его применения при очистке от нефти и нефтепродуктов производственных технологических стоков, природных вод и условно чистых вод.

Целью данной работы является использование биопрепарата, который обеспечивает оптимальные параметры для иммобилизации клеток микроорганизмов в нефтезагрязненной среде (воде, почве) в течении длительного времени, а также способствует возрастанию их нефтеокисляющей активности по отношению к таким субстратам как нефть, вазелиновое, веретеное, соляровое масла, нигрол, бензин, керосин и др.

С целью увеличения численности бактерий и индуцирования их окислительной активности по отношению к нефти в препарат дополнительно вводят углеводы, аминокислоты, органические кислоты в концентрации 3510 ^{6}М. Благодаря указанным новым свойствам происходит значительное увеличение биологической активности препарата в отношении углеводородов.

Нанобиопрепарат отличается тем, что носителем является производственный сток (жидкая среда), имеющий в своем составе : метанол, бензол, толуол, изопропилбензол, моно-,ди–и триэтиленгликоли, формальдегид, фенол и др., применяется путем ввода в загрязненную среду культуры микроорганизмов – десяти отселектированных нефте- и углеводородокисляющих штаммов и минеральных неорганических добавок, содержащих азот, фосфор и калий в концентрациях 10, 20 и 5 мг/л соответственно.

Проведенные на базе цеха нейтрализации и очистки производственных сточных вод ОАО «Казаньоргсинтез» полупроизводственные испытания с использованием нанобиопрепарата на вновь созданной установке (СОА) и на её базе технологической схеме подготовки высококонцентрированных стоков (нагрузка по ХПК 1000 мг/л и более) до норм отвода в биологические очистные сооружения показали преемственность подобной технологии для снятия повышенных количеств нефтепродуктов за 1-1,5 часа, тогда как применение традиционных методов очистки, включая биохимическое окисление нефтяных загрязнений, позволяет достичь 90-95% эффективности в очистке технологических стоков за 16-20 часов. Испытанние технологической схемы очистки углеводородсодержащих сточных вод с высокой нагрузкой загрязнений и достигаемой конечной целью снятия нефтепродуктов и других сопутствующих соединений, указывает на целесообразность использования данного нанобиопрепарата.

Высокая степень участия консорциума в биодеградации нефти и нефтепродуктов в очищаемой сточной жидкости обусловлена подбором штаммов бактерий:

- все штаммы обладают биоэмульгирующей и нефтеокисляющей активностью;
- в препарат входят быстро и медленно растущие бактерии, что обеспечивает быстроту и эффективность очистки;
- составляющие бактерии оптимально растут при 18°С - 33°С, биодеградация нефти при этих температурах обеспечивается полностью, поэтому предлагаемый консорциум можно использовать для очистки сточных вод разного уровня загрязнения нефтепродуктами, а также нефтезагрязненных территорий в районах добычи и переработки нефти.

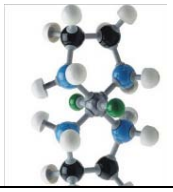
Литература

1. Андреева И.С., Емельянова Е.К., Загребельный С.Н.. Олькин С.Н., Резникова И.К., Репин В.Е. Прихротолерантные штаммы-нефтедеструкторы для биоремедиации почв и водной среды. // Биотехнология. – 2006. - №1 – С 43-52.

2. Кутырин И.М. Охрана водных объектов от загрязнения. Л.: Гидрометеоиздат, - 1988. – 87с.

3. Литвиненко С.Н. Защита нефтепродуктов от действия микроорганизмов. – М.: Издательство «Химия», 1977. - 143 с.

4. Морозов Н.В. Экологическая биотехнология очистки природных и сточных вод макрофитами. Казань: Изд-во КГПУ, - 2001. – 395с.



Секция 5

НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

НАНОМОДИФИКАТОРЫ И НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Королев Е.В.,
ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет»
Национальный исследовательский университет

Аннотация. В работе представлен анализ стратегий реализации нанотехнологии в строительном материаловедении. Показаны преимущества и недостатки разрабатываемых стратегий. Предложен новый наномодификатор, применение которого обеспечивает повышение эксплуатационных свойств ячеистых систем и высокопрочных легких бетонов. Показано, что предлагаемая технология позволяет получить легкие бетоны, имеющие значительные преимущества по сравнению с мировыми аналогами.

Annotation. The analysis of strategies for the implementation of nanotechnology in constructional materials science is presented in the article. The advantages and disadvantages of emerging strategies are revealed. New nanomodifier whose application ensures the improvement of operational properties of cellular systems and high-strength lightweight concretes is designed. It is shown during the comparison with generally known concretes that the proposed technology allows creation of significantly advanced lightweight concretes.

Ключевые слова: наномодификатор, наномодифицированные строительные материалы, высокопрочные легкие бетоны

Нанотехнология в строительном материаловедении реализуются посредством двух стратегий:

1) введение в материал синтезированных наноразмерных модификаторов (первичных наноматериалов);

2) синтез наноразмерных систем в материале в процессе его изготовления.

В настоящее время активно развивается первая стратегия, которая предполагает введение в среду-носитель наноразмерных модификаторов различной природы. В качестве среды носителя могут применяться как среды, участвующие в последующем структурообразовании материала, так и вещества, являющиеся модификаторами. Из наноразмерных объектов широко применяются углеродные наномодификаторы: фуллерены, нанотрубки, астралены и пр. Отечественный и зарубежный опыт свидетельствует о некоторых успехах реализации этой стратегии, например, наномодифицированный легкий бетон, полимерные композиционные материалы различного назначения и др. Значимые достижения установлены для строительных материалов на основе полимеров, в этом случае повышение прочности достигает 1,5-3 раз. Для строительных материалов на минеральных вяжущих повышение показателей механических свойств не превышает 20-50%. Для таких материалов характерен широкий разброс в показателях прочности: от – 60 до +160 %. Кроме того, имеются также не решенные проблемы однородного распределения углеродных наномодификаторов в среде-носитете, токсикологическое влияние на здоровье человека, ПАВ и др. [1, 2].

Вторая стратегия наномодифицирования строительных материалов активно развивается за рубежом. Примерами ее реализации являются: наноструктурные

композиты на основе взаимопроникающих полимерных сеток; нанокомпозиты на основе гибридной органосиликатной матрицы; полимерные нанокомпозиты с очень низкой проницаемостью и высоким сопротивлением агрессивным средам и др.

В ФГБОУ ВПО «МГСУ» (Национальный исследовательский университет) научно-образовательном центре «Нанотехнологии» разрабатываются наномодификаторы и наномодифицированные с их применением строительные материалы. Синтез наноразмерного модификатора осуществляется по новой технологии получения золь кремневой кислоты в присутствии золь гидроксида железа. Топологическая модель предлагаемого модификатора представлена ядром, состоящим из гидроксида железа, окруженного ионами хлора и натрия. Пространство между ядрами (периферийная зона) заполнена поликремневой кислотой, стабилизированной ионами натрия. Изменение pH среды позволяет контролировать скорость поликонденсации кремниевой кислоты, а следовательно, свойства технологических сред. Технология применения такого модификатора лишена недостатков технологий, реализуемых по технологиям первой стратегии. Предлагаемый наномодификатор рекомендуется применять в системах, для которых формирование структуры с заданными параметрами требует регулируемого изменения вязкости. Например, ячеистые структуры пенобетонов, глинистые тампонажные дисперсные системы, технологические среды для пористой керамики, высокопрочные легкие бетоны и др.

В настоящее время применение разработанного модификатора реализовано при получении стабильных пен на синтетических пенообразователях, применяемых для изготовления пенобетонов. Введение наномодификатора позволяет без ухудшения пенообразующей способности ПАВ существенно повысить стабильность пены. Так, например, стабильность пены на пенообразователе «Пеностром» после 30 мин для контрольного состава составляет 78,5%, а для наномодифицированной пены – 100%. Технологическим достоинством разработанного наномодификатора является возможность в широком диапазоне варьировать вязкостью системы, а, следовательно, регулировать качество пенобетона в зависимости от вида и характеристик минеральных компонентов.

Другим примером применения разработанного наномодификатора является получение высокопрочных легких бетонов с удельной прочностью не менее 30 МПа при средней плотности не более 1500 кг/м^3. Разработанный легкий бетон содержит вяжущее, минеральную часть, модифицированный наполнитель (стеклянные или алюмосиликатные микросферы), гиперпластификатор и воду. Зарубежный и отечественный опыт показывает, что приемлемые показатели прочности до 60 МПа достигаются при средней плотности не менее 1800 кг/м^3 [3–7]. Применение микросфер, обработанных наномодификатором, позволяет снизить среднюю плотность материала и повысить прочность до 25%. При этом формируется структура материала с равномерно распределенными микросферами, обеспечивающая равномерное распределение разрушающего напряжения (рис. 1).

а) б)

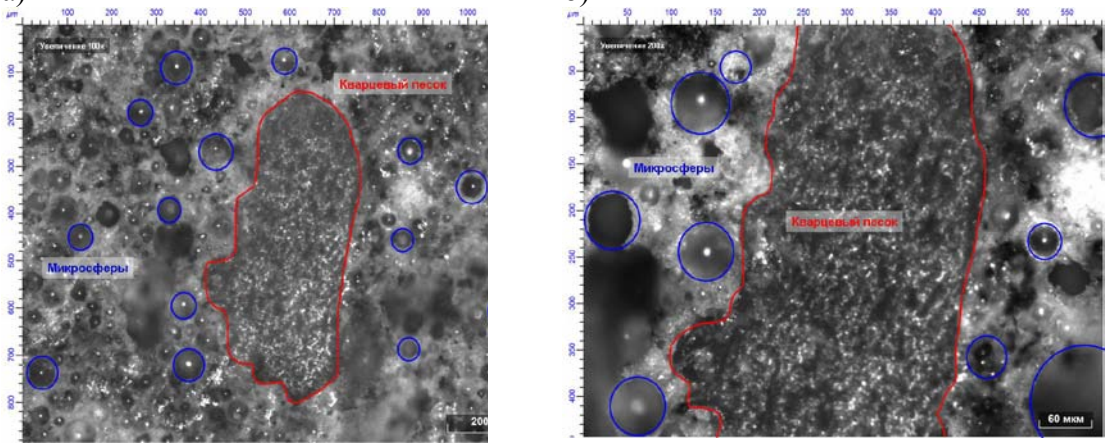


Рис.1. Микрофотография структуры наномодифицированных высокопрочных легких бетонов: а – увеличение 100×; б – увеличение 200×

Дополнительными факторами, обеспечивающими повышение прочности материала, являются:

– физико-химический фактор, обнаруживающийся в повышении прочности на границе раздела фаз «цементный камень – микросфера» вследствие появления новой фазы представленной гетитом FeOOH;

– геометрический фактор, выраженный в следующем. Твердая оболочка микросфер, обеспечивает закрытую пористость, сохраняя высокие эксплуатационные свойства бетона. Кроме того, близкая к идеальной сфере форма наполнителя, способствует высокой трещиностойкости бетона. Развитие трещин наступает при большей критической нагрузке за счет равномерного распределения напряжений, действующих на частицы правильной формы.

Получены составы наномодифицированных высокопрочных легких бетонов с высоким показателем предела прочности при сжатии $R_{сж}$=40,0…65,0 МПа при средней плотности 1300…1500 кг/м^3, что позволяет существо расширить область применения легких бетонов. Такие бетоны позволяют почти в 2 раза уменьшить нагрузку на конструкционные элементы здания, сохранить несущие характеристики и улучшить теплофизические свойства.

Экономическими предпосылками внедрения предлагаемых бетонов являются:

– снижение веса конструкции, обеспечивающее увеличение этажности (или снижении материалоемкости), а также экономии на теплоизоляционных работах;

– снижение расхода бетона и арматуры вследствие применения бетона с высокой прочностью.

Указанные положительные свойства наномодифицированного высокопрочного легкого бетона обеспечивают экономический эффект не менее 30-40 % [8].

Разработанные составы высокопрочного легкого бетона существенно расширяют область применения легкого бетона и позволяют применять при строительстве многоэтажных и высотных зданий и сооружений, жилых и общественных зданий, возведении автомобильных и железнодорожных мостов, эстакад, развязок и т.д., а также изготавливать большепролетные изделия (фермы, балки и т.п.).

Литература

1. Королев Е.В. Проблемы и перспективы нанотехнологии в строительстве // Журнал «Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета» − №1(16) − 2011. − С.200-208.

2. Королев Е.В., Иноземцев А.С. Эффективность физических воздействий для диспергирования наноразмерных модификаторов // Журнал «Строительные материалы» – №4. – 2012. – С.76-87.

3. Альдуаиж Дж. Легкий бетон в жарких прибрежных районах / Альдуаиж Дж., Альшале Х., Акуэ М. Н., Эллаити Х. // Cement and Concrete Composites. 1999. Т. 21. №5–6. С. 453–458.

4. Брайд С. П. Производство и характеристики легких бетонов с использованием ценосфер / Брайд С. П., Шукла А., Бозе А. // Journal of materials science. 2002. Т. 37. С. 4217–4225.

5. Россигноло Д. Свойства высокопрочных легких бетонов для сборных конструкций с Бразильским легким заполнителем / Россигноло Д., Агнесини М., Мораис Д. // Cement and Concrete Composites. 2003. Т. 25. С. 77–82.

6. Ясар Э. Прочностные свойства легких бетонов, изготовленных из базальтовой пемзы и золы-уноса/ Ясар Э, Атис Ц.Д., Килис А., Гульсен Х. // Materials Letters. 2003. Т. 57. С. 2267–2270.

7. Фиговский О.Л. Успехи применения нанотехнологий в строительстве / Фиговский О.Л., Бейлин Д. А., Пономарев А.Н. // «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал». Москва: ЦНТ «НаноСтроительство». – 2012. – №3. – С. 6–22. URL: http//www.nanobuild.ru (дата обращения: 15.09.2012).

8. Иноземцев А.С. Экономические предпосылки применения высокопрочных легких бетонов / Иноземцев А.С., Королев Е.В. // Научный журнал «Научно-технический вестник Поволжья». – №5. – 2012. – С. 198-206.

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В СОВРЕМЕННЫХ БЕТОНАХ

Морозов Н.М.,
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»

Аннотация. Применение наноматериалов и развитие нанотехнологий является современной составляющей технологии бетонов. Использование наноразмерных добавок позволяет улучшать физико-механические и эксплуатационные свойства бетона. В качестве таких добавок в бетоны в настоящее время уже используются: оксид титана, нанокремнезем, золи оксидов, углеродные частицы и др. Помимо технического эффекта важно, чтобы применение наноматериалов имело экономическую эффективность. Одним из вариантов такого подхода является использование микрокремнезема прошедшего обработку ультразвуком. Применение диспергированного микрокремнезема в составе цементных систем позволило увеличить прочность на сжатие цементного камня на 35-40 % при дозировке 3 % от массы цемента. В современном строительстве наночастицы в составе бетонов находят все большее применение, и спектр самих нанодобавок с каждым годом расширяется.

Abstract. The use of nanomaterials and nanotechnology development is a modern concrete technology component. The use of nanoscale additives can improve the physical and mechanical properties of concrete and operational. As such additives in concrete has now been used: titanium oxide, nanokremnezem, sols oxides, carbon particles, etc. In addition to the technical effect it is important that the use of nanomaterials has been cost-effective. A variant of this approach is the use of silica fume last sonication. The use of dispersed silica fume in the cement systems has increased the compressive strength of cement by 35-40% at a dose of 3% by weight of cement. In a modern building in the concrete nanoparticles are increasingly used, and the range of nano-additives themselves with increasing every year.

Ключевые слова: бетон, наноразмерные добавки.

Применение наноматериалов и развитие нанотехнологий является современной составляющей технологии бетонов. Использование наноразмерных добавок позволяет улучшать физико-механические и эксплуатационные свойства, получать высокопрочные, долговечные и, например, самоочищающиеся бетоны.

В исследование и применение нанотехнологий в строительстве область получения и использования наночастиц является одной из самых востребованных, как со стороны исследователей, так и со стороны промышленников. В качестве таких добавок в бетоны в настоящее время уже используются: оксид титана, нанокремнезем, золи оксидов, углеродные наноматериалы и др.[1, 5] Применение сверхмалых количеств углеродных наночастиц позволяет регулировать подвижность цементных систем, объем условно-замкнутых пор, прочность и другие характеристики цементного камня. Практическая значимость применения углеродных наночастиц в составе бетона, по данным Пухаренко Ю.В., состоит в том, что обеспечивается повышение:

- подвижности бетонных смесей до 1,5 раз;
- сохраняемости бетонных смесей во времени до 2,5 раз;
- прочности бетонов до 20-30%;

- морозостойкости на 1-3 марки и водонепроницаемости на 2-3 ступени при сокращенном расходе цемента.

В настоящее время вводится понятие нанобетон, что означает группа методов и спектр наноматериалов, использование которых (в совершенно различных сочетаниях) позволяет управлять набором свойств строительных композиций на основе минеральных вяжущих, даже необязательно цементных. Общий признак: нанобетон обладает теми, или иными преимуществами благодаря своей особой структуре, задаваемой на наноуровне. Нанобетонами могут являться и быть названы бетоны совершенно различных классов и марок. При этом разработка рецептур и технологий, использующих этот новый подход находится в настоящее время в начальной стадии.

В настоящее время в качестве наномодификаторов бетона можно использовать наночастицы различной химической природы (табл.1, по данным Фаликмана В.Р.).

Помимо технического эффекта важно чтобы применение наноматериалов имело экономическую эффективность [Баженов Ю.М.]. Описанные выше добавки по стоимости в 100-1000 раз дороже цемента поэтому важно, чтобы высокий технический эффект от их применения достигался при очень малых дозировках. В этом случае такие добавки будут находить применение в промышленности строительных материалов. Кроме того, можно рассмотреть путь получения менее дорогих нанодобавок из уже известных материалов.

Таблица 1

Наночастицы в бетоне

Наночастицы	**Эффект применения**
SiO_2	- повышение прочности - улучшение обрабатываемости смесей - повышение долговечности - повышение активности минеральных добавок
TiO_2	- фотокалитические свойства
Fe_2O_3	- «самозондирование» - повышение прочности на растяжение - снижение проницаемости
Al_2O_3	- увеличение модуля упругости
Наноглины	- снижение коэффициента проницаемости цементного камня - контроль тиксотропии смесей - улучшение формовочных свойств смесей - зародышеобразователи для C-S-H
Наноразмерная шпинель $MgAl_2O_3$	- повышение устойчивости к тепловому удару - повышение коррозионной стойкости бетонов на высокоглиноземистом цементе
Наноферрит $ZnFe_2O_3$	- задержка гидратации - повышение прочности
$CaCO_3$	- ускорение твердения
Наноцементы	- ультракороткие сроки схватывания - высокая ранняя прочность

В технологии нанобетонов просматривается и ряд серьезных задач:

- во-первых, крайне важным является обеспечение равномерного распределения наночастиц в объеме бетонов.

- во-вторых, сам выбор наиболее эффективных нанодобавок должен быть основан на результатах объемных экспериментальных исследований, или на убедитель-

ном моделировании закономерностей, информация о которых только начинает накапливаться.

- в третьих, исходя из высокой стоимости собственно наноматериалов должен быть выработан эффективный экономический подход к областям техники, где несмотря на эти ограничения, использование нанобетонов будет и технически и экономически оправдано.

Как известно, получение нанодисперсных частиц условно подразделяются на два способа: «сверху-вниз» (разделение) и «снизу-вверх» (синтез). [4] Первый способ менее затратный, так как позволяет использовать уже имеющиеся природные или техногенные материалы, но и наименее продуктивный, так как практически мало осуществим, например, помольное оборудование для диспергации частиц до наноразмеров найти сложно [2]. Одним из возможных путей диспергирования частиц является использование ультразвука [1]. Особенно это касается техногенных отходов, частицы которых чаще всего представлены агломератами. Поэтому исследование возможности получения нанодобавок из техногенных отходов с помощью ультразвука стало целью нашей работы. В качестве исходного материала был выбран микрокремнезем. Исследование его частиц с помощью оптического микроскопа показало, что средний диаметр частиц в исходном состоянии колеблется в интервале 4-10 мкм, однако эти частицы представляют собой агломераты, которые дополнительно можно диспергировать. Для диспергации частиц микрокремнезема использовалась ультразвуковая ванна с частотой ультразвука 50 Гц. Диспергирование микрокремнезема производили в водной среде в присутствии поверхностно-активных добавок.

В результате такой обработки возможно получение частиц микрокремнезема наноразмерного диапазона.

Увеличение дисперсности микрокремнезема приводит к значительному увеличению его активности и снижения его дозировки. Применение диспергированного микрокремнезема в составе цементных систем позволило увеличить прочность на сжатеи цементного камня на 35-40 % при дозировке 3 % от массы цемента.

Таким образом, в настоящее время наночастицы в составе бетонов находят все большее применение, и спектр самих нанодобавок с каждым годом расширяется.

Литература

1. Баженов Ю.М., Королев Е.В. Оценка технико-экономической эффективности нанотехнологий в строительном материаловедении // Строительные материалы, 2009, №6. – С.66-67.

2. Хохряков О.В., Морозов Н.М., Хозин В.Г. Сравнительная оценка мельниц по эффективности тонкомолотого наполнителя в цементных бетонах // Известия КГАСУ , 2011, №

3. Королев Е.В., Кувшинова М.И. Параметры ультразвука для гомогенизации дисперсных систем с наноразмерными модификаторами. // Строительные материалы, 2010, №9. – С.85-88.

4. Рыжонков Д.И., Левина В.В., Дзидзигури Э.Л. Наноматериалы: учебное пособие. – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2008. - 365 с.

5. Пухаренко, Ю.В. Модифицирование цементных композитов смешанным наноуглеродным материалом фуллероидного типа / Ю.В. Пухаренко, И.У. Аубакирова, В.А. Никитин, Д.Г. Летенко, В.Д. Староверов / Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в промышленности строительных материалов (XIX научные чтения): сб. докл. Междунар. науч.-прокт. конф., Белгород, 5–8 окт. 2010 г. / Белгор. гос. технолог. ун-т. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – Ч.1. – С. 282–286.

ДЕВУЛКАНИЗАЦИЯ РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ В РАСПЛАВЕ БИТУМА В ПРИСУТСТВИИ НАНОРАЗМЕРНЫХ СИСТЕМ

Аюпов Д.А., Мурафа А.В., Хозин В.Г.,
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»

Аннотация. Осуществлена модификация нефтяных битумов продуктами переработки резиновых отходов путём девулканизации резиновой крошки в расплаве битума в присутствии наноразмерного девулканизующего агента – кремнезоля. Исследованы основные физико-технические свойства полученных вяжущих. Показано, что предлагаемые битум-полимерные композиции превосходят требования норм и характеристики аналогов по комплексу свойств.

Annotation. The mofification of bitumen by rubber crumb with witness of nano-sized digestion agent – siliceous - was carried out. The main physicotechnical properties of bitumen were investigated. It is shown that these bitumen-polymer compositions excel the requirements of governing documents and analogues' properties.

Ключевые слова: битум, утилизация, отходы, резиновая крошка, модификация.

Использование коллоидных систем или золей можно считать одним из первых практических приложений наноматериалов. В этих высокодисперсных микрогетерогенных системах частицы дисперсной фазы независимо одна от другой участвуют в интенсивном броуновском движении, равномерно заполняя весь объём дисперсионной среды. При этом золи обладают высокой седиментационной устойчивостью [1]. В то же время одной из главных проблем при наномодификации строительных материалов является равномерное распределение частиц модификатора в объёме модифицируемого материала. С этой точки зрения коллоидные системы прекрасно подходят для модификации жидких систем, например битумов. Однако с технической точки зрения жидкие модификаторы битумов сегодня признаются малоэффективными и почти не применяются. Поэтому наномодификация битумов – редкое явление. Нами разработан способ модификации битумно-резиновых композиций, в котором используются основные преимущества золей: равномерность распределения и высокая активность частиц. При этом модификатором битума является резиновая крошка, а коллоидная система несет функцию активатора девулканизации резины.

Процесс вулканизации – это получение сетчатого полимера – резины - из линейного – каучука - путём образования поперечных связей. Практика показала, что обратный процесс – девулканизация – неосуществим, так как при деструкции поперечных связей разрушается также основная цепь каучука, что приводит к потере ценных эластических свойств. Поэтому все существующие сегодня битумно-резиновые композиции можно разделить на две группы: неоднородные вяжущие с нерастворённой вулканизованной резиновой крошкой и однородные композиции с низким уровнем свойств, так как в процессе деструкции резины каучук также деструктировал до размеров олигомера.

Невозможность осуществления девулканизации резин привела к появлению термина «регенерация». Регенерация по своей сути - это попытка максимально приблизиться к девулканизации, то есть превратить резину в исходный каучук. Однако получающийся продукт, как правило, пластичен, а не эластичен и называ-

ется регенератом. Регенераты могут положительно влиять на битум [2], но всё же обладают недостаточно большой молекулярной массой для достижения высоких свойств вяжущего.

Химические методы регенерации резин сегодня значительно уступают в популярности другим - термическим, механическим, радиационно-волновым и др. Причина в том, что особенностью химических методов является необходимость обеспечения определённых режимов, и самое главное, соответствующих этим режимам сред – растворителей, масел и т.п., при которых интенсифицируются химические процессы деструкции поперечных связей. Выделить затем из этих сред регенерат затруднительно и дорого. В то же время химические агенты обладают значительно большей направленностью действия, то есть избирательностью деструкции, нежели температура, волновые или механические воздействия. В связи с этим интересной является возможность осуществления девулканизации резины непосредственно в расплаве битума под действием девулканизующих агентов. При этом достигается основная цель процесса – модификация битума линейным каучуком.

При выборе девулканизующих агентов оказалось, что некоторые из известных активаторов регенерации не подходят для данного метода (например, пропантиол, гексантиол) по причине высоких технологических температур. Исходя из анализа литературных источников [3-6], в качестве девулканизующих агентов были выбраны различного рода основания: органические и неорганические, в том числе и наноразмерные, алифатические и ароматические, а также гетероциклические: неозон Д, каптакс, тиурам Д, ацетонанил Н, диафен 6PPD, кремнезоль, 10%-ный водный раствор NaOH.

Эффективность агентов девулканизации оценивалась методом золь-гель анализа (рис. 1).

Амины, содержащие подвижный атом водорода, оказались более эффективными. По-видимому, роль девулканизующих агентов заключается в следующем: при смешении резины с битумом происходят два конкурирующих процесса - термо-механическая деструкция резины и её структурирование в результате рекомбинации образующихся радикалов. Деструкция при этом преобладает над структурированием, однако неоднократное разрушение вновь образующихся поперечных связей требует времени и дополнительной энергии, что сказывается на целостности основной цепи каучука. Выбранные агенты являются ингибиторами, реагирующими со свободными радикалами на стадии их образования. Агенты, содержащие в молекуле подвижный атом, оказались эффективнее, так как этот атом способен участвовать в радикальных процессах, дезактивируя образующиеся в процессе деструкции резины радикалы и тем самым предотвращая повторное структурирование каучуков. В результате деструкция протекает быстрее и основная цепь сохраняется в большей степени. Защитное действие агентов аналогично действию антиоксидантов полимеров, что и неудивительно, так как выбранные в качестве агентов вещества как раз и используются как стабилизаторы и антиоксиданты. Парадокс заключается в том, что вещества, призванные предотвратить деструкцию полимеров, оказываются эффективными активаторами девулканизации. Что касается экстремального характера кривых на рис. 2, то этот эффект также известен для антиоксидантов [7]: водород в молекуле антиоксиданта InH может при больших его концентрациях реагировать не только со свободными радикалами окислительной цепи, но и с молекулярным кислородом:

$$InH + O_2 = In\bullet + HO_2^{\bullet}$$

В дальнейшем радикал HO_2 реагирует с полимером RH с развитием цепи окисления:

$$HO_2^{\bullet} + RH = R\bullet + H_2O_2$$

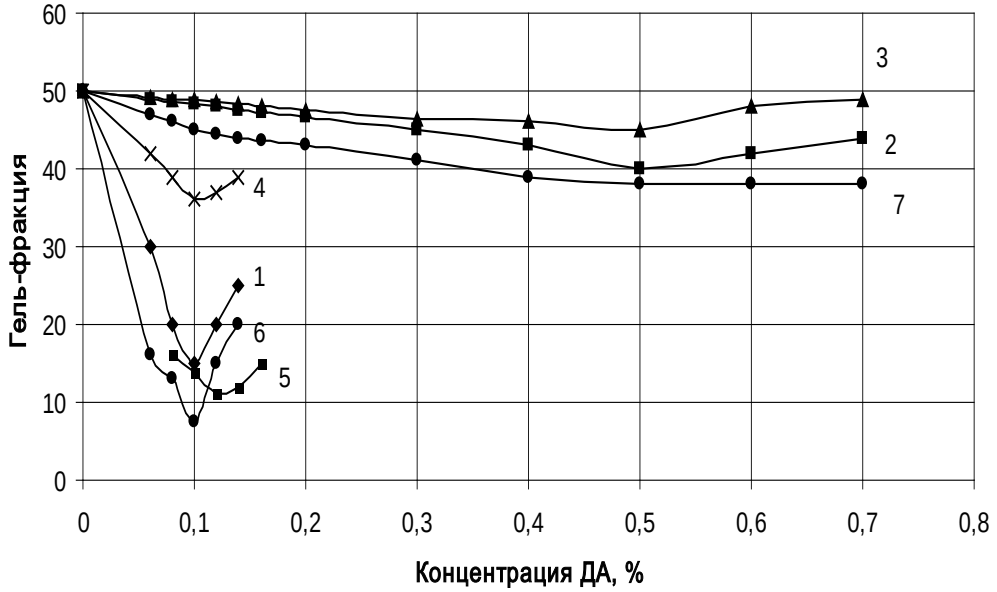


Рис. 1 Зависимость гель-фракции от концентрации девулканизующих агентов
Кривая 1 – композиция с неозоном
Кривая 2 – композиция с каптаксом
Кривая 3 – композиция с тиурамом
Кривая 4 – композиция с ацетонанилом
Кривая 5 – композиция с диафеном
Кривая 6 – композиция с кремнезолем
Кривая 7 – композиция с 10%-ным водным раствором NaOH

Таким образом, девулканизующий агент должен быть активным веществом, способным участвовать в радикальных процессах.

В качестве неорганического агента нами был выбран кремнезоль, представляющий собой высокодисперсную коллоидную систему на основе двуокиси кремния. Размер мицелл кремнезоля колеблется от 50 до 100 нм, что обеспечивает его высокую активность.

Кремнезоль, являющийся натриевой солью кремниевой кислоты, в зависимости от условий может проявлять свойства (диссоциировать) как оснований, так и кислоты. Характерной особенностью кремнезоля (в отличие от других агентов) является его жидкое агрегатное состояние, что гарантирует удобное смешение с битумом и позволяет равномерно распределить твёрдые мицеллы золя в объёме битума. При этом концентрация кремнезоля легко варьируется простым разбавлением водой.

Путём изучения вязкостей модельных систем было установлено, что основная цепь каучука сохраняется более, чем на 60%. Этим подтверждается высокая эффективность предлагаемого способа девулканизации резиновой крошки.

Свойства разработанных битум-полимерных вяжущих представлены в табл. 1

Таблица 1

Основные свойства битумных вяжущих

№ пп	Состав, м.ч.	Тр, °С	$П_{25}$, 0,1 мм	$П_0$, 0,1 мм	$Д_{25}$, см	$Д_0$, см	Э, %	Г, Ø 5 см, °С	$Т_{хр}$, °С	$Т_{вс}$, °С	Адгезия к минеральной части
1	БНД 90/130	44	97	50	95	0	13	+5	- 19	230	Образец №2
2	БНД 90/130 – 100; РК -20	58	56	15	14	0,5	55	-5	-21	240	Образец №2
3	БНД 90/130 - 100, РК – 20, кремнезоль – 0,1	76	45	36	9,7	5	84	-25	- 35	250	Образец №1

Таким образом, подобраны эффективные активаторы девулканизации, в том числе наноразмерные, разработаны битумные вяжущие с девулканизованной в них резиновой крошкой, обладающие высокими свойствами: расширенным температурным интервалом эксплуатации и эластичностью. Битумно-резиновую композицию и способ её получения защищены патентом РФ №2462489.

Разработанная битумполимерная композиция может быть применена в качестве вяжущего материала в производстве асфальтобетона. Предлагаемая технология универсальна для всех типов битумов и позволяет получать также битумполимерные вяжущие кровельного, изоляционного и общестроительного назначения.

Литература

1. Рыжонков Д.И., Левина В.В., Дзидзигури Э.Л. Наноматериалы. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2008. – 369 с.
2. Аюпов Д.А., Мурафа А.В., Хакимуллин Ю.Н. Модификация дорожных битумов радиационными регенератами бутиловых резин // Строительные материалы. - 2009. - №12. - С. 44-45.
3. Дроздовский В.Ф. Получение регенерата и его применение в резиновой промышленности // Каучук и резина. - 1994. - №3. - с. 36-42.
4. Дроздовский В.Ф. Активаторы регенерации резин. - М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1970. – 61с.
5. Битумно-резиновая композиция и способ её получения: пат. 2164927 РФ C08 L 95/00/ авторы: Розенберг Б.А., Эстрин Я.И., Эстрина Г.А.; патентообладатель – Институт проблем химической физики РАН - № 98115255/04; заявл. 07.08.1998; опубл. 10.04.2001. – 6 с.
6. Walter, C. Warner. Chemical methods of devulcanizing thermoset rubber // Rubber world. – 1995. – 05 May. – pp. 245-253.
7. Кулезнев В.Н., Шершнев В.А. Химия и физика полимеров. Учеб. пособие для хим.-технол. вузов. – М.: Высш. шк., 1988. – 312 с.

НАНОМОДИФИЦИРОВАННОЕ ЭПОКСИДНОЕ СВЯЗУЮЩЕЕ ДЛЯ ПОЛИМЕРНОЙ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ

Зыкова Е.С., Хозин В.Г.,
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»

Аннотация. Работа посвящена изучению влияния наномодификаторов (многослойных углеродных нанотрубок и медь/углеродного нанокомпозита) на свойства эпоксидного связующего. Показано, что введение в состав малых концентраций наночастиц (до 0,0015% от массы связующего) позволяет повысить механические характеристики и теплостойкость эпоксидного композита.

Annotation. The work is devoted to study of influence as nanomodifiers (multi-walled carbon nanotubes and copper/carbon of nanocomposite) on the properties of epoxy binder. It is shown that the introduction of the low concentrations of nanoparticles (up to 0.0015% by weight of the binder) can improve mechanical properties and heat resistance of epoxy composite.

Ключевые слова: эпоксидное связующее, многослойные углеродные нанотрубоки, тонкодисперсные суспензии, медь/углеродный нанокомпозит.

Среди огромного разнообразия полимерных материалов, применяемых в строительстве, значительную группу составляют материалы на основе эпоксидных полимеров. Благодаря уникальному комплексу свойств (высокая прочность, высокая прочность на истирание, высокая химстойкость, низкое водопоглощение, высокая адгезия к металлам и др.), эпоксидные смолы нашли широкое применение при производстве широкого спектра композиционных материалов (армированных пластиков, полимербетонов, клеев, защитных покрытий и др.). К недостаткам эпоксидных матриц и композиционных материалов на их основе можно отнести низкую теплостойкость, трещиностойкость, невысокую эластичность и ударную вязкость.

В последние десятилетия для получения требуемых характеристик эпоксидных конструкционных материалов учёные широко используют введение наномодификаторов различной природы - углеродных нанотрубок, фуллеренов, астраленов, угледисперсных алмазных порошков, наноалмазов, глины, аэросила, шунгита, металлсодержащие нанокомпозитов и др. [1].

Одним из перспективных методов модификации термореактивных матриц на основе эпоксидных смол является введение углеродных наночастиц. Авторами [2] было изучено влияние малых концентраций углеродных нанотрубок на отвержденное эпоксидное связующее. Многослойные углеродные нанотрубоки (МУНТ) вводили в эпоксидную смолу ЭД-22 с отвердителем ДАДФС и диспергировали в течение 1,5 часова, в том числе около 40 минут - в ультразвуковой ванне для однородного распределения частиц. Оптимальная концентрация МУНТ - 0,05% - способствовала более полному отверждению эпоксидной смолы с увеличением теплового эффекта полимеризации на 10-17%, увеличению времени гелеобразования. Установлено существенное увеличение температуры стеклования Tg и величины динамического модуля упругости. Прочностные характеристики возросли на 20%, а ударная вязкость на 30%. В работе [3] автор вводил алмазографит и наноалмазы в различные составляющие эпоксидных композитов и определял степень однородности распределения частиц. Более однородным оказалось рас-

пределение в отвердителе (изо-МТГФА). При введении 0,2-0,3% алмазографита, 0,1-0,2% наноалмазов и 0,5-0,7% в систему наблюдалось увеличение прочности при сжатии (до 18-22%), прочности при изгибе (до 13%), ударной прочности (на 26-32%), температуры стеклования (на 2-10%), жесткости (на 20-30%), но прочность при растяжении понизилась на 20%.

Достаточно много работ связано с изучением влияния металлсодержащих нанокомпозитов. Так, в работе [4] описано влияние металл/углеродных нанокомпозитов на свойства различных материалов. Тонкодисперсные суспензии (ТДС) вводили в пенобетон в количестве 0,003%. Разрушающее напряжение при сжатии при этом увеличивалось в 1,7 раза. ТДС медь/углеродного нанокомпозита вводилась также в полиэтиленполиамине. При введении в композицию 0,005% указанного нанокомпозита температура начала потерь массы сшитой эпоксидной смолы увеличивается со 125 до 200°С. Модификация медь- и никель/углеродными нанокомпозитами эпоксидных клеев горячего отверждения осуществлялась при введении в клеи до 0,0001–0,0003% наноструктур. При этом увеличивалась адгезионная прочность композитов на 50–70%.

Таким образом, показано, что углеродные наночастицы положительно влияют на комплекс характеристик эпоксидных композитов при их введении в систему в малых концентраций. Ряд авторов отмечает сложность однородного распределения наночастиц в системах. Для облегчения ввода углеродсодержащих модификаторов в композиционные материалы разрабатываются новые типы модификаторов на основе углеродных наночастиц. Так, ООО «ИЭМЗ Купол» (г. Ижевск, Россия) разработаны тонкодисперсные суспензии, в которых металл/углеродные наномодификаторы диспергированы в жидких средах. Для модификации эпоксидных смол нами выбрана ТДС медь/углеродного нанокомпозита в среде отвердителя (изо-МТГФА). Фирмой «Arkema» (Франция) в качестве наномодификаторов для ряда композиционных материалов предлагаются твёрдые концентраты (в виде гранул), в которых многослойные углеродные нанотрубки распределены в различных средах – компонентах композиционных материалов. Для модификации эпоксидных связующих нами выбран наномодификатор - Masterbatch C S1-25, содержащий 25 % МУНТ, мономер DGEBA и бисфенол А.

После смешения компонентов эпоксидного связующего образцы подвергали термообработке при разных температурах (130 ^{0}С, 150 ^{0}С, 170 ^{0}С).

В табл.1 приведены данные по количеству экстрагируемых веществ из эпоксидных композитов, модифицированных медь/углеродный нанокомпозитом. Для металлсодержащих модификаторов (МС) - МС1 и МС2 - время диспергирования УЗ (в среде-носителе) составляет 10 мин, для МС3 и МС4 – 7 мин. Наиболее полное отверждение наблюдается при температуре отверждения 150 ^{0}С (при этом количество экстрагируемых составляет 1,2-2,1%)

Таблица 1

Количество экстрагируемых в эпоксидных композитах, модифицированных медь/углеродный нанокомпозитом.

Температура отверждени, ^{0}С	Количество экстрагируемых веществ, % при содержании МС (масс. % от массы отвердителя):				
	0	*0,001(МС2)*	*0,011 (МС1)*	*0,001 (МС4)*	*0,011 (МС3)*
130	7	7,2	6,8	7	6,9
150	2	1,8	1,2	2,1	2
170	3,5	3	3,5	3,6	3,1

Адгезионная прочность на сдвиг при модификации эпоксидных полимеров медь/углеродными нанокомпозитами возрастает на 18-25% (с 85 кг/см^2 – для немодифицированного композита до 100-106 кг/см^2 – для модифицированных).

Зависимость прочности при сжатии связующих от содержания МС-модификатора носит также экстремальный характер (табл.2). Наибольшей прочностью характеризуются образцы связующих, содержащих 0,001 % МС2 и отверждённых при 130-150^{0}С. По сравнению с контрольным составом при указанных режимах отверждения прочность возрастает на 12-15 МПа (при 0,001 % МС2).

Таблица 2

Прочность при сжатии эпоксидных композитах,
модифицированных медь/углеродный нанокомпозитом

Температура отверждени, ^{0}С	Прочность при сжатии, % при содержании МС (масс. % от массы отвердителя), МПа				
	0	*0,001(МС2)*	*0,011 (МС1)*	*0,001 (МС4)*	*0,011 (МС3)*
130	120	131,2	134	129,4	130
150	107,3	118,3	122,7	117,7	125,4
170	117,8	114,7	112	112,8	112,4

Оптимальной (с позиций достижения более высокой теплостойкости) концентрацией МС2-модификатора является 0,001%. Теплостойкость по Вика составляет 180 ^{0}С при температуре отверждения 150 ^{0}С (для контрольного состава – 140 ^{0}С, для МС1, МС3 и МС4 – не выше 160 ^{0}С).

В табл.3 приведены данные по количеству экстрагируемых эпоксидных связующих, модифицированных УНТ (Masterbatch C S1-25). Наиболее полное отверждение наблюдается при температуре отверждения композиций 150 ^{0}С.

Таблица 3

Количество экстрагируемых в эпоксидных композитах,

Температура отверждения, ^{0}С	Количество экстрагируемых веществ, %, при содержании УНТ (%)									
	0	0,001	0,003	0,005	0,01	0,03	0,05	0,1	0,3	0,5
130	7	6,9	7,1	7	6,9	7,2	7,5	6,9	7,3	7
150	2	2,1	2	1,85	2	1,6	1,4	1,9	2	1,8
170	3,5	3,6	3,1	3,4	3	3,3	3,5	3,1	3	3,5

модифицированныхУНТ (Masterbatch C S1-25)

При модификации УНТ (в количестве 0,001-0,005 масс.%) эпоксидных композитов адгезионная прочность на сдвиг (табл.3.5) возрастает на 18-23% (с 85 кг/см^2 – для немодифицированного композита до 100-108 кг/см^2 – для модифицированных).

В табл.4 приведена прочность при сжатии эпоксидных связующих, модифицированных УНТ.

Таблица 4

Прочность при сжатии эпоксидных композитах, модифицированных УНТ (Masterbatch C S1-25)

Температура отверждения, ^{0}C	Прочность при сжатии, % при содержании УНТ (масс. % от массы отвердителя), МПа						
	0	0,001	0,003	0,005	0,01	0,05	0,1
130	120	130,3	122,6	123,3	120	119	118
150	107,3	121	118,3	114,7	111	111,3	109,2
170	117,8	111	100	91,3	83,6	82	83

Зависимости прочности при сжатии модифицированных УНТ эпоксидных связующих носят экстремальный характер: максимумы наблюдаются при содержании УНТ 0,001-0,003 масс.%. При увеличении температуры отверждения эпоксидных композитов со 130 до 170 ^{0}C прочность снижается, что свидетельствует о формировании более дефектной структуре материала.

С точки зрения теплостойкости оптимальное содержание УНТ – 0,003 масс.%, при этом теплостойкость по Вика составляет 170 ^{0}C (для контрольного состава – 140 ^{0}C).

Таким образом, оптимальное содержание исследованных наномодификаторов (УНТ, медь/углеродный нанокомпозит) – соответственно. УНТ в эпоксидном композите 0,003 масс. % (от массы отвердителя). При такой концентрации УНТ прирост прочности составляет 10-15%, а прирост теплостойкости – около 20-25%. В случае модификации медь/углеродными нанокомпозитами адгезионная прочность на сдвиг возрастает на 18-25%, прочность при сжатии возрастает на 12-15 МПа, прирост теплостойкости составил 40 ^{0}C.

Литература

1. Малков И.В., Бондарь Л.П., Сыровой Г.В. Механизм получения защитных слоёв эпоксидных конструкционных материалов путем их наномодификации//доступна на http://www.nbuv.gov.ua/portal/Soc_Gum/VSUNU/2010_10_2/Malkov.pdf

2. Акатенков Р.В., Алексашин В.Н., Аношкин И.В., Богатов В.А., Грачев В.П., Кондрашов С.В., Раков Э.Г. Влияние малых добавок функционализированных многослойных углеродных нанотрубок на кинетику отверждения и свойства эпоксидных композитов//Сборник тезисов. Rusnanotech'09.

3. Хвостов С.А. Принципы модификации углеродными наночастицами эпоксидных связующих и технология получения композитов на их основе: автореферат //– Барнаул, 2006. С.-7-25

4. О.А. Ковязина, В.И. Кодолов, В.В. Тринеева, Л.Ф. Ахметшина, Ю.М. Васильченко, М.А. Чашкин, Ю.В. Першин. Опыт применения металл/углеродных нанокомпозитов для модификации материалов// Материалы III Международной научно-инновационной молодежной конференции. Тамбов,2011 - С.235-235.

НАНОМОДИФИКАЦИЯ ГИБРИДНЫХ СВЯЗУЮЩИХ ДЛЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Халикова Р.А., Старовойтова И.А., Хозин В.Г.,
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»

Аннотация: В данной работе было изучено влияние нанодобавок на фазовую структуру и технические свойства гибридных связующих на основе полиизоцианата и полисиликата натрия. В качестве нанодобавок были использованы концентраты многослойных углеродных нанотрубок фирмы Arkema.

Abstract: In this paper, we studied the effect of nano-additives on the phase structure and technical properties of hybrid binders based on polyisocyanate and polysilicate sodium. As the nano-additives were used concentrates multiwalled carbon nanotubes company Arkema.

Ключевые слова: полимерные композиционные материалы, наномодификатор, гибридное связующее, углеродные нанотрубки.

Возрастающие требования к параметрам полимерных композиционных материалов (ПКМ) с точки зрения усиления ряда эксплуатационно-технических характеристик, повышения экономической эффективности и конкурентоспособности в целом являются причиной повышенного интереса к разработке новых типов ПКМ. Получение композитов с заданным уровнем технических характеристик достигается направленным регулированием состава, структуры и свойств материала уже на стадии его синтеза. Зачастую придание заданных характеристик ПКМ достигается модификацией полимерной матрицы. Выбор метода модификации, как правило, определяется областью применения композиционных материалов, его типом, условиями производства и переработки.

В научно-производственной практике традиционным является использование макродисперсных наполнителей, что позволяет решить целый комплекс задач. Во-первых, этим достигается модификация полимеров, и создание материалов с заданными свойствами. Во-вторых, таким образом, может быть значительно снижена себестоимость и полимероёмкость материала. Однако при производстве наполненных полимерных материалов возникают трудности, связанные с ухудшением технологических свойств (увеличением вязкости, повышением износа перерабатывающего оборудования и т.д.). В последние 10-15 лет выделилось лидирующее перспективное направление, использующее нанотехнологии, для получения наномодифицированных ПКМ с заданным комплексом физико-механических и других характеристик без заметного ухудшения технологичности их изготовления.

Наноструктурные модифицирующие добавки вводят в определенных отношениях в матричный полимер, обеспечивая при этом необходимое сочетание технологичности (вязкости, времени жизнеспособности и т.д.) с требуемым комплексом характеристик. Благодаря колоссальной поверхностной энергии наномодификаторы обладают высокой сорбционной способностью по отношению к макромолекулам полимеров, что изменяет конформационные характеристики как индивидуальных полимерных цепей, так и макромолекулярных ансамблей. Это приводит к изменению структуры и, как следствие, усилению механических, барьерных

свойств и придает ряд других функциональных особенностей полимерным материалам и композитам [1].

В качестве наномодифицирующих добавок широко известны монтмориллонит, вермикулит, нанокремнеземы, алюмосиликаты и силикаты, хотя наибольшее число исследований связано с искусственными углеродными наночастицами – фуллеренами, нанотрубками, астраленами, наноалмазами, синтетическими цеолитами, поскольку они обладают уникальными электрическими и механическими свойствами, включая прочность, жесткость, ударную вязкость, химическую стойкость, теплопроводность и электропроводность [2].

Ключевым вопросом технологии наномодифицирования является способ введения и равномерного распределения в полимерной матрице микродоз нанодобавок, всегда склонных к агрегированию. Особенно сложно это реализовать в линейных высокополимерах ввиду высокой вязкости их расплавов. В этом случае целесообразно готовить концентраты наночастиц в функциональных компонентах полимерных материалов – пластификаторах, термостабилизаторах, растворителях [3].

В данной работе изучено влияние углеродных наномодификаторов на технологические и физико-механические характеристики гибридных связующих на основе полиизоцианата и полисиликата натрия.

В качестве наномодифицирующих добавок были выбраны твёрдые концентраты многослойных углеродных нанотрубок (УНТ) фирмы Arkema (Франция) в различных средах-носителях с торговыми марками:

- *Graphistrength C W2-45* – концентрат УНТ в водной среде (содержание диспергированных многослойных УНТ - 45%);
- *Graphistrength C S1-25* – концентрат УНТ в органической среде, содержащей мономер DGEBA, бисфенол А (содержание дисергированных многослойных УНТ - 25%).

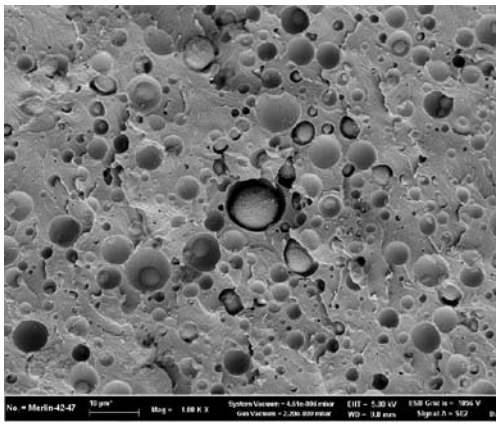
Модифицирующие добавки Graphistrength C W2-45 и Graphistrength C S1-25 вводились соответственно в неорганический (полисиликат натрия) и органический (полиизоцианат) компоненты связующего. Скорость смешения компонентов связующего составляла 1500-3000 об/мин.

Исследование технологических характеристик (вязкости и времени гелеобразования) показало, что введение указанных модифицирующих добавок до 0,3-0,5 масс.% не приводит к снижению технологичности.

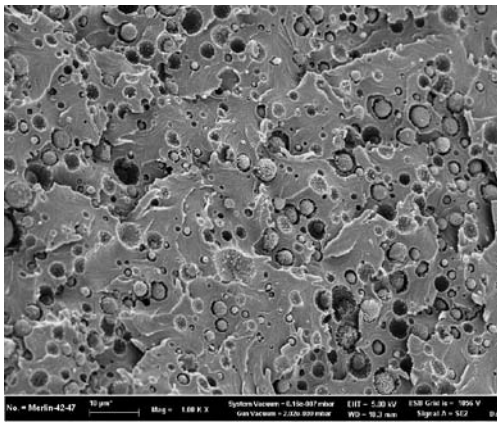
Наблюдение отверждённых связующих в электронный микроскоп (рис.) показало, что введение в качестве модификатора многослойных УНТ способствует формированию более однородной фазовой структуры и уменьшению среднего размера частиц дисперсной фазы (рис., б).

В случае введения модифицирующей добавки (Graphistrength C W2-45) в полисиликат натрия прочность при сжатии увеличилась на 18-25% при содержании УНТ 0,05-0,3 масс.% (табл.).

При введении модифицирующей добавки (Graphistrength C S1-25) в полиизоцианат максимальный прирост прочности при сжатии (28%) зафиксирован при содержании УНТ 0,1 масс.% (табл.).



а) ПИЦ – ПН (без содержания нанодобавки)



б) ПИЦ – ПН – УНТ (содержание нанодобавки С S1-25 0,1%)

Рис. Микрофотографии отвержденных связующих при увеличении 1000^x

Таблица

Технические характеристики наномодифицированных гибридных связующих

Состав	Значения показателей			
	Плотность, г/см^3		Прочность при сжатии, МПа	
ПИЦ – ПН (0% УНТ)	1,1		98	
Graphistrength C W2-45				
	Суспензия в воде	Суспензия в полисиликате натрия	Суспензия в воде	Суспензия в полисиликате натрия
ПИЦ-ПН (0,05% УНТ)	1,08	1,06	110,5	118
ПИЦ-ПН (0,1 % УНТ)	1,04	1,07	112	123
ПИЦ-ПН (0,3 % УНТ)	0,90	1,08	94	115,5
Graphistrength C S1-25				
	Немодифицированная эпоксидная смола	Модифицированная эпоксидная смола	Немодифицированная эпоксидная смола	Модифицированная эпоксидная смола
ПИЦ – ПН – ЭД-20 (0,005% УНТ)	-	1,08	-	85
ПИЦ – ПН – ЭД-20 (0,025% УНТ)	-	1,13	-	97
ПИЦ – ПН – ЭД-20 (0,05% УНТ)	1,20	1,22	83,7	105
ПИЦ – ПН – ЭД-20 (0,1% УНТ)	1,21	1,22	131	125
ПИЦ – ПН – ЭД-20 (0,17% УНТ)	1,17	1,17	120	115
ПИЦ – ПН – ЭД-20 (0,25% УНТ)	0,55	0,43	6	4,8

Таким образом, установлено, что введение многослойных УНТ в виде концентратов в средах-носителях в малых концентрациях приводит к получению бо-

лее однородной фазовой структуры гибридных связующих и увеличению их механической прочности способно существенно влиять на характеристики полимерных связующих.

Литература

1. Низина Т.А. Оптимизация свойств эпоксидных композитов, модифицированных наночастицами // Строит. материалы. 2009. №9. С. 78-80;

2. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнолдогий: учебное пособие / В.В. Старостин. – 2-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 431 с.: ил. – (Нанотехнологии);

3. Хозин В.Г., Низамов Р.К. Полимерные нанокомпозиты строительного назначения // Строит. материалы. 2009. №8. С. 32-35;

4. Бобрышев А.Н., Жарин А.А., Бобрышев А.А. Влияние эпоксидного модификатора на полиуретановые полимеры // Строит. материалы. 2005. №6. С. 67-69.

ОСВОЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОПРОЧНЫХ БЕТОНОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОДОБАВКАМИ НА ОСНОВЕ УНТ

Габидуллин М.Г., Рахимов Р.З., Хузин А.Ф.,
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»;
Ткачев А.Г.,
ООО «НаноТехЦентр», г. Тамбов

Аннотация. Разработан новый продукт - наномодифицированная добавка на основе УНТ «Таунит» для бетонов высокой прочности. Элементами новизны и НОУ-ХАУ разработки являются составы добавки и технология ее приготовления, обеспечивающие равномерность распределения микродоз УНТ в объеме цементного камня и бетона. Это позволяет максимально раскрыть потенциал нанодобавки в составе высокопрочного бетона особенно в ранние сроки твердения. Экспериментами доказано увеличение прочности цементного камня, особенно в раннем возрасте до 96%, а увеличение ранней (до 8-12 часов) прочности высокопрочного бетона до 210%. На ряд разработок получены патенты РФ.

Ключевые слова: завод, нанодобавка, бетон, ранняя прочность, экономия цемента

Abstract. New nanomodified additive for high strength concrete is developed on the basis of «Taunit» CNTs. Novel features and know-how elements are the composition of the additive and the technology of its preparation, which provides an even distribution of CNTs' small amounts over the volume of concrete or cement stone. This facilitates a maximal effect of the nano additive on concrete properties, especially at early ages. It was proven experimentally that the strength of cement stone with additive is higher, particularly at early ages – by up to 96%. And the early-age strength (in the first 8-12 hours) of high strength concrete is up to 210% higher. Russian Federation patents were taken out for a number of products.

Keywords: factory, nano additive, concrete, early-age strength, cement saving

Актуальность. Целью исследований является создание завода для производства наномодифицированной добавки. Использование нанодобавки в производстве изделий из цемента и бетона позволит существенно увеличить прочность бетонов при сохранении расхода вяжущего или даже его значительной экономии, а также улучшить удобоукладываемость бетонной смеси, ускорить набор распалубочной прочности, повысить морозостойкость, водонепроницаемость бетона, снизить трещиностойкость и увеличить долговечность высокопрочного бетона.

Создание завода по производству наномодифицированных добавок планируется на базе ЖБИ «Казметрострой»или ООО «Ресурс+» (заинтересованность и договоренность с руководствами завода имеется). Полная производственная мощность завода составит 360 тонн добавок в год.

Рынок. Сегодня рынок предлагает очень широкий ассортимент различных отечественных и зарубежных добавок для улучшения качества бетонов. Одной из главных причин использования добавок в производстве бетонов является необходимость увеличения прочности бетонов при сохранении расхода вяжущего или даже его экономии, а также улучшение удобоукладываемости бетонной смеси, ускорение твердения бетона, повышение производительности работ и снижение себестоимости производимой продукции.

Стоимость наиболее известных эффективных отечественных и зарубежных добавок (суперпластификаторов и гиперпластификаторов) изменяется в широких пределах – от 25 до 200 тыс. рублей за тонну. При сравнительно высокой дозировке (от 0,4 до 2 мас.% от расхода цемента) этих добавок в бетонную смесь, такая цена способствует значительному повышению себестоимости конечного продукта и поэтому не все производственники стремятся использовать эти добавки. Кроме того, для целого ряда современных гиперпластификаторов одним из недостатков является замедление набора прочности бетона в очень ранние сроки (менее 20-24 часов), поэтому приходится одновременно с пластификаторами в состав смеси дополнительно вводить сравнительно дорогие ускорители твердения, что, в свою очередь, повышает себестоимость конечного продукта.

Предлагаемое решение в виде нанодобавок будет иметь существенно более низкие показатели стоимости в расчете на единицу веса готовой продукции и окажется более доступным для российских производителей строительных материалов.

Описание проекта. Продуктом коммерциализации являются наномодифицированные добавки ФУНТ-Ц на основе УНТ «Таунит» для высокопрочных бетонов и изделий из него. Физически продукт будет поставляться в жидком виде и в виде сухого порошка. В первом случае он будет поставляться в виде водного концентрата, вовтором случае, в виде премикс-порошка, расфасованного в мешки по 5-10 кг. Добавки будут вводиться в количестве 5-10 кг или 5-10 л на 1 $м^3$ бетонной смеси. Использование данной добавки приведет к существенным экономическим выгодам для производителя изделий из бетона. Проведенные лабораторно-технологические исследования позволили установить, что введение разработанных добавок, к примеру, при производстве железобетонных блоков обделки перегонных тоннелей Казанского метрополитена на базе ЖБИ МУП «Казметрострой», позволят:

- сократить время распалубки с 18-24 до 8-12 часов,
- увеличить прочность бетона с марки 600 до 800,
- увеличить водонепроницаемость с W12 до W16 и выше,
- увеличить морозостойкость с F150 до F300 и выше,
- снизить трещиностойкость конструкций и увеличить их долговечность.

Это позволит в полтора раза увеличить выпуск железобетонных колец в год. Тогда вместо плановых 2938 колец будет выпускаться 4407 колец. Следовательно, будет в год выпущено дополнительно более 1469 колец, стоимость каждой из которых составляет ориентировочно 50 000 рублей. Это позволит без совершения капитальных затрат в производственное оборудование на ЖБИ «Казметрострой» дополнительно выпустить в год колец на сумму: 50 000 руб. х 1469 шт. = 73 450 000 рублей. Это обеспечит строительство дополнительно 1,5 км линий Казанского метрополитена.При получении для этих же целей фибробетона с предлагаемыми наномодифицированными добавками можно снизить расход стальной каркасной арматуры на 10-15 %.

Проект был презентован:на VII Венчурной ярмарке РТ; на круглом столе «ВолгаСтройЭкспо-2011»; на III Международной специализированной выставке «Нанотехнологии. Казань-2011» (Казань, ВЦ «Казанская ярмарка»). Победитель конкурса «50 лучших инновационных идей для РТ» в номинации «Старт-1»по ФСРМП и ВФ РТ по теме "Разработка мини-завода для производства новых составов нанодобавок для керамики и бетонов высокой прочности".

Инновационность проекта. В ближайшем будущем следует ожидать масштабного развития нанотехнологийна основе УНТ и их промышленного внедре-

ния в производстве бетонов, вяжущих, сухих строительных смесей и в России, т.к. с совершенствованием технологии и повышением производительности производства УНТ их цена будет снижаться. Сегодня уже есть информация снижения стоимости УНТ, например, Белоруссия готова продавать их по цене 0,5 долларов США за 1 г.

Научная новизна (идея) проекта заключается в разработке принципиально новых составов и технологических режимов приготовления наномодифицированных добавок для улучшения качества бетонной смеси и высокопрочного бетона, в том числе дисперсноармированного.

Состояние работ на момент подачи заявки. Интеллектуальная собственность. Разработан продукт – нанодобавка ФУНТ-Ц на основе УНТ «Таунит» для бетонов высокой прочности иразработана технологии получения нанодобавок. Сегодня авторами проекта проводится лабораторная апробация по разработке новых составов добавок на основе цементных композиций с отечественными и зарубежными наночастицами, введение которых в бетоны способствовало бы значительному улучшению их физико-механических и эксплуатационных свойств. Испытания проведены с 5-ью различными УНТ: «Arcema» (Франция); «Таунит» (Тамбов РФ) в виде порошка, суспензии и таблеток; УНТ (Казань). Установлены основные технологические режимы приготовления наномодифицированных добавок, позволяющие равномерно распределять наночастицы в составе цементного теста и бетона, в том числе и высокопрочного фибробетона. Экспериментами доказано увеличение прочности цементного камня, особенно в раннем возрасте до 96%, увеличение ранней (до 8-12 часов) прочности высокопрочного бетона до 210%. Получены зависимости увеличения прочности цементного камня и высокопрочного бетона от уровня дозировки наномодифицированной добавки, которые имеют важное практическое значение.

1.Получен патент РФ за №2462431 на изобретение «Наномодифицированная керамическая масса» авторов Габидуллина М.Г., Миндубаева А.А., Хузина А.Ф., Габидуллина Б.М. Патентообладатель Габидуллин М.Г. Решение о выдаче патента на изобретение от 2 марта 2012 г. Пошлина на поддержание патента оплачена.

2.На сегодня по результатам НИОКР (см. 1этап проекта № 14895, заявка № 11-4-Н3.8-0118, тема заявки «Разработка мини-завода для производства новых составов наноструктурированных добавок для бетонов высокой прочности») установлена технология и определены основные технологические режимы получения наномодифицированной добавки ФУНТ-Ц, установлены граничные значения дозировок УНТ. Установлены основные ингредиенты добавки и установлены оптимальные соотношения ингредиентов. Виды ингредиентов и их соотношение являются элементами новизны. Экспериментами доказана высокая эффективность влияния добавки ФУНТ-Ц на повышение прочности цементного камня на 96% и бетона на 210%. Подобрано оборудование, которое позволяет создавать разработанные технологические режимы.

3. Подана заявка в Роспатент на изобретение для получения патента «Способ получения наномодифицированной добавки для цементного камня». Рег. № 2012110543. Уведомление о регистрации от 22.03.2012 г. После получения патента планируется ее защита.

4.Получен патент РФ №2296827 «Способ получения волокнистых углеродных структур каталитическим пиролизом». Патентообладатель ООО «НаноТехЦентр» авторов Ткачева А.Г., Мищенко С.В., Артемова В.Н. Заявка № 2005124577, приор. 03.08. 2005 г. Новизной способа являются установленные ос-

новные технологические режимы получения волокнистых углеродных структур каталитическим пиролизом.

5. Подана заявка №2011134208 «Наномодификаторстроительных материалов и способ его получения» авторов Ткачева А.Г., Пасько А.А., Артемова В.Н., Ткачева М.А., Мележик А.В., Толчкова Ю.Н. Заявитель и патентообладатель ООО «НаноТехЦентр». Заявлен 15.08.2011. Новизной работы является состав наномодификатора и технологические режимы его получения, а также его влияние на свойства строительных материалов.

6. На УНМ "Таунит" получено свидетельство на товарный знак № 349870. Правообладатель ООО «НаноТехЦентр.»

Что необходимо сделать в рамках проекта. Завершить НИОКР, провести на базе ЖБИ «Казметрострой» и ООО «Ресурс+» опытно-промышленную апробацию разработанных составов наномодифицированной добавки «ФУНТ-Ц» на основе УНТ «Таунит» путем последующего выпуска на его основе железобетонных блоков обделки перегонных тоннелей в объеме 4-колец, разработать детальную технологическую схему мини-завода и проект его строительства с привязкой к БСУ ЖБИ «Казметрострой» и БСУ ООО «Ресурс+», укомплектовать его современным оборудованием, найти и привлечь инвестора, закупить комплект оборудования мини-завода, произвести монтаж, пуск-наладку, провести выпуск партии серийного продукта в виде блоков с улучшенными свойствами, участие в сертификационных испытаниях, выйти на рынок наномодифицированных добавок с продуктом «ФУНТ-Ц» н основе УНТ «Таунит» с фокусом на рынок блоков обделки перегонных тоннелей повышенного качества в РФ.

Потенциальные потребители. Целевым рынком компании является рынок производителей ЖБ изделий и конструкций Республики Татарстан. На текущий момент имеется договоренность с ЖБИ «Казметрострой» об использовании данной нанодобавки в производстве железобетонных блоков обделки перегонных тоннелей и с ООО «Ресурс+» об использовании добавки для производства высокопрочных ж/бетонных изделий специального назначения. Объем потребления ЖБИ «Казметрострой» оценивается в 70-80 тонн нанодобавок в год, что составляет около 30-40 процентов объема, производимого в первые годы. Кроме того, потенциальными потребителями могут стать ООО «Ресурс+», ООО «Завод ЖБК», ЖБИ-2, ЗАО «Казмонолитстрой».

Объем необходимых инвестиций - 11,3 млн.руб.

Срок окупаемости проекта - 2,7 года

Наши партнеры:Учреждение РАН ИОФХ им. А.Е. Арбузова (Казань); КФТИ КазНЦ РАН (Казань); ФГУП «ЦНИИгеолнеруд»МУП (Казань);МУП «Казметрострой»; МУП ЖБИ «Казметрострой»; ООО «Ресурс+» (Казань);ООО «Винербергер Кирпич»; ООО «НаноТехЦентр» (Россия, г. Тамбов).

УДК 621.762; 691.002 (032)

ВЛИЯНИЕ МНОГОСЛОЙНЫХ НАНОТРУБОК НА ВЯЗКОСТЬ РАЗРУШЕНИЯ

Леонович С.Н.,
Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь,
Еберхардштайнер Й.,
Институт механики материалов и конструкций, Венский технический университет, Вена, Австрия,
Яковлев Г.И., Первушин Г.Н.,
Ижевский технический университет, Ижевск, Россия

INFLUENCE OF MULTILAYER NANOTUBES ON FRACTURE TOUGHNESS

NASB Acad., Dr. Sc. (Engineering), Prof. KHROUSTALEV B.,
Dr. Sc. (Engineering), Prof. Leonovich S.,
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus;
Dr. Sc., Prof. Eberhardsteiner J.,
Technology, Vienna, Austria;
Dr. Sc. (Engineering), Prof. Yakovlev G.,
Dr. Sc. (Engineering), Prof. Pervushin G.,
Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russia

Summary. Experimental research results of the stress intensity factor at normal separation, K_{IC}, and cross-section shift, K_{IIC}, respectively, of high-strength concrete are presented. Research on the specific power changing inputs on quasi-static destruction is carried out.

The compact structure on the basis of the Portland cement modified with carbon nanodispersed systems has been studied. Carbon nanotubes Graphistrength by «Arkema» dispersed into the hydrodynamic plant in the solution of surface-active agent (SAA) Polyplast SP-1 are used as modifying additives. An increase of the cross-breaking strength of a fine grain concrete up to 45,1% and of the compressing strength up to 96,8% was observed. The increase of concrete strength is related to morphological changes of new crystalline hydrate formations providing a less defective structure of cement matrix with high density.

Key words: multilayer carbon nanotubes (MCNT), cement matrix, surfactants, morphology, hydrodynamic cavitation, stress intensity factor at normal separation, stress intensity factor at cross-section shift.

1. INTRODUCTION

Problems of carbon nanotubes dispersion during modification of cement pastes

When developing cement pastes with improved mechanical characteristics, application of carbon nanodispersed systems [1, 2] are very efficient. The introduction of carbon nanosystems into mineral binding matrix composition is established [3 - 5] in order to result in micro-structures with forming new crystalline hydrate formations of higher density and strength.

The main purpose of this work is to establish an opportunity of dense cement concrete structure modification by means of multilayer carbon nanotubes Graphistrength by “Arkema” as a nanodispersed additive and to evaluate their influence on the modified cement matrix structure.

According to the technical literature [6-7], the modification with carbon nanotubes results in an improvement of 15-20% of the mechanical characteristics of cement concretes. At the same time the mineral matrices are able to increase their strength up to 2-3 times [8] after introduction of carbon nanosystems into the composition of the binder in the amount of 0,0024% of the binder mass, as it is shown by several investigations. According to [9-10] carbon nanotubes are able to change the matrix microstructure "due to increased content of calcium hydrosilicates of high density and decreased nanoporosity".

The main reason for contradictions of results obtained by different investigators is an insufficient extent of carbon nanotubes dispergation because they originally become granules due to superactivity during their synthesis. In this context the proper use of suitable equipment in ethanol medium for carbon nanotubes dispergation, as mentioned in [11] is of great importance. Li et al. [12] implemented ultrasonic treatment of multimural carbon nanotubes in the solution of sulfuric and nitric to provide better bond between cement matrix. In [13] polyacrilic acids and ultrasound was used to achieve homogeneous dispersion of multimural carbon nanotubes in water solution. In general, the open literature reports on an (insignificant) increase of the mechanical strength of cement matrix modified with carbon nanotubes.

The main reason of insufficient influence of nanosystems on the structure and properties of modified cement matrix is incomplete dispergation of nanotubes. During synthesis they generate bells or granules up to a size of 400-900 μm with high surface energy. At the same time nanoparticles hardly disperse into single nanostructures in water dispersive media and they require special technologies for their dispergation. The main goal when working with carbon nanotubes is to disintegrate bundles and large agglomerates arising during synthesis and to provide their stabilization in water suspension and steadiness of these nanotubes suspensions in storage.

To stabilize suspensions with nanostructures different surface-active agents (surfactants) [14] are used. Their molecules are adsorbed on the solid-liquid phase boundary surrounding separate nanotubes and their bundles. [15-16].

There are two ways of the process of synthesized nanoparticles dispergation i.e. obtaining particles with synthesized or ligand particles for material. In the first case there is an opportunity of surface modification of nanoparticles, e.g. substitution of ligands. And in the second case operations are performed with nanomaterial where collective properties of nanoparticles are of special importance. Hydrodynamic cavitation is the most optimal way of carbon nanotubes dispergation. Hydrodynamic cavitation has been used for about 50 years in industry. Although ultrasonic cavitation is widely used for intensification of technological processes, it requires higher energy expenditure in ultrasonic transmitters than in hydrodynamic cavitation devices. Due to this fact hydrodynamic devices are more prospective to be used for liquid medium cavitational treatment where interacting liquid flows produce cavitation. In general, the energy expenditure of hydrodynamic cavitation is 10-15 times less compared to ultrasonic cavitation.

Multilayer carbon nanotubes Graphistrength by "Arkema" consisting of layers of nanotubes with an outer diameter of 10 to 15 μm and an average density of 50-150 kg/m^3 were dispersed.

After the dispergation of the carbon nanosystems in the hydrodynamic device, carbon nanosystems with an effective diameter of 168,3 nm and with the a minimum diameter of 73,3 nm were obtained.

Sedimentation processes in suspensions are unavoidable due to the different densities of dispersion medium and discontinuous phase. In course of time, solid phase particles aggregate and precipitate. After 30 days storage the effective diameter of the na-

nosystems was 403,7 nm due to coagulation. However, sedimentation is a reversible process and the suspension can be dispergated again. The investigation of carbon nanotubes microstructure dispersions conformed polydispersity of carbon nanostructures in surfactant Polyplast SP-1 medium.

Coagulation of nanostructures with formation of large agglomerates takes place after one month storage of the dispersions. At the same time separate nanotubes were observed.

2. MATERIALS AND RESEARCH METHODS

Samples for mechanical tests were produced in compliance with standard technique. Properties of the fine cement concrete on the Portland cement "П400-Д0" (CEM II/A-S 32.5R) and on the glass sand with fineness modulus M=3,08 were investigated.

Carboxymethyl cellulose in combination with superplasticizing admixture Polyplast SP-1 was used as surfactants for carbon nanotubes dispergation. Sodium carboxymathyl cellulose is an anionic polymer i.e. the product of cellulose and monochloracetic acid interaction. Super plasticizing admixture Polyplast SP-1 is a mixture of sodium salts of polymethilennaphthalenesulfuric acids.

The microstructure and microanalysis of the concrete cement matrix were studied on bitmapped electronic microscopes FEI Quanta 200, XL 30 ESEM-FEG by «PHILIPS» and JSM JC 25S by «JEOL».

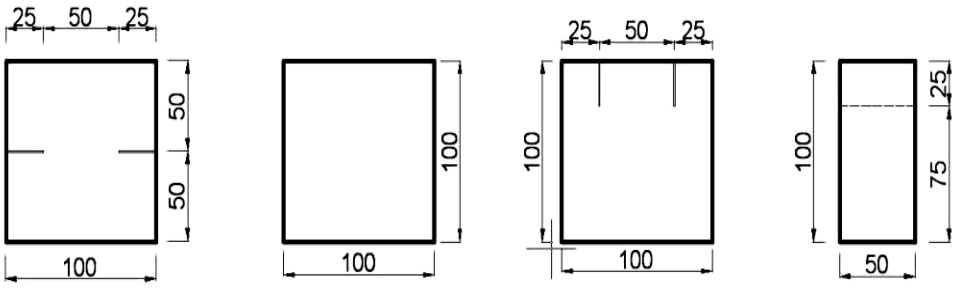
The analysis of nanosystem sizes in suspensions was performed on BI-MAS/plus 90 device. Total heat generation and rate of heat generation change were studied in thermos calorimeter.

Carbon nanotubes dispersion results in cement matrix structures with formation of a compact defect-free cover on the solid phase surfaces including cement and aggregate particles. This cover provides better bond with surfaces of these particles. Spatial skeleton cells in the structure of the modified cement matrix are formed due to contact interactions of the structured boundary layers. Spot contacts provide ultimately filled system where collective transition to the bond in short range order causes harsh strengthening due to spatial packing formation.

3. TESTING SPECIMENS

The testing specimens were made of concrete mix from local raw materials (cement, crushed stone, sand). The size of specimens was 100x100x100mm.

Two types of specimens where applied to investigate the stress intensity factor on normal separation and cross-section shift (fig. 1). Initiators of the crack were made after cooling to ambient temperatures by means of a saw after full preheating.



Type 'a' Type 'b'

Fig. 1. Testing specimens

4. THE DEFINITION METHOD OF STRESS INTENSITY FACTOR ON NORMAL SEPARATION AND CROSS-SECTION SHIFT

Regularity of crack resistance is investigated by fracture mechanical methods. In this work the so-called nonequilibrium test is accepted as the basic method to experimentally determine crack resistance and toughness of destruction [17-22].

The nonequilibrium test is characterized by loosing the deformation stability of the specimen at the localization moment of deformation up to maximum loading with dynamic activating of crack.

The crack resistance characteristics are applied to:

- compare different concrete mixes, and the technological process of manufacturing and concrete quality control;
- assessments of concretes enabling a reasonable selection for construction;
- structural calculations with taking into account defects and application conditions;
- cause studies of structure destructions.

Type ‘a’ specimen cubes with two initial cracks were used for determining K_{IC}. The tests were performed under the scheme of central compression on a press by means of two supports made of metal bars (fig.2a, 2b). The cube destruction occurs unstably within a plane of a moving crack between the two oppositely cuts.

The value of K_{IC} was determined according to the following equation:

$$K_{IC} = \frac{P}{Bd^{1/2}}\left[18,3\left(\frac{a}{d}\right)^{1/2} - 430\left(\frac{a}{d}\right)^{3/2} + 3445\left(\frac{a}{d}\right)^{5/2} - 11076\left(\frac{a}{d}\right)^{7/2} + 12967\left(\frac{a}{d}\right)^{9/2}\right] \quad (1)$$

where P – the load, destroying the specimen, in MN; B – the thickness of the specimen; d – height or width of the specimen; a – depth of a cut (all dimensions in meter).

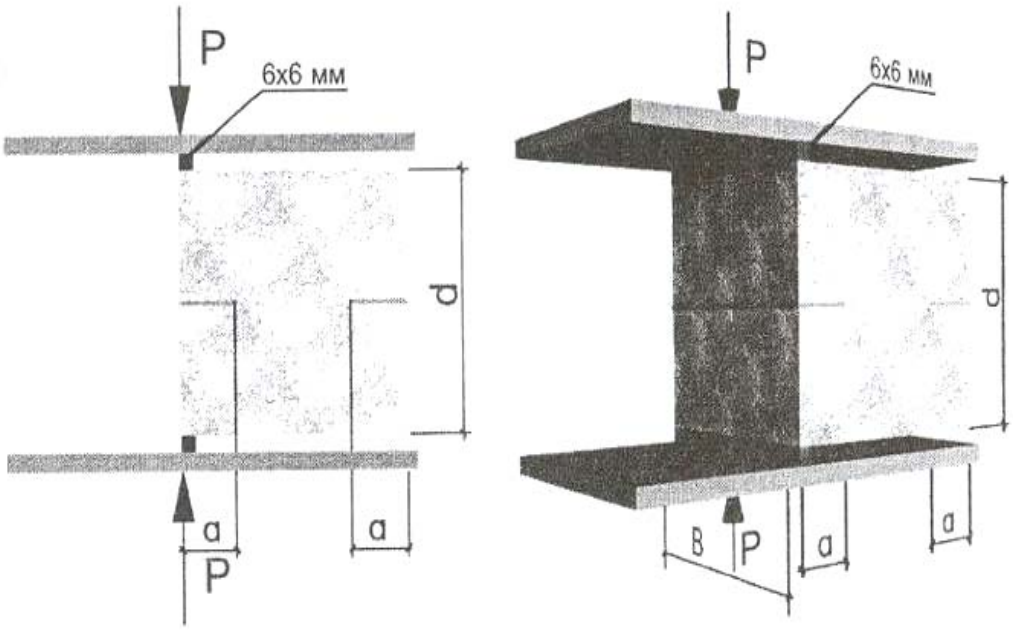


Fig. 2a. Scheme of test specimens of type ‘a’

Fig. 2b. Specimens before and after K_{IC} tests

The crack resistance on cross-section shift was determined in tests with type ‘b’ specimens by means of a loaded plate between the two parallel cuttings (fig. 3a, 3b). The big advantage of this test is that the type ‘b’ specimen can be gained from the already tested type ‘a’ specimen (the same cube). Thus, the factor of normal separation K_{IC} and cross-section shift K_{IIC} were defined on one and the same concrete fragment.

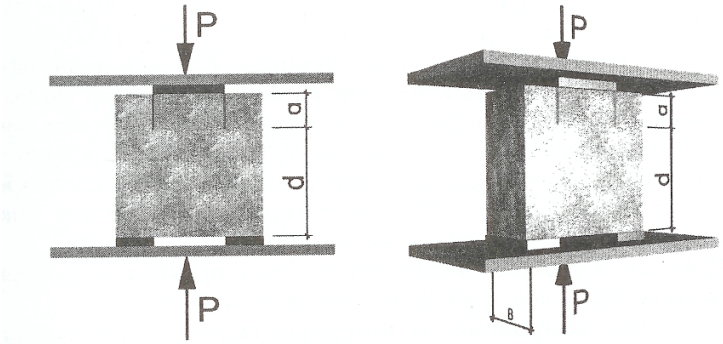


Fig. 3a. Scheme of test specimens of type ‘b’

Fig. 3b. Specimens before and after K_{IIC} tests

The stress intensity factor on cross-section shift was determined according to the following equation:

$$K_{IIC} = \frac{P}{2 \cdot a \cdot B} \sqrt{l \cdot Y\left(l,b\right)} \qquad (2)$$

where: P – the load, destroying the specimen, in MH; $Y(l,b)$ – correction index = 0.97; B - width of the specimen; a – depth of a cut (all dimensions in meter).

5. EXPERIMENTAL DATA K_{IC}, K_{IIC}, E, G_{IC}

Table 1 – Experimental data of concrete cube tests on fracture toughness. Determination of stress intensity factor at normal separation K_{IC}

Samples	Date of fabrication	Date of test	Mass of sample, g	Size of ample, cm	Ultimate load P, kN	Average value of load P, kN	$K_{IC_{cp}}$, MN·m$^{-3/2}$	Specific energy of quasi-static destruction $G_{IC} = K_{IC}^2 / E^*$, N/m
К-2	08.08.2011	06.09.2011	2390	10x10x10	9,87	10,64	0,623	11,25
К-3			2410	10x10x10	9,70			
К-4			2406	10x10,1x10	12,34			
В-2			2402	10x10x10	8,49	10,08	0,59	10,09
В-3			2386	10x10x10	9,18			
В-4			2384	10x10x10	12,56			
2F-2			2388	10x10x10,1	6,47	8,99	0,526	8,02
2F-3			2396	10x10,1x10	11,74			
2F-4			2402	10x10,1x10	8,76			
К-1	09.08.2011	06.09.2011	2422	10x10,1x10,1	11,16	**10,52**	0,616	10,99
К-3			2410	10x10x10	6,73			
К-4			2418	10x10,1x10	13,67			
О-1			2414	10x10x10	10,17	9,54	0,558	9,03
О-3			2416	10x10x10,1	8,85			
О-4			2406	10x10x10	9,61			
Ю-1			2398	10x10x10	11,67	**11,20**	0,656	12,47
Ю-2			2396	10x10,1x10	10,38			
Ю-3			2423	10x10x10	11,54			

The stiffness properties of the investigated concrete were determined using ultrasonic measurements. Knowing the path length, the measured travel time (t) can be used to calculate the complex modulus of elasticity (E) as follows:

$$c_l = \sqrt{\frac{E \cdot (1-\nu)}{\rho \cdot (1+\nu) \cdot (1-2\nu)}}, \qquad (3)$$

where: c_l – ultrasonic pulse velocity; ν – Poisson's ratio; E – complex modulus of elasticity; ρ – density of concrete specimens.

Consideration of the elastic deformation of concrete enables to define the specific energy of quasi-static destruction (G_i) through the quasi-static stress intensity factor:

$$K_i = \sqrt{G_i \cdot E_b}\ . \qquad (4)$$

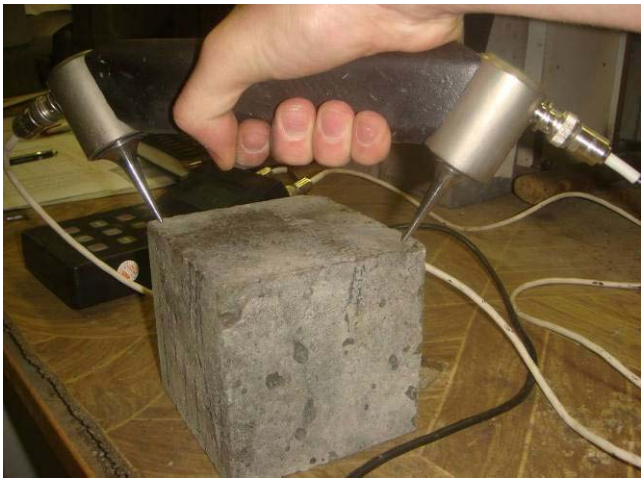


Fig. 4. Ultrasonic pulse velocity method

Table 2 – Experimental data of concrete cube tests on fracture toughness. Determination of stress intensity factor at cross-section shift K_{IIC}

Samples	Date of fabrication	Date of tests	Ultimate load P, kN	Average value of load P, kN	$K_{IIC_{cp}}$, MN·m$^{-3/2}$
К-2(1)	08.08.2011	07.09.2011	73,92	75,48	4,7
К-2(2)			72,11		
К-3(1)			55,23		
К-4(1)			77,81		
К-4(2)			78,06		
В-2(1)			85,32	92,45	5,75
В-2(2)			96,32		
В-3(1)			100,90		
В-3(2)			83,55		
В-4(1)			87,25		
2F-2(1)			76,12	83,93	5,22
2F-2(2)			86,51		
2F-3(1)			83,99		
2F-3(2)			83,44		
2F-4(1)			89,61		
2F-4(2)			64,65		
К-1(1)	08.08.2011	07.09.2011	87,40	88,83	5,532
К-1(2)			87,44		
К-3(1)			95,36		
К-3(2)			75,94		
К-4(1)			93,60		
К-4(2)			80,37		
О-1(1)			85,21	93,94	5,851
О-1(2)			97,60		
О-3(1)			93,36		
О-3(2)			82,83		
О-4(1)			98,58		
О-4(2)			94,95		
Ю-1(1)	08.08.2011	07.09.2011	102,2	98,55	6,1377
Ю-2(1)			100,7		
Ю-2(2)			92,58		
Ю-3(1)			98,72		
Ю-3(2)			88,73		

Table 3 – Experimental data of concrete cube tests on fracture toughness. Determination of K_{IC} and K_{IIC}

Samples	Ultimate load (scheme 1), kN	$K_{IC_{cp}}$, MN·m$^{-3/2}$	Ultimate load (scheme 2), kN	$K_{IIC_{cp}}$, MN·m$^{-3/2}$
K-1	9,13	0,534	29,0 45,38	2,826
K-2	6,89	0,403	–	–
K-3	5,93	0,347	44,51 41,70	2,772 2,597
K-4	7,53	0,441	43,40 49,36	2,702 3,075
O-2	7,55	0,442	57,39 53,89	3,574 3,356
O-3	5,70	0,334	48,45 48,08	3,017 2,994
O-4	7,44	0,435	57,59 59,36	3,586 3,697
O-2*	0	–	43,20 40,35	2,69 2,513

6. CONCLUSIONS

The presented results allow to conclude, that the method of nonequilibrium tests of cubes with initiated cuts delivers a quite adequate picture of the crack resistance and toughness of destruction of usual and high-strength concrete.

From non-destructive stiffness tests using ultrasonic pulse velocity measurements, the value of the complex modulus of elasticity was determined.

The experimental results of the stress intensity factors K_{IC} and K_{IIC} allow to analyze cracking and concrete destruction, and to develop new high strength materials and to perfect designing.

Based on own experimental results the energy of quasi-static destruction G_i were measured in addition.

Cement concretes modified with multilayer carbon nanotubes change its morphology of crystalline hydrates with formation of the contact zones of increased density of the aggregate surface according to microstructural analysis of new formations. Such structures increase the strength resistance of the concrete, which is proved by results of physical and mechanical tests of the concrete modified with carbon nanotubes.

REFERENCES

1. *Staroverov V.D.* Structure and properties of nanomodified cement brick. Author's abstract. Act. PhD in Technical Science. SPb., 2009. – p. 19.

2. *Lipanov A.M, Trineeva V.V., Kodolov V.I., Yakovlev G.I., Volkova E.G.* Production of carbon metal containing nanostructures for constructions modification // Alternative energetic and ecology. No. 8 (64), 2008. pp. 82-85.

3. *G. Yakovlev, Ja. Keriene, T. Plechanova, V. Krutikov.* Nanobewehrung von Schaumbeton. In: Beton- und Stahlbetonbau, Vol. 102, Is. 2, 2007, pp. 120-124.

4. *Yakovlev G.*I., *Pervushin G.N., Krutikov V.A., Makarova I.S., Myachulaitis R., Fisher H.-B.* Aeroconcrete on the basis of fluoranhydrite modified carbon nanotubes // Construction materials, No. 3, 2008. – pp. 70-72.

5. *Yakovlev G.*I., *Pervushin G.N., Buryanov A.F., Kodolov V.I., Krutikov V.A., Fisher H.-B., Keriene Ja.* Modification of porous cement matrixes with carbon nanotubes // Construction materials, No. 3, 2009. – pp. 99-102.

6. *Konsta-Gdoutos M.S., Metaxa Z.S., Shah S.P.* Highly Dispersed Carbon Nanotube Reinforced Cement Based Materials. Cement and Concrete Research, Vol. 40 (7), 2010, pp. 1052-1059.

7. *Li G.*Y., *Wang P.M., Zhao X.* Mechanical behavior and microstructure of cement composites incorporating surface-treated multi-walled carbon nanotubes. Carbon, 43, (2005), pp. 1239-1245.

8. *Maeva I.*S., *Yakovlev G.*I., *Pervushin G.N., Buriyanov A.F., Pustovgar A.P.* Structuring of anhydrite matrices with nanodisperse modifying additive // Construction materials, No. 6, 2009. – pp. 4-5.

9. *Shah S.P., Konsta-Gdoutos M.S., Metaxa Z.S., Mondal P.* Nanoscale Modification of Cementitious Materials. Proceedings of the Third International Symposium on Nanotechnology on construction. Springer, 2009, pp. 125-130.

10. *Konsta-Gdoutos M.S., Metaxa Z.S., Shah S.P.* Nanoimaging of highly dispersed carbon nanotube reinforced cement based materials / Seventh International RILEM Symposium on Fibre Reinforced Concrete: Design and Applications, Chennai, India, 2008, pp. 125-131.

11. *Makar J.M., Beaudoin J.J.* Carbon nanotubes and their applications in the construction industry. Proceeding of the 1st International Symposium on Nanotechnology in Construction, (2004), pp. 331-341.

12. *Li G/Y., Wang P.M., Zhao X.* Pressure-sensitive and microstructure of carbon nanotube reinforced cement composites. Cement and Concrete Research, Vol. 29 (5), 2007, pp. 377-382.

13. *Cwirzen A., Hamermehl-Chirzen K., Penttala V.* Surface decoration of carbon nanotubes and mexhanical properties of cement/carbon nanotube composites. Adv. Cem. Res., Vol. 20, 2008, pp. 65-73.

14. *Holmberg K., Yensson B., Kronberg B., Lindman B.* Surface – active agents and polymers in full solutions / Translation from English. – M.: BINOM. Knowledge laboratory, 2009. – p. 528.

15. *Tadros T.F.* Applied surfactants: principles and applications. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. 2005. – 654 p.

16. *Rasaiah J.C.* Statistical mechanics of strongly interacting systems: liquids and solids, in I.H. Moore; N.D. Spenser, Eds. Encyclopedia of chemical physics and physical chemistry, vol. 1: fundamentals, Bristol: Institute of Physics, 2001. – pp. 379-476.

17. *Bazant, Z.P.* & *Kaplan, M.F.* Concrete at high temperatures, Longman Group, Harlow, England, 1996.

18. ISO/TO 10158:1991 /E/. Principles and justification, determination methods of fire resistance of structures. – M.: NIKI Energy, 1991. – 52 p.

19. *Riley, M.A.* Assessing fire-damaged concrete / Concr. Int.: Desw. and Constr. – 1991. – 13, №6. – p. 60-63.

20. *Zhukov, V.V:* Fire resistance of reinforced-concrete structures. – Kiev: Builder, 1991. – 218 p.

21. *Snezhkov, D.Y.* Non-destructive concrete control in monolith building / D.Y. Snezhkov, S.N. Leonovich. – Monograph, Mn.: BNTU, 2006. – 220 p.

22. The Concrete Centre: Concrete and Fire, The Concrete Centre, Surrey, U.K., 2004.

ПВХ МАТЕРИАЛЫ С УСИЛЕННЫМИ ПОВЕРХНОСТНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Фахрутдинова В.Х.,
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»

Аннотация. Полимерные композиционные материалы являются одним из наиболее важных и широко используемых современных полимерных материалов. Поверхностная диффузионная обработка полимера наномодифицирующими компонентами позволяет получать градиентные материалы с высокими физико-механическими показателями.

Abstract. Polymeric composite materials are one of the most important and widely used modern polymeric materials. Superficial diffusion modification of a polymer by nanomodification components allows to receive gradient materials with high physico-mechanical properties.

Ключевые слова: поливинилхлорид, наномодификатор, диффузия, набухание, градиент.

Поверхность полимерных изделий подвергается при эксплуатации воздействию различных агрессивных факторов, которые распределяются не равномерно по объему изделия, а сосредоточиваются в значительной степени на поверхности, содержащей повышенное количество локальных напряжений и дефектов, связанных с технологией переработки. Данные факторы ускоряют разрушение поверхностного слоя реального тела и тем самым снижают долговечность готовых изделий при эксплуатации [1].

Модификация поверхности полимерных материалов и изделий из них ускоренно развивается в последние годы и является перспективным направлением, позволяющем на основе известных полимеров разрабатывать технологии получения качественно новых материалов с комплексом улучшенных физико-химических и эксплуатационных свойств.

Традиционно принято осуществлять модификацию поверхности полимеров путем механического [2,3], энергетического [4,5] и диффузионного [6-10] воздействия на поверхностные слои материала в готовых изделиях без изменения структуры и состава внутренних слоев. Из возможных способов наиболее эффективным является поверхностная обработка различными жидкими реагентами. В результате диффузии жидкости в полимерный материал образуется модифицированный поверхностный слой с изменяемыми по его толщине структурой и свойствами, то есть градиентный слой. В этом случае создается не столько защитное покрытие, сколько новый слой модифицированного полимера с убывающей в глубину объема базового материала концентрацией модификатора. Изменяя температурно-временные параметры диффузионной пропитки, можно регулировать глубину проникания и тем самым толщину поверхностного градиентного слоя. Эффективность диффузионного метода, позволяющего заполнять низкомолекулярным веществом поры в структуре полимера, несомненна.

Основы усиления поверхности полимерных изделий путем создания градиентных структур обусловлены исходной неоднородностью полимера на надмолекулярном уровне. Аморфные полимеры, в частности, линейный поливинилхлорид, отличаются локальной неоднородностью молекулярной упаковки, наличием

плотных глобулярных образований. Межглобулярные же области имеют меньшую плотность упаковки молекул, большую дефектность, в том числе дефектные участки самих макромолекул и примеси. Это ослабленная часть блока полимера, она имеет меньшую прочность и твердость, чем плотноупакованные глобулы или домены, меньшую стойкость к термодеструкции и к действию агрессивных сред. В полимере возникают и развиваются реальные микродефекты, обусловленные локальными перенапряжениями, свойственными полимерам со сферолитной структурой [11-14]. Именно эти слабые зоны полимерного материала и необходимо усилить. А так как они наиболее доступны для дифуззионного набухания, то это создает предпосылки для модификации полимеров мономерами и олигомерами.

Метод последовательного отверждения при получении композиционных материалов является принципиально новым методом модификации полимеров в изделиях, позволяющий решить задачу усиления их поверхности, в широких пределах регулировать свойства, в частности поверхностную твердость, износостойкость, стойкость к гидроабразивному износу и диффузионному проникание химически агрессивных сред. Метод намного эффективнее и экономичнее объемной модификации (расход реакционноспособного модификатора сокращается в 3-10 раз). Принципы создания градиентных взаимопроникающих сеток с высокими механическими и другими свойствами ранее реализованы нами на примере двух аморфных полимеров: поливинилхлорида (ПВХ) и полиметилметакрилата (ПММА) путем их диффузионной модификации; выявлены особенности формирования градиентных слоев, предложены их структурные модели, учитывающие неоднородность надмолекулярной структуры базовых полимеров [15-20].

Полимерные системы, по определению Иванчева [21], являются естественными наноструктурными системами, обладают сложной надмолекулярной внутренней структурой (клубок, пачка, глобула, кристаллит) с различным расположением составляющих элементов в пространстве и разным характером взаимодействия между ними, причем размер кристаллитов полимеров составляет 10-20 нм (макромолекула может входить в несколько кристаллитов, так как ее длина составляет 400 нм). Эти рассуждения указывают на то, что «макромолекулярные образования и полимерные системы в силу особенностей своего строения всегда являются наноструктурными образованиями» [21]. Поэтому модификацию поверхности полимерных изделий, с учетом современных представлений о наноструктурных и нанореакторных образованиях, можно представить как поверхностную наномодификацию (до сих пор вопрос о формировании «наноструктурных» и «нанореакторных» элементов при поверхностной диффузионной модификации полимеров мономерами и олигомерами в широком плане не рассматривался).

При изучении процессов поверхностной наномодификации мы сталкиваемся со сложной системой, в которой участвуют несколько компонентов: растворенный наномодификатор -кремнезоль, растворитель (вода) и поверхностный слой блока полимера. Диффузионный слой проникновения растворителя в блок полимера всегда больше, чем самого наномодификатора. При диффузионной модификации вводится не только модифицирующий компонент в наиболее ответственный поверхностный слой, но и усовершенствуется структура и физическое состояние поверхностных слоев полимерного изделия. Во-первых, за счет возникновения водородных связей и упорядочения структуры воды в условиях полярных групп ПВХ [22-23]. Во-вторых, за счет структурирующего эффекта свободных d-орбиталей кремния и неподеленных электронных пар хлора и кислорода самого полимера, вследствие образования связей донорно-акцепторного характера. После

удаления физически связанной воды (свободной) происходит дальнейшее увеличение микротвердости на поверхности, так как происходит структурные изменения, приводящие к превращению как молекулярного так и надмолекулярного характера. Образуются термодинамически наиболее равновесные структуры.

Нами продемонстрирована возможность и выявлены особенности поверхностной диффузионной наномодификации ПВХ. При использовании в качестве низкомолекулярного диффузанта кремнезоля можно создать в матрице базового полимера усиленный градиентный слой за счет структурирующего эффекта модификатора и усиления межмакромолекулярных связей самого полимера. Улучшение комплекса физико-механических характеристик (повышения поверхностной микротвердости до 2-х раз, модуля упругости при изгибе до 1,2 раз, высокой стойкости к действию химических реагентов) и изменение структуры достигали при введении в поверхностных слой полимерного блока высокодисперсных наноразмерных неорганических частиц, причем для реализации требуемого эффекта необходимы лишь небольшие количества таких добавок (до 0,5 масс. %). Полимерная система в поверхностных слоях превращается в органо-неорганический полимерный композиционный материал за счет образования наноразмерных структурированных участков – гибридные системы на основе несовместимых по характеру составляющих [21].

Литература

1. Мачюлис А.Н., Торнау Э.Э. Диффузионная стабилизация полимеров. Вильнус: «МИНТИС», 1974, 5с.
2. Штурман А.А., Леонов С.В. Обработка полимерных изделий при отрицательной температуре. // Пласт. массы, 1990, №6, с.31-38.
3. Штурман А.А., Берлин А.Н. Поверхностное механотермическое упрочнение деталей из пластмасс. //Вестник машиностроения. 1976, №9, с. 30-31.
4. Штурман А.А., Резниченко Т.И. Термическая обработка деталей из акриловых композиций. // Вестник машиностроения, 1973, №4, с.49-51.
5. Штурман А.А., Резниченко Т.И. Повышение долговечности изделий из аморфных термопластов термической обработкой в среде азота. // Вестник машиностроения, 1975, №12, с.71-72.
6. Чалых А.Е. Проницаемость полимерных систем, 1994, М., Химия.
7. Тагер А.А., Адамова Л.В., Неруш Н.Т. Влияние предварительного набухания в метаноле на сорбцию и диффузию воды в сетчатые сополимеры метилметакрилата. //Высокомолек. соед., 1991, Б33, с. 176-179.
8. Злотников И.И., Лисовский В.В., Савкин В.Г. Методы диффузионной модификации фенопластов. В тезисах докладов НТК: Модификация полимерных материалов в процессе их переработки и модификации формованных изделий из них. Ижевск, 1988, с.42.
9. Штурман А.А. Упрочнение деталей из вторичных пластических масс. //Пласт. массы, 1991, №3, с.53-54.
10. В.Г.Назаров. Поверхностная модификация полимеров: монография.- М.: МГУП, 2008, 474с.
11. Физико-химия многокомпонентных полимерных систем: в 2-х томах/ под ред. Липатова Ю.С. – Киев: Наук. думка, 1988, Т.2, с.384.
12. Стрелкова Л.Р., Федосеева Г.Т., Минскер К.С. Фотохимическое старение жесткого ПВХ. //Пласт. массы, 1976, №7, с.72-73.
13. Стрелкова Л.Р., Федосеева Г.Т., Минскер К.С. Фотохимическое разложение ПВХ. // Высокомолек. соед.Ю 1976, А 18, №9, с. 2064-2066.

14. Федосеева Г.Т., Стрелкова Л.Р., Крац Э.О. Фотоокислительная деструкция поливинилхлорида при атмосферном старении. Пласт. массы, 1980, №7, с. 28-29.

15. Л.А.Абдрахманова, В.Х.Фахрутдинова, В.Г.Хозин. Поверхностная модификация изделий из ПВХ фурановыми олигомерами // Пласт.массы. 1993. №1. С.17-18.

16. Л.А.Абдрахманова, В.Х.Фахрутдинова, В.Г.Хозин. Обработка ПВХ-изделий реакционноспособными олигомерами // Пласт.массы. 1995. №4. С.30-31.

17. Л.А.Абдрахманова, В.Г.Хозин. Термодинамика бинарных систем ПВХ-Фурановый пластификатор // Журнал прикладной химии, 1996, Т.69. №3. С.486-489

18. В.Х.Фахрутдинова, Л.А.Абдрахманова, В.Г.Хозин. Химические превращения фурановых соединений в матрице ПВХ // Журнал прикладной химии, 1998, Т.72. №5. С.1003-1006.

19. Л.А.Абдрахманова, В.Х.Фахрутдинова, В.Г.Хозин. Перспективы поверхностного усиления полимерных строительных материалов методом диффузионной модификации.// Строительные материалы, 2005, №11,С..11-14.

20. Л.А.Абдрахманова, В.Х.Фахрутдинова, В.Г.Хозин. Диффузионная модификация полиметилметакрилата олигоэфиракрилатами // Журнал прикладной химии, 2003, Т.76, вып.11, С.1883-1885

21. Иванчев С.С., Озерин А.Н. Наноструктуры в полимерных материалах. // Высокомолек. соед., Б.2006. Т.48. №8, с.1531-1544.

22. И.В.Козлов, С.П.Папков. Физико-химические основы пластификации полимеров. – М.: Химия, 1982., с.127-147.

23. В.Н.Гудь, Б.С.Колупаев, ИК-спектроскопическое исследование воды сорбированной полимерами различной полярности // Пластические массы, №3, 2011, с.44-47.

НАНОМОДИФИКАЦИЯ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ СМОЛ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Мубаракшина Л.Ф.,
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»

Аннотация. Представлены результаты исследований, направленных на изучение наномодифицирования карбамидоформальдегидных смол латексом и гидрозолями, содержащими наночастицы оксидов металлов (кремния и алюминия), с целью повышения химической стойкости и улучшения физико-механических свойств отвержденных композитов на основе карбамидоформальдегидных связующих и строительных материалов на их основе.

ABstract. Results of researches aimed at studying the nanomodifying of urea-formaldehyde resins by latex and hydrosols containing the nanoparticles of metal oxides (silica and aluminum) to improve chemical resistance and physical and mechanical properties of cured composites based on urea-formaldehyde binders and building materials based on them are shown.

Ключевые слова: карбамидоформальдегидная смола, наномодификация, древесно-полимерные композиты.

В рамках ресурсосбережения и рационального природопользования проблема квалифицированного использования вторичных материалов и отходов приобретает несомненную актуальность как в России, так и в мире. В связи с растущей из года в год потребностью в деловой древесине и сокращением объема лесозаготовок целесообразно использование древесных отходов, которые способны ее заменить. К таким материалам относятся древесно-полимерные композиты (ДПК), в том числе фанера, древесностружечные плиты, ориентировано-стружечные плиты (OSB) и др., которые широко применяются в строительстве. Однако ДПК на основе карбамидоформальдегидных и фенольных смол обладают повышенной токсичностью из-за выделения формальдегида.

Проведенный анализ требований, предъявляемых к современным карбамидоформальдегидным смолам для производства ДПК показал, что один из главных критериев – обеспечение содержания токсичного формальдегида в плитах не выше нормативной величины. Однако, в соответствии с мировой практикой в России с 1 января 2009 года требования по токсичности ужесточились и установились на уровне европейских норм – не более 8 мг/100г для класса эмиссии Е1. Для достижения требуемого класса эмиссии мольное соотношение формальдегида и карбамида при изготовлении смол должно быть снижено. Однако новые смолы, которые называются малотоксичными, плохо смешиваются с водой, имеют непродолжительный срок хранения (2 – 5 суток), обладают низкими адгезионными и физико-механических свойствами [1,2].

Возможность регулирования свойств смол в процессе синтеза практически ограничена и не позволяет получить смолы, отвечающие всем требованиям отрасли. Эффективным путем улучшения свойств смол является введение в них добавок целевого назначения, как на стадии приготовления связующего, так и при синтезе. В частности, поверхностно-активные вещества способствуют равномерному распределению связующего по поверхности древесных частиц при осмолении. Для увеличения времени хранения и снижения токсичности смол применяют

спирты [3,4]. Соединения с высокой молекулярной массой и реакционноспособными группами по отношению к карбамидоформальдегидной смоле вводят для повышения прочности и снижения токсичности плит [5].

Среди различных путей улучшения свойств древесно-полимерных композитов на основе карбамидоформальдегидной смолы наиболее эффективным может стать тонкодисперсное и нанонаполнение, направленное на улучшение структуры и свойств самого отвержденного карбамидного полимера.

Проблема перехода от наполненных полимерных композиционных материалов к наноструктурным композитам с воспроизводимыми свойствами заключается в том, что в высокая поверхностная энергия наночастиц приводит к их повышенной реакционной способности и ярко выраженной тенденции к агрегации. Однако водорастворимость и, как следствие низкая вязкость карбамидоформальдегидных смол предопределяет их совместимость с различными ультратонкими и наноразмерными частицами.

Анализ мировой тенденции развития исследований в области наполнения карбамидоформальдегидных смол ультратонкими и наноразмерными частицами показал, что наиболее эффективным наномодификаторами являются гидрозоли оксидов металлов (кремний, алюминий, титан) [6,7,8]. В работах [9,10] представлены результаты испытаний древесно-полимерных композитов на основе системы наноразмерный кремнезоль SiO_2- карбамидоформальдегидная смола. Достигнуто увеличение твердости, водостойкости и теплостойкости древесно-полимерных композитов на указанном связующем, содержащем наноразмерный SiO_2.

Сложность модификации карбамидоформальдегидных смол гидрозолями оксида кремния заключается в том, что увеличение pH за счет щелочных гидрозолей оксидами кремния препятствует реакции поликонденсации смолы.

Таким образом, одной из задач работы был поиск нанофмодификаторов карбамидоформальдегидных смол с pH менее 7. Наиболее эффективными наномодификаторами оказались алюмозоль - золи оксида алюминия, представляющие собой коллоидные системы с наноразмерными частицами и латекс - коллоидная система, представляющая собой водную дисперсию стирол-бутадиенового латекса.

Увеличение плотности и прочности наномодифицированных карбамидных полимеров, вероятно, связано с упорядочением и большей однородностью его структуры, что подтверждают электронные микрофотографии электронно-микроскопические исследования. Немодифициированный карбамидный полимер имеет рыхлую структуру, а поэлементный анализ показал, что структура наномодифицированного карбамидного полимера имеет отличный от немодифицированого элементный состав. В точке снятия энергодисперсионного спектра обнаружены сигналы Al и Na.

При неизменных технологических параметрах достигнуто увеличение прочности на сжатие карбамидного полимера на 40-60 %, улучшения стойкости к агрессивным средам и теплостойкости на 30-40%. Установлено, что применение выбранных наномодификаторов, не влияет на клеящие свойства смолы в производстве ДВП, ДСП и OSB-плит. Кроме того, наблюдается резкое снижение количества свободного формальдегида в отвержденном полимере и изделиях на его основе (в 7-9 раз), что по европейскому стандарту соответствует классу E1 (E0).

Литература

1. Алексеев, В.Е. Производство карбамидоформальдегидных смол / В.Е. Алексеев // Пластические массы.-2004. - №5. - С. 46-48.
2. Лабзунов П.П. Проблемы и перспективы ценовой конкурентоспособности важнейших видов синтетических смол, пластмасс и изделий из них российских продуцентов / П.П. Лабзунов // Пластические массы. -2003.- №4. - С. 23-26.
3. Курта, С.А. Модификация карбамидоформальдегидных смол на стадии поликонденсации / С.А. Курта, С.В. Федорченко, М.В. Хабер // Вопросы химии и хим. технологии. -2002. -№3 -С.73-76.
4. Салазкин С.Н. Модификация карбамидоформальдегидных смол фенолами различного строения / С.Н. Салазкин, В.К. Шитиков, Л.Н. Мачуленко, А.И. Нечаев, В.О. Шершнева, О.Ф. Полищук // Пластические массы.-2000. -№10.-С 24-26.
5. Ebewele R. O. Polyamine - Modified Urea - Formaldehyde Resins. Part I./ R.O. Ebewele, G. E. Myers, B. H. River, J. A.. Koutsky // Synthesis, Structure and Properties, Journal of Applied Polymer Science, 42, 1991.- p. 2997-3012.
6. Леонович А.А., Коврижных Л.П., Корнеев В.И., Богоявленская Г.А. Применение золя кремнезема в качестве компонента древесно-стружечных плит на основе карбамидоформальдегидного связующего, Патент № 2132272, 1999.
7. Леонович А.А. Золь диоксида кремния как компонент карбамидоформальдегидного адгезива. / Леонович А.А, Коврижных Л.П., Корнеев В.И. и др. // Журнал прикладной химии.-2002,.- т. 75, вып. 8.
8. Дудкин Б.Н. Влияние наночастиц оксида алюминия на свойства карбамидоформальдегидной смолы // Дудкин Б.Н., Кривошапкин П.В., Кривошапкина Е.Ф. // Журнал прикладной химии.- 2006.- т.79, вып.9.
9. Qiaojia Lin. Property of nano-SiO_2/urea formaldehyde resin /Qiaojia Lin, Guidi Yang, Jinghong Liu and Jiuping Rao // Frontiers of Forestry in China, Volume 1, Number 2.-p. 230-237.
10. SHI Jinshu Improvement of wood properties by urea-formaldehyde resinand nano-SiO2 / LI Jianzhang, ZHOU Wenrui, ZHANG Derong // Frontiers of Forestry in China, Volume 2, Number 1.-p. 104-109.

ВЛИЯНИЕ НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫХ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Хузин А.Ф., Габидуллин М.Г., Рахимов Р.З.,
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»

Аннотация. Анализ известных исследований углеродных нанотрубок (далее УНТ) показывает, что за счет введения наноразмерных частиц достигается значительное улучшение физико-механических характеристик цементного камня и бетонов на их основе, что дает возможность снижения расхода цемента и арматуры в бетоне, экономии электричества и пара, что в свою очередь, снижает выбросы CO2 в атмосферу.

Целью исследований является разработка состава и технологии получения наномодифицированной углеродными трубками добавки и изучение ее влияния на раннюю прочность бетонных и железобетонных изделий.

Summary. Several researches demonstrated that use of carbon nanotubes (CNT's) improves physical and mechanical properties of cement based materials, which in turn makes it possible to reduce the cement and rebar consumption, saving electricity and steam, which in turn, reduces emissions of CO_2 into the atmosphere.

The purpose of our researches the development nanomodified additive production technology and study its impact on the early strength of concrete.

Ключевые слова: углеродные нанотрубки, бетон, добавка

Направление наших исследований «Наномодифицированные добавки (далее НМД) на основе углеродных нанотрубок для бетонов»

Татарстан входит в пятерку крупнейших регионов-производителей бетона. Большое влияние на рынок оказывает подготовка к Универсиаде-2013, Чемпионату мира по футболу, строительство метро и прочих социальных объектов за счет государственного финансирования.

Поэтому актуальным является вопрос повышения физико-механических свойств готовой строительной продукции, сокращение расхода бюджетных средств и сроков строительства.

Современный бетон нельзя представить без различного рода модифицирующих добавок, которые применяются с целью регулирования свойств бетонных смесей. Стоимость большинства из них варьируется в пределах 35 – 160 тысяч рублей за тонну.

Одним из наиболее перспективных направлений считается применение наноразмерных частиц (в том числе и углеродных нанотрубок), в качестве модификаторов цементных композиций.

Углеродные нанотрубки – диаметр которых составляет 10-100 нм, а длина может достигать нескольких микрометров, имеют следующие отличительные особенности.

Высокая удельная поверхность материала, способствущая активному взаимодействию углеродных нанотрубок с продуктами гидратации цементного композита;

Высокая механическая прочность - запредельная прочность, превышающая сотни гигапаскалей.

Химическая стойкость - абсолютная инертность по отношению к любым кислотам и щелочам.

Однако существует ряд недостатков, сдерживающих применение углеродных нанотрубок в строительное производство:

- относительная дороговизна (примерно 1$ за грамм);
- склонность УНТ к агломерации, что не дает в полной мере использовать их потенциал как модификаторов.

Поэтому, стояла задача разработки эффективной технологии диспергации углеродных нанотрубок и их равномерного распределения в объеме цементного композита.

Нами была разработана технология приготовления наномодифицированной добавки состоящий из пластификатора и углеродных нанотрубок. Технология заключается в предварительной активации углеродных нанотрубок и дальнейшем их смешении с пластифицирующей добавкой путем применения ультразвукового воздействия.

С целью обоснования эффективности применения выбранного метода обработки в таблице 1 приведены сравнительные данные размерности частиц УНТ разных производителей до и после обработки ультразвуком.

Таблица 1

Результаты испытания по определению среднего размера частиц

Показатели	Средний размер частиц, мкм		
	АРКЕМА	ТАУНИТ	УНТ Физ-тех
Необработанные нанотрубки	390,9	332,25	90,55
УНТ обработанные ультразвуком	26,27	70,46	7,62

Как видно из таблицы 1, что применение ультразвука позволило уменьшить размер частиц примерно в 10-20 раз.

Были проведены предварительные исследования влияния различных видов углеродных нанотрубок на кинетику набора прочности цементного камня (таблица 2).

Таблица 2

Предел прочности при сжатии наномодифицированного цементного камня

Состав	Расход материалов, масс. %			Предел прочности при сжатии, МПа		
	Цемент	СП-1	УНТ	3 сут.	14 сут.	28 сут.
1	100	1	0	48,27	63,88	111,60
2	100	1	0,00005	71,20	79,69	112,86
3	100	1	0,00025	80,27	99,06	119,02
4	100	1	0,0005	93,03	108,10	143,29
5	100	1	0,0025	84,72	96,75	137,23
6	100	1	0,005	78,22	88,46	135,50
7	100	1	0,025	71,46	83,34	133,96
8	100	1	0,05	70,00	80,72	133,79

Увеличение концентрации УНТ в составе НМД до 0,00025 и 0,0005% способствует увеличению прочности цементного камня в возрасте 3 суток на 66,3 и 92,7%, в возрасте 14 суток на 55,1 и 69,2%, в проектном возрасте (28 суток) на 6,6% и 28,4%. Видно, что разработанная НМД более эффективно может быть использована для повышения прочности цементного камня в ранние сроки твердения.

Так же были проведены исследования влияния углеродных нанотрубок на кинетику набора прочности бетона класса В45, применяемого на заводе ЖБИ «Казметрострой» при изготовлении колец обделки тоннелей метрополитена. Ниже на рис. 1. приводятся зависимости изменения прочности высокопрочного бетона от возраста.

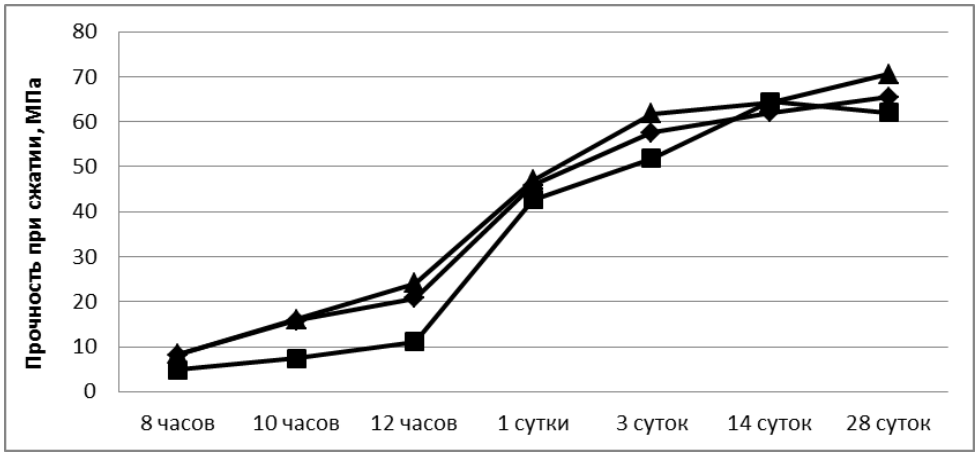


Рис. 1. Динамика нарастания прочности бетона

■ – контрольный образец; ♦ бетон, модифицированный 0,0005% УНТ от массы цемента; ▲- бетон, модифицированный 0,0025% УНТ от массы цемента.

Анализ характера кривых показывает высокую эффективность влияния НМД на набор ранней прочности бетона, особенно в первые часы твердения. Так уже в через восемь часов твердения бетон с УНТ в количестве 0,00005 и 0,00025% дает повышение прочности бетона соответственно на 77,1 и 81,3%, через 10 часов – на 112,8 и 115,4%, через 12 часов на 86,3 и 116,2%, через 24 часа (1 сутки) – на 7,3% и 10,2%, через 72 часа (3 суток) – на 9,0 и 19,4%.

Проведенные лабораторно-технологические исследования позволили установить, что введение разработанных добавок, к примеру, при производстве железобетонных блоков обделки перегонных тоннелей Казанского метрополитена на базе ЖБИ МУП «Казметрострой», позволит:

- сократить время распалубки с 18-24 до 10-12 часов;
- увеличить прочность бетона с марки 600 до 800;
- увеличить водонепроницаемость с W12 до W20 и выше.

Это позволит в полтора раза увеличить выпуск железобетонных колец в год. Тогда вместо плановых 2938 колец будет выпускаться 4407 колец. Следовательно, будет в год выпущено дополнительно более 1469 колец, стоимость каждой из которых составляет ориентировочно 50 000 рублей. Таким образом, без совершения капитальных затрат в производственное оборудование на ЖБИ «Казметрострой» дополнительно будет выпущено в год колец на сумму:

50 000 руб. х 1469 шт. = 73 450 000 рублей. Это обеспечит строительство дополнительно 1,5 км линий Казанского метрополитена.

ЗАЩИТА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НАНОРАЗМЕРНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ НА ОСНОВЕ СЕРЫ

Массалимов И.А., Мустафин А.Г.,
Башкирский государственный университет;
Янахметов М.Р. Хусаинов А.Н.,
Научно-исследовательский технологический институт гербицидов Академии наук Республики Башкортостан;
Чуйкин А.Е.,
Уфимский государственный нефтяной технический университет

Проблемы долговечности конструкций зданий и сооружений, снижения затрат на их капитальный ремонт всегда являются актуальными. Одной из основных причин разрушения большинства строительных материалов, обладающих высокой пористостью, является их увлажнение. Такие материалы, как бетон, керамический и силикатный кирпич, автоклавный газобетон, асбестоцементный шифер, гипс, насыщаясь водой, увеличиваются в весе до 8-30% и более.

В качестве проникающей гидроизоляции конструкций зданий предлагается способ обработки пористых поверхностей строительных материалов серосодержащим составом АКВАСТАТ [1-3]. Разработанный пропиточный состав на основе серы обеспечивает защиту строительных материалов от атмосферных воздействий и агрессивных сред в течение длительного времени. Технология обработки строительных конструкций и изделий проста и доступна: как и большинство лакокрасочных материалов, он наносятся кистью, распылением пульверизатором, погружением в ёмкость.

Новизной предлагаемого решения является использование в качестве пропиточного состава полисульфидной модификации серы - материала неорганической природы. На стадии пропитки состав, содержащий молекулы серы, заполняет поры строительного материала. При последующей сушке раствор распадается и на поверхности пор материала образуется нерастворимый в воде (гидрофобный) слой элементной серы в виде наноразмерных частиц.

Ниже на рис. 1 и 2 приведены результаты экспериментальных исследований по определению эффективности обработки строительных материалов составом АКВАСТАТ бетона и керамического кирпича. Из рисунков видно, что обработка составом АКВАСТАТ погружением на 4 часа и обработкой кистью в обоих случаях приводит к снижению водопоглощения в три раз. Самым главным результатом присутствия серы в порах строительных материалов является то, что снижение водопоглощения до 3-4% приводит к прекращению фильтрации воды через объем материала.

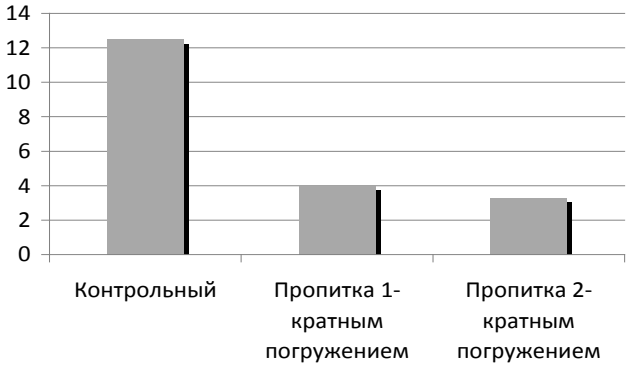


Рис.1 Водопоглощение по массе (%) образцов мелкозернистого бетона в зависимости от режима пропитки составом «Аквастат» (ρ= 1,25 г/см^3)

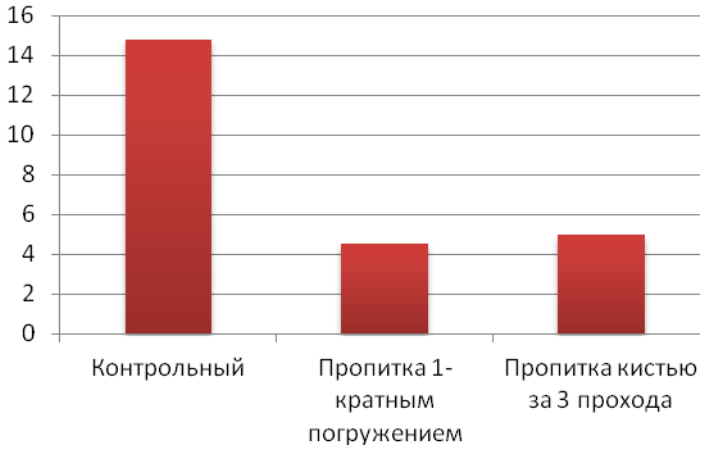


Рис.2 Водопоглощение по массе (%) керамического кирпича в зависимости от режима пропитки составами «Аквастат» (ρ=1,25 г/см3)

Таким образом, пропитка АКВАСТАТ может быть использована для гидроизоляции элементов конструкций и изделий, подверженных интенсивному воздействию влаги и грунтовых вод: фундаментов, лотков, колодцев, участков стен цокольных этажей, свай; арок, перекрытий, бордюрных камней, тротуарной плитки, мостов, водопропускных труб, водостоков и др.

Литература

1. Массалимов И.А., Бабков В.В., Мустафин А.Г. Состав для обработки строительных материалов и способ их обработки. Патент РФ №2416589 от 23.09.2009 г.

2. Массалимов И.А., Хусаинов А.Н., Чуйкин А.Е., Волгушев А.Н., Мустафин А.Г. Долговременная защита строительных материалов покрытиями на основе наноразмерной серы. «Нанотехнологии в строительстве научный Интернет-журнал» №1(5)/2010 с. 45 - 58.

3. Массалимов И.А., Мустафин А.Г., Чуйкин А.Е., Волгушев А.Н., Массалимов Б.И., Хусаинов А.Н. Упрочнение и увеличение водонепроницаемости бетона покрытиями на основе наноразмерной серы. «Нанотехнологии в строительстве научный Интернет-журнал» №2(6)/2010 с. 54 - 61.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Майоров С.В.,
Председатель Совета директоров Группы Компаний «Магнолия»

Аннотация. В докладе речь пойдет, о светодиодных светильников и применению их на практике. Показано что светодиодные светильники становятся все более популярными в строительстве жилых и промышленных зданий. На этой основе предлагаю рассмотреть анализ их эффективности.

Annotation. The report will be discussed about the LED lamps and their application in a practice. In fact, that LED lights are becoming more popular in the construction of residential and industrial buildings. So, I propose to consider the analysis of their effectiveness.

Ключевые слова: энергосбережение, светодиодные светильники, освещение бытовых и общественных помещений.

По мировой статистике российский потенциал энергосбережения в системах освещения – один из самых высоких. По оценкам различных экспертов составляет от 15 до 23% от общего количества вырабатываемой в стране электроэнергии. Внедрение энергосберегающих технологий и техники в системах освещения выступает как составная часть альтернативы наращиванию производства энергетических ресурсов и открывает возможности для успешного осуществления реформ ЖКХ.

Выпускаемые на сегодняшний день светодиодные светильники взамен накальных и люминесцентных ламп, безусловно, являются энергосберегающими, т.к. экономят электроэнергию путем прямой замены вторых на первые.

Светодиодные светильники предназначены для применения в системе ЖКХ (холлы, лестничные клетки, лифтовые площадки), учреждения, гостиницы, больницы, многоярусные гаражи, на дачах в качестве охранной сигнализации и торговых павильонах.

К сведению: В настоящее время стало модным выпускать только светодиодные светильники, отказываясь заниматься автоматизацией люминесцентных светильников. Но люминесцентные светильники были и пока еще останутся в обозримом будущем (по мировым прогнозам – 10-15 лет) стандартным массовым осветительным устройством для больших пространств, пока не будут созданы и серийно освоены светодиоды по светоотдаче, полноценно заменяющие люминесцентные лампы.

Первые светильники светодиодного типа использовались исключительно в качестве рекламных вывесок. Яркие и переливающиеся они привлекают покупателей и клиентов, а «накрученная» за ночь электроэнергии обходится в копейки. Светодиодные светильники обладают массой преимуществ. Цветовой диапазон может меняться в широких пределах, светильники способны работать во многих режимах, монтаж осуществляется очень просто, светильники могут управляться дистанционно. Все эти свойства обеспечивают создание настоящих светящихся шедевров.

Последние технологические достижения позволяют монтировать светодиодные лампы где угодно. Одно из последних достижений ландшафтного дизайна это

светодиодная подсветка тротуаров. Светодиодное освещение активно применяется для подсветки бассейнов, декоративных прудов. В домашних условиях водонепроницаемые светодиодные лампы могут быть использованы в аквариумах. Для высококачественного освещения крупных площадок используются светодиодные прожекторы.

В довершении всего светодиоды, в отличие от ламп, не являются хрупкими, поэтому на их основе могут быть вандалоустойчивыми, а возможность низковольтного питания делает их безопасными, то есть не являются потенциальными источниками возникновения пожара.

Также стоит упомянуть их экологическую чистоту и отсутствие у них проблем с утилизацией. Данные особенности связаны с тем, что в составе светодиодов нет вредных веществ. По-мимо это при эксплуатации они не нагреваются так сильно, как лампы.

Единственным недостатком светильников светодиодного типа можно считать их высокую стоимость. Пока она на порядок превышает цену галогенных, люминесцентных светильников и, тем более ламп накаливания. Но минимальный расход электроэнергии при большом сроке службы светильников позволяет быстро окупать их. Сейчас светодиодные прожектора используются не только для подсветки фасадов зданий, но и постепенно вытесняют привычное уличное освещение галогенными лампами.

Эффективность светодиодных светильников. такова, что позволяют достичь существенной экономии электроэнергии по сравнению с традиционными источниками света – лампами накаливания (до 80 %) и люминесцентными лампами (свыше 40 %) . Они длительное время не нуждаются в обслуживании (срок гарантийной эксплуатации – 5 лет, срок службы – 10 лет), что экономит эксплуатационные расходы и особенно важно в труднодоступных для замены ламп местах. Кроме того, эти светильники обладают рядом существенных преимуществ по сравнению с традиционно используемыми изделиями: высокая эффективность, малые габариты источника света, отсутствие опасности возникновения пожара или взрыва, отсутствие вредных веществ, электрическая безопасность и т. д. Также необходимо отметить высокую механическую прочность этих светильников, что является лучшей защитой от механических воздействий и просто от хулиганов. Использование современной электроники позволяет задавать любые алгоритмы работы светильника, включая самодиагностику и передачу информации об аварии на пульт дежурного, при наличии системы управления и контроля. В случае аварийного отключения электроэнергии возможно длительное (до нескольких часов) обеспечение бесперебойного освещения от малогабаритных встроенных аккумуляторных батарей. Возможна также интеграция систем звукового оповещения, управляемых от систем охранной и пожарной безопасности.

Устройство любой современной лампы на светодиодах таково:

цоколь. Стандартный элемент любой лампы, предназначен для вкручивания в патрон светильника;

пускатель-балласт (драйвер), заключенный в пластиковый корпус с вентиляционными отверстиями. Преобразует переменный ток в постоянный, содержит более мощные конденсаторы, чем в схеме балласта люминесцентных ламп. Причина следующая — тепло, вырабатываемое диодами в светодиодных лампах, направлено не наружу, а внутрь ее корпуса, поэтому и требуются вентиляционные отверстия в корпусе балласта. Срок службы любой светодиодной лампы связан с количеством вентиляционных отверстий в корпусе и надежностью конденсаторов, а также от стабилитронов, выравнивающих напряжение в случае его перепадов;

алюминиевый радиатор. Его выступающие ребра расположены вдоль и по спирали, что улучшает отвод тепла;

плата, на которой установлены светодиоды. Выполнена из алюминия, на сторону, обращенную к радиатору, нанесена термопаста, отводящая тепло — 90% излучения тепла от светодиодов приходится на алюминиевую плату, в которой они установлены;светодиоды, числом от 5-ти, обеспечивающие общую мощность лампы.

От качества светодиодов зависит световой поток, генерируемый ими;

рассеиватель света, закрепленный на внутреннем кольце из алюминия.

Производится из матового пластика, служит для равномерного рассеивания светового пучка от светодиодов. Практически не греется.

Основными элементами светодиодной лампы являются светодиоды — полупроводниковые приборы, преобразующие электрический ток в световое излучение. Любой светодиод состоит из не проводящей ток подложки, на которую уложен полупроводниковый кристалл — оба этих элемента заключены в корпус с выводами контактов с одной и линзой из пластика с другой стороны. Свободное пространство между линзой и кристаллом заполнено бесцветным силиконом, конструкция светодиода закреплена на алюминиевом основании, отводящем тепло и придающем светодиоду большую жесткость.

А теперь о критериях выбора светодиодных ламп:

- мощность лампы. 100 Вт лампе накаливания соответствует светодиодная в 12-15 Вт, причем световой поток 15 Вт светодиодной лампы будет немного более интенсивным, чем у «лампы Ильича» в 100 Вт;
- температура света. На упаковке либо корпусе лампы будет нанесена температура света в кельвинах, привычный нам солнечный свет имеет температуру 2 700 — 3 000 К. Своим происхождением температура света ламп в кельвинах обязана цвету металлического бруска, нагреваемого в печи — до 3 000 К он желто-белого цвета, с нарастанием температуры становится все более белым. Лампы, излучающие свет большей температуры чем 3 000 К, более яркие, но их свет сложно переносится и уместен только в офисных помещениях;
- угол освещения. Если все светодиоды в лампе будут расположены в одной плоскости, то характер освещения будет очаговым, узконаправленным — каждый светодиод излучает направленный световой поток. Для рассеивания света и эффективного освещения комнаты будет удобно, если светодиоды размещены на нескольких плоскостях, а сама лампа оснащена линзами рассеивания света, покрытыми изнутри люминофором;
- коэффициент передачи цвета. Его значение должно быть указано на упаковке лампы, для светодиодов коэффициент обычно составляет от 70 до 95 — чем выше приведенное на упаковке значение, тем лучше будет светить светодиодная лампа и наоборот. Если на упаковке указано коэффициент цветопередачи 95, а стоимость самой лампы низка — это попытка обмануть покупателя, дешевые лампы не могут иметь столь высокую цветопередачу;
- отвод тепла. Наличие алюминиевого радиатора обязательно и если вместо алюминия используется пластмасса — откажитесь от покупки данной лампы, она прослужит недолго;
- время работы. Как правило, производителями указывается значение в 30 000 рабочих часов, что в действительности является средним значением. Сама лампа по прошествии этого срока будет работать и дальше, но ее яркость сократится примерно на 30% — нагрев светодиодов со временем снижает интенсивность светового потока.

Стоит также идентифицировать область применения светодиодных источников света. В каждом случае применения есть ряд особенностей, характерных для светодиодного оборудования.

1. Строительные объекты: дороги, здания,сооружения.

Светодиодные прожекторы идеально подходят для освещения строительства новых дорог. Самой затратной статьей расходов здесь выступает возведение трансформаторных подстанций для питания света. Традиционно в таком случае используют лампы ДРЛ, ДНАТ, МГЛ, при этом на один километр дороги монтируется порядка 33 опор освещения, которые обслуживаются одним трансформатором. Применение светодиодных светильников с потреблением электроинергии в 4 раза меньше позволяет сократить количество трансформаторов. Итого, на 4 км дороги вместо четырех трансформаторов необходим лишь один, а капитальные затраты в целом сократятся с 9 до 12 миллионов рублей. К тому же, для светодиодных фонарей можно использовать кабель меньшего сечения.

2. Освещение, подсветка зданий и сооружений.

Многие объекты испытывают дефицит электромощностей. Такой недостаток устраняется либо путем подключения дополнительных мощностей, либо за счет оптимизации электропотребления, а в частности модернизации систем освещения, таким образом можно достичь существенных показателей экономии электроэнергии. Опыт показывает, что, как правило, на различных объектах до 30% электроэнергии расходуется на освещение. Применение энергосберегающего освещения позволяет снизить этот показатель до 5-7%.

3. Освещение промышленных помещений.

Различные промышленные постройки предполагают наличие потолков нестандартной высоты, поэтому частая замена перегоревших ламп может потребовать специального оборудования и вызвать определенные трудности. Большинство предприятий следуют жестким требованиям к освещенности, правилам безопасности труда и прочим нормативам, зачастую освещение должно работать бесперебойно. Применение LED светильников исключает необходимость частой замены ламп и обеспечивает высокую надежность систем освещения.

4. Светильники для жилых и офисных помещений.

Как известно, мерцающий эффект чрезвычайно вреден для зрения человека. Перегорающие люминесцентные лампы раздражающе мерцают (мигают), чем мешают работе и снижают работоспособность сотрудников. Светодиодные лампы имеют ровный световой поток и не имеют негативного воздействия на зрение человека.

5. Парковое и уличное освещение.

Как правило, ночью в свете фонарей мы видим объекты с желтым оттенком, это не соответствует цветопередаче в условиях солнечного света, поэтому общий вид освещаемого объекта искажается. Светодиоды испускают свет, максимально приближенный к спектру солнечного излучения, поэтому освещаемые участки выглядят очень естественно и реалистично.

Несомненно, что в ближайшие 5-10 лет светодиодные лампы будут усовершенствованы — количество люменов на каждый потребленный ватт возрастет, а стоимость существенно снизится. Они станут не менее популярными, как когда-то были лампы накаливания, только более выгодными и для рядового потребителя и для государства. Но на это уйдет время.

МОДИФИКАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ МНОГОСЛОЙНЫМИ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ

Яковлев Г.И., Первушин Г.Н., Маева И.С., Пудов И.А., Шайбадуллина А.В.,
Ижевский государственный технический университет имени Калашникова

Аннотация. В работе представлены результаты модификации традиционных строительных материалов, включая цементный бетон, цементно-силикатное покрытие, ангидритовое вяжущее, строительная керамика, многослойными углеродными нанотрубками французской корпорации «Аркема». Показано, что введение многослойных углеродных нанотрубок приводит к структурированию новообразований при гидратации новообразований с формированием структуры строительных материалов с улучшенными физико-механическими свойствами.

Abstract. This research shows the results of investigation, which including results of modification building materials such as cement concrete, cement-silicate paint, anhydrite binding, building ceramics by multilayered carbon nanotubes are presented to French corporation "Arkema". It is presented, that added of multilayer carbon nanotubes leads to form of new growths at hydration of new formation of structure of building materials with the improved physical-mechanical properties.

Ключевые слова*:* многослойные углеродные нанотрубки, дисперсия, силикатное покрытие, ангидритовое вяжущее, строительная керамика, модификация

В ИжГТУ им. Калашникова на кафедре «Геотехника и строительные материалы» с 2000 года активно развивается направление, связанное с модификацией строительных материалов углеродными наносистемами.

В качестве добавки, модифицирующей строительные материалы, могут быть использованы многослойные углеродные нанотрубок Graphistrength^{TM} фирмы «Arkema», которые состоят из нескольких слоев нанотрубок с внешним диаметром от 10 до 15 нм, длиной от 1 до 15 мкм и средней плотностью 50-150 кг/м^3. Вследствие высокоразвитой поверхности углеродных нанотрубок, составляющей зачастую 300 м^2/г появляется возможность создания материала с относительно большим количеством поверхностных функциональных групп. При синтезе они объединяются в клубки или гранулы, размеры которых могут достигать 400 - 900 мкм, обладая при этом высокой поверхностной энергией. При этом наночастицы трудно распределяются на единичные наноструктуры в водной дисперсионной среде и требуют специальных технологий по их диспергации. Главная задача при работе с углеродными нанотрубками – дезинтеграция пучков и крупных агломератов, возникающих при синтезе, и обеспечение их стабилизации в водной суспензии и устойчивости суспензий нанотрубок при хранении.

В исследованиях проведенных авторами установлено, что введение дисперсий углеродных нанотрубок в состав минеральных матриц приводит к ее структурированию с формированием новообразований повышенной плотности и прочности. Изменения морфологии новообразований приводят к существенному повышению механической прочности минеральных композиций, модифицированных сверхмалыми количествами нанотрубок в пределах 0,01-0,003 % [1, 2].

Проведенные испытания опытной партии железобетонных опор для линий электропередач, выпущенных из бетона модифицированного нанотрубками, показали повышение морозостойкости с марки F150 до марки F400, повышение прочности на 46 %, повышение водонепроницаемости с W 6 до W 14 и трещиностой-

кости. Таким образом, за счет улучшения физико-механических свойств бетона ожидается повышение долговечности железобетонных изделий.

Разрабатывается состав и исследуются свойства экранирующего покрытия на основе силикатной краски, модифицированной дисперсией многослойных углеродных нанотрубок (МУНТ). Введение МУНТ в состав силикатного покрытия в количестве 6 % приводит к структурообразованию вяжущей силикатной матрицы с формированием плотного, прочного и долговечного покрытия, способного поглощать электромагнитное излучение, воздействующее на здания и сооружения. Проведенные физико-химические исследования с использованием ИК-спектрального анализа, ДТА, и растровой электронной микроскопии показали существенной изменение структуры и фазового состава композиции при модификации ее углеродными нанотрубками. Модификация силикатного покрытия дисперсией углеродных нанотрубок приводит к росту поглощения электромагнитного излучения до 70 % [3].

Таким образом, будет обеспечена эффективная комплексная защита технических средств и человека в производственных, административных и жилых помещениях от воздействия техногенных электромагнитных полей. Силикатное покрытие может быть также использовано для информационной защиты оборудования и средств связи от несанкционированного съема информации за счет поглощения электромагнитного излучения создаваемого приборами.

Ангидритовые композиционные материалы имеют потенциальную возможность более существенного повышения механической прочности за счет структурирования межфазных слоев на границе нанодисперный модификатор – минеральная матрица. Отсутствие модифицирующих нанодисперсных добавок в составе гидратирующей ангидритовой матрицы сопровождается кристаллизацией двуводного гипса с формированием традиционных по форме крупных пластинчатых кристаллов. При модификации ангидрита многослойными углеродными нанотрубками наблюдается кристаллизация гипса на поверхности нанодисперсных частиц с формированием кристаллов различной морфологии повышенной плотности.

Известно, что морфология новообразований существенным образом влияет на конечную структуру кристаллогидратных новообразований. Формирование структуры ангидритового вяжущего с формированием новообразований, обладающих повышенной плотностью было обеспечено использованием сверхмалых количеств (до 0,0024 % от массы ангидрита) многослойных углеродных нанотрубок.

Анализ структуры модифицированной ангидритовой вяжущей матрицы с использованием комплекса физико-химических методов исследований, показал интенсификацию процессов гидрато- и структурообразования ангидритового вяжущего при введении многослойных углеродных нанотрубок. При этом введение многослойных углеродных нанотрубок коренным образом меняет морфологию новообразований в ангидритовой матрице. Получаемая плотная, малодефектная структура кристаллогидратов предопределяет их повышенные физико-технические свойства, включая механическую прочность и водостойкость [4].

Многослойные углеродные нанотрубки рассматриваются как перспективный материал для модификации керамических композитов благодаря особенностям строения (соотношение длина / диаметр может достигать нескольких сотен), химической инертности и повышенным механическим характеристикам. Известно также, что при температурах свыше 700 °С углеродные нанотрубки подвергаются окислению при доступе кислорода, что требует при обжиге керамики, модифици-

рованной углеродными нанотрубками, восстановительной среды для исключения выгорания нанотрубок.

Результаты проведенных исследований показали, что введение в состав керамической шихты на основе глины и отощающей добавки до 0,01 % многослойных углеродных нанотрубок с последующим обжигом при температурах 1000 - 1050 °С существенно улучшает характеристики керамических строительных материалов не влияя на их химический и фазовый составы. Так, прочность при сжатии керамики повысилась на 70 %. При этом прочность высушенного сырца кирпича повышалась до 2 раз.

Так образом, на примере 4 видов строительных изделий из 6 приведенных в патенте [5], показана возможность значительного улучшения физико-механических свойств строительных материалов, при этом себестоимость изделий повышается на 0,5 - 3 % в зависимости от используемой технологии модификации материалов многослойными углеродными нанотрубками.

Литература

1. Yakovlev G., Lushnikova A., Pervushin G., Khasanov O. Modification of cement matrixes of carbon nanotubes // XIII ICCC Internatonal Congress on the Chemistry of Cement, Madrid, 2011. – P. 304, (CD)

2. Яковлев Г.И., Первушин Г.Н., Орешкин Д.В. Цементная матрица с углеродными нанотрубками / Промышленное и гражданское строительство, № 7, часть 1, 2011 - С. 44-45.

3. Shaybadullina A.V., Yakovlev G.I., Fisher H.-B., Buryanov A.F. The role of carbon nanotubes in formation of silicate surface microstructure // Proceedings of the III International conference “Nano-technology for eco-friendly and durable construction”, Cairo, 2011 (CD).

4. Яковлев Г.И., Первушин Г.Н., Маева И.С., Корженко А., Бурьянов А.Ф., Мачюлайтис Р. Модификация ангидритовых композиций многослойными углеродными нанотрубками // Строительные материалы, 2010, № 7. – С. 25-27.

5. Korzhenko A., Havel M., Gaillard P., Yakovlev G.I., Pervuchin G.N., Oreshkin D.V. Procede D’introduction de nanocharges carbonees dans un inorganique durcissable. Patent № 2 969 143. C 04 B 16/12 (2012.01), C 04 B 28/00. Bulletin 12/25 pub. 22.06.12.

О ПЕРСПЕКТИВАХ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОТЕХНОГЕННЫХ ШЛАМОВЫХ ОТХОДОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ СОВРЕМЕННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Коренькова С.Ф., Чумаченко Н.Г., Сидоренко Ю.В., Хлыстов А.И.,
Самарский государственный архитектурно-строительный университет

Аннотация. В статье приведены основные направления использования нанотехногенного шламового сырья при производстве строительных материалов. Установлено, что нанодисперсные шламы в композициях общестроительного и специального назначения могут выполнять различные функции: нанонаполнителя, регулятора свойств контактной зоны, активатора поверхностной энергии, катализатора кристаллизации, носителя химических добавок и т.д.

Annotation. This paper presents the main directions of nano sludge waste in the manufacture of building materials. Established that the substances of sludge waste in the compositions of construction and special purpose can perform a variety of functions: nanofiller, controller properties surface, surface energy of the activator, catalyst, crystallization, chemical additives, etc.

Ключевые слова: нанотехногенное сырье, шламовые отходы, материалы общестроительного и специального назначения.

В настоящее время увеличиваются объемы современного строительства, в том числе связанные с производством и применением строительных материалов, отличающихся улучшенными эксплуатационными свойствами, внедрением новых технологий, расширением сырьевой базы за счет использования разнообразных техногенных ресурсов и т.д. Организация выпуска высококачественной строительной продукции неразрывно связана с созданием конкурентноспособных отечественных материалов. Важно стремиться к снижению ресурсо- и энергоемкости производства, трудовых затрат, оптимизации капитальных вложений в строительную отрасль, которая всегда будет инвестиционно-привлекательной для бизнеса. Уменьшение объема импортной продукции на рынке РФ позволит создать дополнительные рабочие места на предприятиях страны, а выпуск отечественного оборудования повысит уровень производства в области строительства, машиностроения, металлургии, энергетики и т.д. Изготовление строительной продукции, отвечающей международным требованиям, позволит повысить интерес зарубежных предприятий и фирм к российским производителям, будет способствовать обмену опытом и научной информацией, укреплению деловых связей, положительной динамике в инвестиционной политике.

Современное строительное производство ориентировано на применение не только природного, но и техногенного сырья, что обусловлено потребностью утилизации многотоннажных промышленных и бытовых отходов, экономией природных ресурсов, улучшением экологической обстановки в черте мегаполисов. Одним из наиболее прогрессивных и инвестиционно-привлекательных направлений в области строительных материалов является разработка и внедрение нанотехнологий, наноматериалов и нанодобавок. Прикладной интерес обусловлен возможностью принципиального изменения свойств известных материалов общестроительного и специального назначения, расширения области их применения и увеличения сроков эксплуатации в конструкциях и изделиях. На кафедре “Строительные материалы” СГАСУ [1-11] с 1970-1980-х гг. активно проводятся

исследования шламовых отходов техногенного происхождения, которые по комплексу своих характеристик относятся к наноразмерными объектам [6].

Шламовые продукты образуются при химическом осаждении твердых частиц из сточных вод и представляют собою систему “твердая частица – адсорбционно-связанная вода” [11]. В зависимости от типа предприятия, на котором происходит очистка сточных вод, осадки бывают рентгеноаморфными или кристаллическими. Например, быстрое осаждение гидроксидов металлов из сильно пересыщенных растворов (сточной воды) вызывает образование осадка в активной форме из-за несовершенства его решетки и наличия в ней дефектов. Существенный интерес представляют рентгеноаморфные осадки, которые образуются в результате сложных физико-химических процессов, связанных с обработкой цветных и черных металлов (гальванические производства, очистка алюминиевой ленты на металлургических предприятиях и т.п.). Существенную часть в гальваношламах, алюмокальциевых и алюмощелочных шламах составляют гидроксиды алюминия, меди, цинка, железа, а также гидроксиды кальция и магния, которые образуются после нейтрализации сточных вод известью [4]. По совокупности свойств шламы обладают высокой клеющей способностью и в составе смесей служат своеобразными неорганическими нанодисперсными наполнителями, повышающими пластичность, устойчивость к расслоению и т.д. [11]. Экспериментальные исследования показали, что своеобразие структуре твердых частиц придает адросбционно-связанная вода, которая обладает свойствами квазитвердого тела и способствует созданию высокой клеющей способности контактных слоев в сложносоставленных материалах [11, 12].

В различных строительных композициях нанодисперсные шламы выполняют, в частности, следующие функции [9]:

- формирование заданного минералогического состава в композиционных вяжущих общестроительного и специального назначения;
- наполнение и упрочнение контактной зоны в сложносоставленных сырьевых смесях, в том числе для отделки и реставрации фасадов зданий;
- активация поверхностной энергии зерен цемента и песка, реорганизация пористой структуры цементного камня;
- формирование плотной и водонепроницаемой структуры цементного камня, снижающего образования высолов на поверхности кирпичной кладки;
- низкотемпературного катализатора кристаллизации аморфного стеклобоя;
- носитель химических добавок, обеспечивающих комплексное воздействие на структуру и свойства композиций различного назначения.

Одним из важнейших результатов участия шламов в формировании структуры, физико-химических и механических свойств строительных материалов является существенное повышение долговечности [9].

Осуществление инвестиционной деятельности в области утилизации шламовых отходов позволит решить многие вопросы, связанные, в частности, с производством комплексных добавок, наполнителей, модификаторов и т.д.

Литература

1. Арбузова Т.Б., Коренькова С.Ф., Чумаченко Н.Г. Использование осадков сточных вод в производстве строительных материалов. // Сер. 2. Использование отходов, попутных продуктов в производстве строительных материалов и изделий. Охрана окружающей среды / ВНИИ ЭСМ. - М., 1989. - Вып. 2. – 45 с.

2. Арбузова Т.Б. Утилизация глиноземсодержащих осадков промстоков. / Изд-во Саратовского университета, Самарский филиал. Самара, 1991. -136 с.

3. Арбузова Т.Б., Шабанов В.А., Коренькова С.Ф., Чумаченко Н.Г. Стройматериалы из промышленных отходов. / Самара: Кн. изд-во, 1993. - 96 с.

4. Коренькова С.Ф., Шеина Т.В. Основа и концепция утилизации химических осадков промстоков в стройиндустрии // Самарск. гос. арх.-строит. ун-т. – Самара, 2004. – 203 с.

5. Хлыстов А.И. Повышение эффективности и улучшение качества огнеупорных футеровочных материалов: Монография. / Самарск. гос. арх.- строит. ун-т. - Самара, 2004.- 134 с.

6. Коренькова С.Ф. Нанодисперсный наполнитель цементных композиций. // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. − 2009. − №4. – С. 15-18.

7. Коренькова С.Ф., Сидоренко Ю.В. К вопросу о фрактальной размерности нанотехногенного сырья. // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. - М., 2010. - № 3. - С.26-32.

8. Чумаченко Н.Г. Традиции и инновации Самарского государственного архитектурно-строительного университета. // Промышленное и гражданское строительство / М., 2010. - №8. - С. 3-6.

9. Чумаченко Н.Г., Коренькова С.Ф., Хлыстов А.И. Перспективы развития нанотехнологий в производстве строительных материалов на основе шламовых отходов. // Промышленное и гражданское строительство.− М., 2010. − № 8. − С. 20-22.

10. Коренькова С.Ф., Сидоренко Ю.В. III-я Международная научно-практическая online-конференция «Применение нанотехнологий в строительстве». // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал: М., 2011 - №5 – С. 53-60, 71-74.

11. Коренькова С.Ф., Сидоренко Ю.В. Роль адсорбционно-связанной воды в формировании адгезионной прочности сложносоставленных цементных композиций. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. М.: Академия Естествознания. - 2012. - №11. – С. 40 – 41.

12. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности. – М.: Интеллект, 2008. - 568 с.

УГЛЕРОДНЫЕ НАНОМОДИФИКАТОРЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Жукова Е.А.[1,2], Стрельцов И.А.[1], Мишаков И.В.[1,2], Ведягин А.А.[1,2], Буянов Р.А.[1],

[1]Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН;
[2]Новосибирский государственный технический университет

Аннотация. Кратко рассмотрен вопрос синтеза углеродных нановолокон (УНВ) различной морфологии (коаксиально-конические, стопчатые и перистые) для последующего использования в качестве наномодификаторов в составе строительных материалов. Изучены закономерности формирования водных суспензий УНВ/H_2O посредством ультразвукового диспергирования и описано поведение полученных суспензий при различных условиях.

Abstract. Synthesis of carbon nanofibers (CNF) of different morphological types (coaxially-conical, platelet and feathery CNFs) for further application in composite building materials has been considered. Method of ultrasonic disintegration of agglomerated CNF materials to form water-based suspensions CNF/H_2O as well as the properties of the prepared suspensions was investigated in various conditions.

Ключевые слова: углеродные нановолокна, каталитическая диссоциация углеводородов, водные суспензии УНВ, ультразвуковое диспергирование

Введение

Несмотря на то, что слово «наноматериалы» относительно недавно появилось у всех на слуху, их практическое применение было известно ещё в древнем мире. Лишь некоторое время назад учёные всерьёз озадачились изучением свойств данных материалов, ввиду весьма обширных областей их возможного применения. На сегодняшний день наномодификаторы используются для изготовления разнообразных композиционных материалов, в том числе, строительных. Введение модификаторов на основе углеродных наночастиц позволяет улучшить такие физические характеристики как тепло- и электропроводность, прочность на сжатие и изгиб, трещиностойкость и т.д.

К одной из наиболее масштабных и перспективных областей применения углеродных наноматериалов относится сфера строительства, в частности, разработка и производство новых строительных материалов. Использование различных наномодификаторов при изготовлении бетонных смесей способствует значительному улучшению эксплуатационных характеристик бетона. Одним из таких модификаторов могут выступать углеродные нановолокна (УНВ). Они относительно дёшевы в сравнении нанотрубками (УНТ), в то время как эффект от применения УНВ является сопоставимым, а в некоторых случаях даже превышает модифицирующий эффект УНТ. Добавление 0.005-1 мас.% УНВ в состав цементного камня приводит к значительному улучшению физико-механических свойств [1, 2]. Стоит также отметить, что широкое внедрение технологии производства УНВ в России поможет частично решить проблему утилизации попутного нефтяного газа, который может быть использован в качестве углеводородного сырья для синтеза УНВ.

Углеродные нановолокна синтезируют путём каталитического разложения углеводородов на гетерогенных катализаторах, содержащих в своем составе нанесенные металлы (Fe, Co, Ni) или их сплавы с другими металлами. В основе данного процесса лежит механизм карбидного цикла, отрытый Буяновым и соавторами [3]. В

общем виде реакция каталитического разложения углеводородов с получением УНВ может быть записана в виде уравнения (1):

$$C_nH_m \rightarrow nC + (m/2)H_2 \quad (1)$$

Среди описанных типов морфологии УНВ можно выделить следующие три в качестве базовых: коаксиально-конические; стопчатые и перистые. Морфология УНВ определяется характером взаимного расположения графеновых слоев в теле нити. Варьируя такие условия синтеза как состав и дисперсность каталитических частиц, тип углеводородного сырья и температуру процесса, возможно целенаправленно получать материал с заданными морфологическими и текстурными свойствами [4].

Основная трудность на пути непосредственного использования УНВ в составе композиционных материалов связана с тем фактом, что в процессе синтеза углеродные нановолокна спутываются между собой, образуя достаточно прочные агломераты. Очевидно, что для достижения максимального эффекта от модифицирования необходимо обеспечить равномерное распределение наномодификатора в структуре матрицы. В нашей недавней работе было проведено сопоставление эффективности различных методов, применяющихся для предварительного диспергирования агломерированных частиц [5], а именно:

- Чередование циклов заморозки и разморозки суспензий УНВ/H_2O;
- Ультразвуковая обработка водных суспензий;
- Механический помол (в мягком и интенсивном режиме).

Было показано, что самым быстрым и эффективным способом дезинтеграции агломератов является кратковременный механический помол углеродного наноматериала в планетарной мельнице, однако в этом случае также происходит значительное разрушение самих нановолокон.

С точки зрения дальнейшего использования дисперсий УНВ в составе бетонов наиболее перспективным представляется более щадящий метод ультразвукового воздействия на водные суспензии УНВ. В связи с этим в настоящей работе подробно рассмотрен процесс приготовления водных суспензий УНВ/H_2O с использованием ультразвукового воздействия.

Экспериментальная часть

Для приготовления суспензий углеродных нановолокон в воде (УНВ/H_2O) использовали ультразвуковую станцию ИЛ100-6**,** предназначенную для лабораторных исследований воздействия ультразвука на жидкие среды, выходной мощностью 630 Вт и рабочей частотой 23.4 кГц.

Эксперимент проводили следующим образом: в стеклянный сосуд объёмом 250 мл наливали дистиллированную воду в количестве 200 мл. Затем в воду добавлялся исследуемый образец УНВ (массой ~ 200 г), после чего в полученную смесь погружали волновод и включали ультразвуковой прибор. Процесс диспергирования проводили в течение 6 минут, после чего прибор выключали и производили замер температуры суспензии. Затем, сосуды с полученными суспензиями плотно закрывали и оставляли при комнатной температуре на сутки, после чего производили декантацию коллоидного раствора и определяли концентрацию углеродных нановолокон в суспензии.

В работе была изучена седиментационная устойчивость полученных суспензий УНВ/H_2O, а также влияние температуры на нее (на примере УНВ стопчатой структуры). Проба суспензии в объёме 10 мл помещалась в холодильную камеру (+2ºС) на 1 сутки, после чего фиксировалось состояние суспензии, затем темпера-

тура далее понижалась до –15ºС. Наблюдения производили через 10 мин и спустя 1 час нахождения образца в данных условиях.

Результаты и обсуждение

Данные, полученные в результате проведённых экспериментов, представлены в сводной таблице 1.

Таблица 1. Результаты ультразвукового диспергирования УНВ.

Образец	56БР	О-56БР/6	О-56БР/6 Физраствор	101 МР	О-101 МР	102 МР	О-102 МР
Наименование	УЗД-56БР	УЗД-О-56БР/6	УЗД-О-56БР/6 (ФР)	УЗД-101 МР	УЗД-О-101 МР	УЗД-102 МР	УЗД-О-102 МР
Морфология углеродных нановолокон	КК	КК	КК	С	С	П	П
Отмывка	-	HCl	HCl	-	HCl	-	HNO_3
Т раствора после разогрева,°С	53.5	54	54	54.5	54	53.5	54
Возраст суспензии,сутки	4	4.5	4	4	4	4	4
Конц-ия УНВ в суспензии, мг/мл	0.20	0.22	0	0.56	0.82	0.52	0.83
pH	6.63	6.71	6.7	6.58	6.5	6.73	6.11

КК – коаксиально-конические УНВ; С – стопчатые УНВ; П – перистые УНВ.

Было установлено, что наибольшую концентрацию в водной суспензии дает ультразвуковая обработка отмытых образцов УНВ стопчатой (О-101 МР) и перистой (О-102 МР) морфологии. Есть основания полагать, что данный факт связан с различиями в химическом составе поверхности углеродных волокон, подвергнутых отмывке от каталитических частиц в соляной кислоте при pH = 1.

Как видно из таблицы 1, pH суспензий после диспергирования УНВ практически соответствует нейтральному значению, что косвенно свидетельствует в пользу безопасности использования подобных дисперсий.

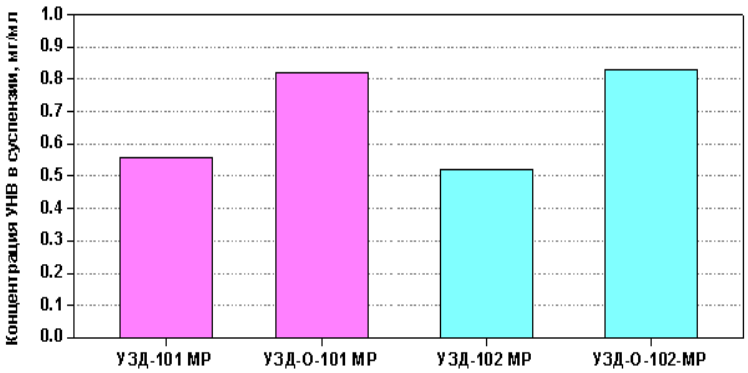


Рис. 1. Влияние кислотной отмывки образцов УНВ на их способность переходить во взвешенное состояние при ультразвуковой обработке.

Влияние кислотной отмывки образцов УНВ от каталитических частиц на способность УНВ переходить в состав водной суспензии можно видеть на рисунке 1. Видно, что для отмытых образцов стопчатых и перистых углеродных нановолокон полученное значение концентрации практически одинаково и составляет 0.82-0.83 мг/мл.

При замене дистиллированной воды на физиологический раствор образец О-56БР (коаксиально-конические УНВ) оседал в течение 15 минут; а через 4 суток наблюдалось полное разделение раствора и осадка УНВ. Таким образом, наличие заряженных ионов в воде, которая используется для диспергирования агломератов УНВ, нейтрализует заряд коллоидных частиц и тем самым резко снижает устойчивость коллоидных частиц к седиментации.

Изучение влияния температуры на устойчивость суспензий УНВ/H_2O показало, что охлаждение в холодильной камере до температуры 2 °С в течение 24 часов практически не сказывается на скорости разделения коллоида. При нахождении суспензии в морозильной камере при -15°С в течение 10 минут произошло частичное замерзание жидкой фазы, однако при её разморозке в дальнейшем не происходило каких-либо качественных изменений устойчивости суспензии. В то же время при полной заморозке с последующим оттаиванием наблюдалось быстрое оседание в виде мелкодисперсного осадка. Полученный результат свидетельствует о том, что для сохранения функциональности полученных УНВ/H_2O суспензий недопустимо их полное замерзание.

В заключении стоит отметить, что по прошествии нескольких месяцев практически все образцы суспензий УНВ/H_2O, хранящиеся при комнатной температуре, попрежнему находятся во взвешенном состоянии. На наш взгляд, этот факт во многом определяет перспективу их дальнейшего использования в качестве модифицирующей добавки при изготовлении строительных материалов на основе цементного камня.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта ОХНМ РАН (№ 5.2.2).

Литература

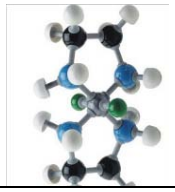
1. Ваганов В.Е., Захаров В.Д., Баранова Ю.В. и др. Структура и свойства ячеистого газобетона, модифицированного углеродными наноструктурами // Строительные материалы. 2010. № 9. С. 59-61.

2. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Основы бетоноведения. – СПб.: Строй-Бетон. 2006, - 692 с.

3. Буянов Р.А., Чесноков В.В. О механизме образования углеродных нанонитей при каталитическом разложении углеводородов на металлах подгруппы железа // Катализ в промышленности. 2006. Вып. 2. С. 3-15.

4. А.А. Ведягин, И.В. Мишаков, И.А. Стрельцов, Е.А. Жукова, Р.А. Буянов «Способы получения катализаторов синтеза углеродных нановолокон различных морфологических типов», Известия ВУЗов, *Химия и Химическая Технология,* 2011, Т.54, №5, С. 101-105.

5. Жукова Е.А., Стрельцов И.А, Мишаков И.В., Ведягин А.А., Синтез и подготовка углеродных нановолокон для использования в качестве модифицирующей добавки.// Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной научно-практической конференции «Современные направления теоретических и прикладных исследований ‘2012». – Выпуск 1. Том 32. – Одесса: КУПРИЕНКО, 2012. – 112-798 – С. 73-82.



Круглый стол

ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ НАНОИНДУСТРИИ

ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОТРУДНИЧЕСТВА ВУЗОВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН С ФОНДОМ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ОАО «РОСНАНО» В ОБЛАСТИ ОПЕРЕЖАЮЩЕЙ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ НАНОИНДУСТРИИ

Попова Г.Е.,
ГУП РТ «Татарстанский ЦНТИ»

В ноябре 2011 года было заключено Соглашение о сотрудничестве РТ с ОАО «РОСНАНО» И ФИОП, в котором объявлена приоритетным реализация государственной политики в сфере нанотехнологий и наноиндустрии. Это означает развитие инновационной инфраструктуры, разработка и реализация проектов создания перспективных нанотехнологий и наноиндустрии в республике.

В частности, одним из важнейших направлений в этом Соглашении отмечена опережающая подготовка кадров, повышение квалификации и переквалификация кадров для предприятий наноиндустрии РТ. Особо отмечено, что обеспечивать эту подготовку должны образовательные и научные учреждения РТ, а министерство экономики – всячески способствовать этому.

Практика показывает, что предприятия крайне нуждаются в квалифицированных кадрах, а потенциал ведущих вузов республики вполне позволяет эту потребность удовлетворить.

ФИОП готов финансировать и финансирует разработку образовательных программ для предприятий наноиндустрии РТ. Однако для получения гранта вузам необходимо соответствовать некоторым условиям, в частности, иметь лицензию на право ведения образовательной деятельности по направлению, соответствующему сфере интересов заказчика ОП, высококвалифицированные преподавательские кадры, необходимое лабораторное оборудование и прочее, и выиграть конкурс РОСНАНО на право разработки ОП.

Предприятия – заказчики ОП также должны соответствовать требованиям ФИОП:

- быть признанными РОСНАНО как предприятия наноиндустрии, то есть, либо быть проектной организацией РОСНАНО, либо пройти НТС РОСНАНО, либо подавать в Росстат отчет по форме НАНО-1;
- быть готовыми оплатить обучение своих сотрудников. При этом форма оплаты может быть как денежная, так и иная, например, предоставление аудиторий, лабораторий, оплата ППС, стажировки и прочее согласно договора между предприятием и вузом;
- подать заявку в ФИОП на обучение, где прописать те компетенции и трудовые функции, которые они хотели бы видеть у своих сотрудников по окончании обучения.

Итак, мы видим достаточно широкие перспективы как для вузов республики, так и для предприятий наноиндустрии.

Как же обстоят дела на сегодняшний день?

Пока в республике ни одной ОП не было реализовано до конца. Для справки: по РФ таких программ 34.

К сожалению, предприятия наноиндустрии не видят или не хотят видеть своего прямого интереса. Кроме того, их отпугивает перспектива оплаты.

В передовых у нас числятся ООО «Данафлекс-нано» и Технополис «Химград» со своими резидентами.

Данафлекс уже подал заявку в ФИОП на обучение трех групп специалистов по направлению «Инновационные технологии производства наноструктурированных многослойных полимерных пленок с барьерными свойствами»: ***см. заявку***.

Совместно с КНИТУ было разработано примерное содержание ОП. ***См. содержание***. В октябре будет объявлен конкурс на разработку соответствующей ОП.

ТП «Химград» выразил желание обучить своих сотрудников и сотрудников резидентов сразу по двум ОП: "Охрана труда на нанотехнологических производствах" и непосредственно по интересам резидентов с общим инвариантным и индивидуальными вариативными модулями. МЭ активно работает в этом направлении.

Надо заметить, что образовательные программы для специалистов предприятий наноиндустрии имеют ряд отличительных черт:

- участие заказчика начинается уже на этапе проведения конкурса: он дает экспертное заключение на все поступившие заявки. Эти заключения, наряду с мнением независимых экспертов, учитываются при подведении итогов;
- предприятие-заказчик принимает непосредственное участие в разработке ОП, их реализации, мониторинге и оценке результатов;
- структура и содержание программ напрямую увязаны с особенностями промышленной технологии, используемой предприятием, и нацелены на формирование соответствующих компетенций;
- после апробации программы образовательное учреждение должно предоставить полный комплект учебно-методических материалов по программе для размещения его в электронном реестре образовательных программ. Проще говоря, после проведения «пилотного» образовательного проекта он начинает жить своей жизнью: вузы могут набирать слушателей и финансировать программу уже без участия РОСНАНО.

Наверное, возникает вопрос: а сколько стоит разработка ОП?

Стоимость конкретных программ, которые заказаны РОСНАНО, варьируется в зависимости от их длительности и сложности, уникальности используемого оборудования, необходимости приглашения зарубежных специалистов и др. Стоимость магистратуры может составлять 20 млн рублей, программы переподготовки в объеме 500 часов – около 10 млн рублей, программы повышения квалификации в объеме 72 часов обойдутся в разы дешевле. Наиболее дорогостоящие магистерские программы заказываются предприятиями в тех случаях, когда производство начинается через некоторое время после создания предприятия, проще говоря, когда есть время на подготовку кадров более высокой квалификации.

В 2011 году ОАО «РОСНАНО» начало отбор образовательных программ, сочетающих специфические для предприятий инженерно-технические знания с формированием менеджерских и предпринимательских навыков в области коммерциализации технологий, организации и ведения высокотехнологического бизнеса. Эти образовательные программы предусматривают активное вовлечение международного опыта: стажировки, приглашение ведущих зарубежных специалистов, создание совместных программ. Первая программа по управленческой проблематике стартовала в сентябре 2010 года. Слушателями этой программы стали сотрудники ЗАО «Галилео Нанотех» (Москва), ООО «Данафлекс-Нано» (Казань), ОАО «Авангард» (Санкт-Петербург) и других проектных организаций: инженеры этих компаний получили компетенции менеджера инновационной компании.

В заключение еще раз повторю: сотрудничество вузов Республики Татарстан с Фондом инфраструктурных и образовательных программ ОАО «РОСНАНО» в области опережающей подготовки кадров для предприятий наноиндустрии чрезвычайно актуально и небезинтересно.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПРОГРАММЫ ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЭЛЕКТИВНЫХ КУРСОВ «ОСНОВЫ НАНОТЕХНОЛОГИИ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ»

Желтухин В.С., Бородаевм И.А.,
Казанский (Приволжский) федеральный университет

Аннотация. Разработана инновационная методика обучения дисциплине «основы нанотехнологии» школьников старших классов. Учтена специфика существующего подхода, оснащенность школ специализированной аппаратурой, предложен вариант обучения навыкам компьютерного моделирования нанопроцессов.

Annotation. The new training technique of senior school students' education to nanotechnology is developed. Specifics of an existing approaches as well as equipment status of schools by specialized apparatus is considered. A training option of nanoprocesses by computer modeling is offered.

Ключевые слова: образование, нанотехнологии, школа.

Keywords: education, nanotechnology, school.

Подготовка специалистов для наноиндустрии становится одним из приоритетных направлений высшего и среднего образования в Республике Татарстан. В этой связи важно дать выпускникам школ основы знаний о наноматериалах и нанотехнологии. Изучение физико-химических явлений на наноуровне позволяет школьникам получать более фундаментальные знания об окружающем мире.

В последние годы сформировалась тенденция возрастания интереса абитуриентов к техническим специальностям. В школах, при содействии РОСНАНО, в рамках профильных элективных курсов, идет активная довузовская подготовка по дисциплине «Нанохимия и нанотехнологии» [1]. Также в ряде республиканских учебных учреждений установлены лабораторные комплексы – наноэдьюкаторы. Однако, эта учебная техника является очень дорогостоящей и не может быть установлена во всех СОШ, где имеются профильные классы.

Современный школьный учебник, реализуя содержание образования, призван систематизировать и интегрировать сведения, полученные учащимися из различных каналов массовой информации. Очевидно, что научно-техническая революция накладывает на характер школьного учебника отпечаток все обостряющегося противоречия между быстрым возрастанием объёма общеобразовательных и специальных знаний и возможностями вооружить этими знаниями учащихся в рамках школьного и даже вузовского курса. Главной особенностью и задачей учебника является формирование понимания предмета. А нанотехнология не является индивидуальной наукой. Это сложный симбиоз физики, химии, математики и биологии.

Однако, какая бы из перечисленных областей не преобладала в школьном курсе при изучении основ наномира, возникает необходимость в базовых навыках компьютерного моделирования процессов. В этой связи, необходимо создание программы таких элективных курсов, которые позволяли бы варьировать доминирующую область (например, физика), при этом предоставляя мощный базовый спектр работы с определенным, интуитивно понятным, математическим пакетом.

Предлагаемый проект программы элективных курсов «Основы нанотехнологии и моделирования процессов» рассчитан на учащихся 10-11 классов физико-математического и естественнонаучного профилей, а также девятиклассников, которым предстоит выбор направления. Целевыми образовательными учреждениями являются школы, лицеи и гимназии, оборудованные достаточными для работы математического пакета компьютерными мощностями. За доминирующую область в нанотехнологии принята химия, и в этой связи все учебные задания и примеры основаны на учебном пособии «Нанохимия и нанотехнологии» под авторством В.В.Еремина, А.А.Дроздова.

При разработке проекта образовательной программы учтена возможность варьирования наиболее интересной учащемуся области. В связи с этим, приобретаемые на подготовленных к разработке примерах, знания, умения, навыки моделирования нанопроцессов будут полезны в любой подобласти нанотехнологии, так как включают в себя:

- основы синтаксиса и среды разработки Matlab;
- основы линейной алгебры;
- элементы математического анализа и дифференциальных уравнений;
- освоение понятия «динамическая система»;
- правила постановки технических задач;
- функциональное программирование;
- основы постановки математических моделей естественно-научных задач;
- реализацию на ЭВМ основных алгоритмов интегрирования систем дифференциальных уравнений;
- основы нанохимии и ее применение.

Последний пункт может варьироваться в зависимости от профиля обучения, например, физика наномира.

Практическое освоение навыков математического моделирования становится возможным благодаря ряду задач (решение которых предлагается в рамках школьных учебных проектов) из области нанотехнологии, подобранных в разрабатывающемся авторами статьи совместно с д.ф.-м.н., профессором Р.З.Даутовым (Казанский федеральный университет) учебно-методическом пособии для школ «Наномоделирование».

Таким образом, в результате реализации предлагаемой программы появляется возможность предоставления будущим абитуриентам технических факультетов достойного старта для освоения профессий.

Литература

1. [Нанометр. Нанотехнологическео сообщество [Электронный ресурс] - Информационный интернет-портал - Режим доступа: http://www.nanometer.ru, свободный - Загл. с экрана. — Яз. рус.

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «НАНОТЕХНОЛОГИЯ»

Смирнов В.А., Королев Е.В., Гришина А.Н.,
Московский государственный строительный университет

Аннотация. Выполнен анализ условий успешной подготовки инновационно ориентированных специалистов, владеющих адекватной теоретической и практической базой для решения практических задач в области нанотехнологии строительного материаловедения. Подчеркивается необходимость комплексного многоуровневого характера подготовки – от магистра техники и технологий до повышения квалификации профессорско-преподавательского состава – и роль научно-образовательных центров нанотехнологической направленности.

Annotation. The analysis of the conditions for successful training of innovation-oriented specialists, taking into account that such specialists should possess adequate theoretical and practical basis for solving day to day problems in the field of nanotechnology of constructional material science, is carried out. It is stressed that there is a need both for the complex nature of training at all levels (from Masters Level training up to the staff teaching) and for new structural subdivisions – scientific and educational centers of nanotechnology.

Ключевые слова: нанотехнология, строительное материаловедение, высшее образование, инновационно ориентированный специалист.

Модернизация российской экономики и выход Российской Федерации на лидирующие позиции в сфере техники и технологий невозможны без подготовки инновационно ориентированных специалистов в сферах, соответствующих приоритетным направлениям развития. Одним из таких направлений является индустрия наносистем; шесть из двадцати семи критических технологий непосредственно связаны с реализацией методов контролируемого воздействия на предметы, включающие нанообъекты [1], а четыре из указанных шести тесно соприкасаются со строительным материаловедением. Поэтому актуальность подготовки и переподготовки специалистов данного профиля не вызывает сомнений.

Система высшего профессионального образования, в основе которой лежит специалитет, проявила определенные положительные черты: выпускников отличает широкая фундаментальная подготовка, позволяющая им выполнять многие виды инженерной деятельности; в то же время было отмечено, что инженер в своей практической работе использует сравнительно ограниченный круг дисциплин [2]. Обеспечение будущих специалистов реальной возможностью формирования индивидуальной программы обучения связано с переходом на уровневую подготовку в области нанотехнологии. Однако такой переход к личностно-ориентированной педагогике сам по себе не решает всего комплекса проблем, обусловленных междисциплинарной сущностью нанотехнологии, базирующейся как на достижениях фундаментальных дисциплин – математики, квантовой механики, физики твердого тела, физической химии – так и тесно связанной с конкретными предметными областями реализации в индустрии.

На проходившей 20 и 21 сентября 2012 г. IV Международной научно-практической online-конференции «Применение нанотехнологий в строительстве» вопрос о системах, обеспечивающих эффективную подготовку специалистов в области нанотехнологий, вызвал среди экспертов широкий резонанс [3]. Отдель-

ные эксперты переносили центр тяжести обсуждения на технологии дистанционного образования и сопутствующие информационные технологии (хотелось бы отметить, что уже только новизну терминов «дистанционное образование», «облачные вычисления» и т.п. – вместе с безусловными преимущества указанных технологий – можно как минимум поставить под сомнение [4]) – но нанотехнологии, как уже отмечено, слишком тесно примыкают к конкретным предметным областям, чтобы принять допустимость изоляции от приборной базы (даже если для комплекса и реализован удаленный режим работы; хотя на практике число исследовательского и учебного оборудования, для которого такой режим хотя бы возможен, крайне невелико).

На наш взгляд, современным условиям наиболее адекватно положение, в соответствии с которым приоритет следует отдать сформированным при высших учебных заведениях научным подразделениям нанотехнологической направленности – *научно-образовательным центрам* (НОЦ). Приборная база и специализированное оснащение НОЦ позволяют реализовать программы (научных кружков, обучения магистров и аспирантов, повышения квалификации и переподготовки кадров) комплексного характера, в том числе – предусматривающие выполнение самостоятельных исследований в прорывных областях науки [3].

Это положение отражает возможность реализации комплексного характера нанотехнологического образования и раскрывается через:

– преемственность в образовательных программах: от программ научных кружков, через программы обучения магистров и аспирантов до программ повышения квалификации профессорско-преподавательского состава, программ переподготовки специалистов народного хозяйства;

– междисциплинарный характер образовательных программ по дисциплинам интегративного типа (для нанотехнологии строительного материаловедения это «Введение в нанотехнологии», «Методы исследования в нанотехнологии строительного материаловедения», «Методы синтеза наноматериалов и наномодифицированных композитов», «Методы оптимизации в нанотехнологии строительного материаловедения» и др.), призванный расширить научный кругозор молодых специалистов;

– необходимую вариативность в образовательных программах, которые могут разрабатываться с учетом пожеланий, высказанных работодателями в области наноматериалов и нанотехнологий [5];

– обучение магистров и аспирантов непосредственно в контакте с активно работающими учеными, занимающимися с ними как в учебных аудиториях на лекциях и семинарах, так и в научных лабораториях [6].

Последнее положение особенно важно вследствие практической направленности нанотехнологии (закрепленной в отечественных и зарубежных определениях).

Справедливость положения о приоритетном положении НОЦ в иерархии образовательных структур нанотехнологического профиля и реальную возможность реализации действительно комплексного характера образования подтверждает то, что в настоящее время на территории Российской Федерации функционирует большое число таких структурных подразделений. Они созданы в Московском государственном университете [7], Санкт-Петербургском академическом университете, Томском государственном университете систем управления и радиоэлектроники, Московском физико-техническом институте, Южном федеральном университете, Белгородском государственном технологическом университете им. В.Г. Шухова и многих других высших учебных заведениях.

Представляется очевидным, что решение образовательной задачи подготовки инновационно ориентированных специалистов в области нанотехнологии строительного материаловедения будет возложено на НОЦ при учреждении высшего образования строительного профиля. Такой НОЦ – научно-образовательный центр по направлению «нанотехнологии» [8] – открыт в 2012 г. в ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет». Цели и задачи НОЦ, направления научной деятельности его работников сотрудников НОЦ и перспективы этого подразделения были изложены в [9]. По прошествии достаточно длительного промежутка времени следует отметить, что многие из обозначенных в [9] задач подразделения успешно выполнены.

Сотрудниками НОЦ разработаны многочисленные программы образовательных курсов:

– «Введение в нанотехнологию» (программа подготовки магистров);

– «Методы исследования в нанотехнологии строительного материаловедения» (программа подготовки магистров);

– «Методы оптимизации в нанотехнологии строительного материаловедения» (программа подготовки магистров);

– «Прикладная статистика и планирование эксперимента в нанотехнологии строительного материаловедения» (спецкурс для аспирантов);

– «Наноматериалы и нанотехнологии в строительстве: эмпирический и модельный подход» (программа курсов повышения квалификации),

и многие другие, охватывающие практически все аспекты проблемы реализации нанотехнологии в строительном материаловедении и ориентированные на инновационно ориентированную подготовку магистров, аспирантов и научных кадров высшей квалификации строительного профиля.

От работника высшего профессионального образования, задействованного в системе комплексной нанотехнологической подготовки инновационно ориентированных бакалавров, магистров и научных кадров высшей квалификации, требуется набор специфических педагогических компетенций. Важнейшая из них – способность, возможность и желание непрерывно расширять свой научный кругозор, пополняя набор знаний, умений и навыков из смежных областей научного знания. Как ничто другое этому процессу способствует образовательная деятельность на курсах повышения квалификации, программы которых всегда учитывают пожелания другой стороны. В частности, в период с 24 сентября по 5 октября 2012 г. сотрудники НОЦ впервые провели курсы повышения квалификации по программе «Наноматериалы и нанотехнологии в строительстве: эмпирический и модельный подход», содержание которой тесно связано с одной из наиболее актуальных научных проблем – проблемой организации вычислительного эксперимента в строительном материаловедении. Результаты получили высокую оценку слушателей.

Среди задач, несколько отстоящих от основного профиля НОЦ – работа с зарубежными специалистами. В 2012 г. под руководством сотрудников НОЦ прошла стажировка двух студентов из Ecole Spéciale des Travaux Publics. Тематика стажировки пересекалась с научными интересами сотрудников НОЦ (методы исследования наносистем, спектроскопия комбинационного рассеяния), представленный результат [10] решения практически важной научной проблемы получил высокую оценку сотрудников МГСУ.

Таким образом, можно с полным правом утверждать, что НОЦ по направлению «нанотехнологии» ФГБОУ ВПО «МГСУ» в настоящее время можно рассматривать как основу системы комплексной подготовки передовых инновацион-

но ориентированных научных и педагогических кадров, сочетающих фундаментальные знания, сведения из предметной области и умение самостоятельно вести работы на переднем крае нанонауки.

Литература

1. Указ Президента Российской Федерации от 07.07.2011 № 899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: http://graph.document.kremlin.ru/page.aspx?1;1563800 (доступ 24.10.2012)

2. Кутузов В.М. Подготовка инновационно ориентированных специалистов для промышленных предприятий региона / В.М. Кутузов, Б.Л. Антипов, Н.Н.Семенов, М.Ю Шестопалов // Материалы IV всероссийской научно-практической интернет-конференции «Спрос и предложение на рынке труда и рынке образовательных услуг в регионах России». – Петрозаводск, 31 октября – 2 ноября 2007 г. [Электронный ресурс]. – URL: http://labourmarket.ru (доступ 24.10.2012)

3. Материалы IV Международной научно-практической online-конференции «Применение нанотехнологий в строительстве» // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство», 2012, №5. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.nanobuild.ru (доступ 24.10.2012)

4. Облачные технологии в целом и в нанотехнологии строительного материаловедения [Электронный ресурс]. – URL: http://lib.nocnt.ru/edu/cloud/we-want-cloud.xhtml

5. Научно-образовательный «Центр наноматериалов и нанотехнологий» МИСиС [Электронный ресурс]. – URL: http://www.misis.ru/ru/6732 (доступ 24.10.2012)

6. Санкт-Петербургский академический университет – научно-образовательный центр нанотехнологий РАН (Академический университет) [Электронный ресурс]. – URL: http://spbau.ru/main/info_main (доступ 24.10.2012)

7. Научно-образовательный центр по нанотехнологиям МГУ [Электронный ресурс]. – URL: http://nano.msu.ru (доступ 24.10.2012)

8. Научно-образовательный центр по направлению «нанотехнологии» ФГБОУ ВПО «МГСУ» [Электронный ресурс]. – URL: http://www.nocnt.ru (доступ 24.10.2012)

9. Теличенко В.И. Научно-образовательный центр «Нанотехнология» МГСУ: достижения и перспективы / В.И. Теличенко, О.О. Егорычев, Е.В. Королёв // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство», 2011, №4. С. 55-62 [Электронный ресурс]. – URL: http://www.nanobuild.ru (доступ 24.10.2012)

10. Siloxane modified cured epoxies [Электронный ресурс]. – URL: http://files.nocnt.ru/edu/2012/ESTP/presentation/both.odp (доступ 24.10.2012)

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ТЕХНИКОВ – IT СПЕЦИАЛИСТОВ

Рамазанова Д.А.,
ГБОУ СПО «Казанский электротехникум связи»

Развитие экономических зон в России ставит как перед высшим, так и перед среднеспециальным образованием дополнительные задачи: выпускники должны быть подготовлены с учетом целей и задач, решаемых технопарком. Учебные заведения, ведущие подготовку специалистов для IT области, должны быть настроены на целевую подготовку специалистов для фирм-резидентов особой экономической зоны технико-внедренческого типа, развиваемой в нашем регионе.

Изменения в системе среднего профессионального образования также продиктованы переходом России к инновационной рыночной экономике, динамичностью современного общества, ростом потребностей экономики, высоким уровнем развития информационных технологий.

В связи со всем вышеизложенным появилась необходимость внедрения в профессиональное обучение компетентностного подхода. Сущность этого подхода заключается в новой для отечественного образования парадигме обучения, направленной на достижение различных компетенций и, в первую очередь, профессиональных.

Для IT-специалистов под профессиональными компетенциями понимается способность решать профессиональные задачи, определенные требованиями федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС), рекомендациями отраслевых (профессиональных) стандартов и требованиями рынка труда.

Для студентов IT-специальностей компетенции в области программирования могут быть приобретены только в ходе решения проблем, возникающих при реализации и доведении программ до работоспособного состояния.

Процесс обучения IT-специалистов необходимо выстроить таким образом, чтобы формирование компетенций являлось системно взаимосвязанным.

При составлении учебного плана необходимо разработать модель обучения, формирующую социально-профессиональные компетенции, позволяющие эффективно управлять учебным процессом, учитывать совокупности компетенций как интегрирующих систему необходимых качеств выпускника.

В 2004 в КЭТС был произведен первый набор на специальность 230105 «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем». При разработке учебного плана данной специальности для целостности образовательного процесса была выстроена «горизонтальная» и «вертикальная» взаимосвязь между дисциплинами (Схема 1).

Структура учебного процесса данной специальности выстроена с учетом учебных и производственных практик по данной специальности, что позволяет на выпуске иметь IT специалистов, способных достойно конкурировать на рынке труда.

При разработке учебного плана по новым ФГОС для специальности 230115 «Программирование в компьютерных системах и комплексах», мы постарались соединить требования основной профессиональной образовательной программы нового поколения и логически выстроенную и апробированную на 5 выпусках, прежнюю структуру обучения. Так были добавлены в «Профессиональный цикл» дисциплины Численные методы, Пакеты прикладных программ, Технологии создания Web сайтов, в «Профессиональные модули» дисциплины Математические

методы, Программное обеспечение компьютерных сетей, Информационная безопасность.

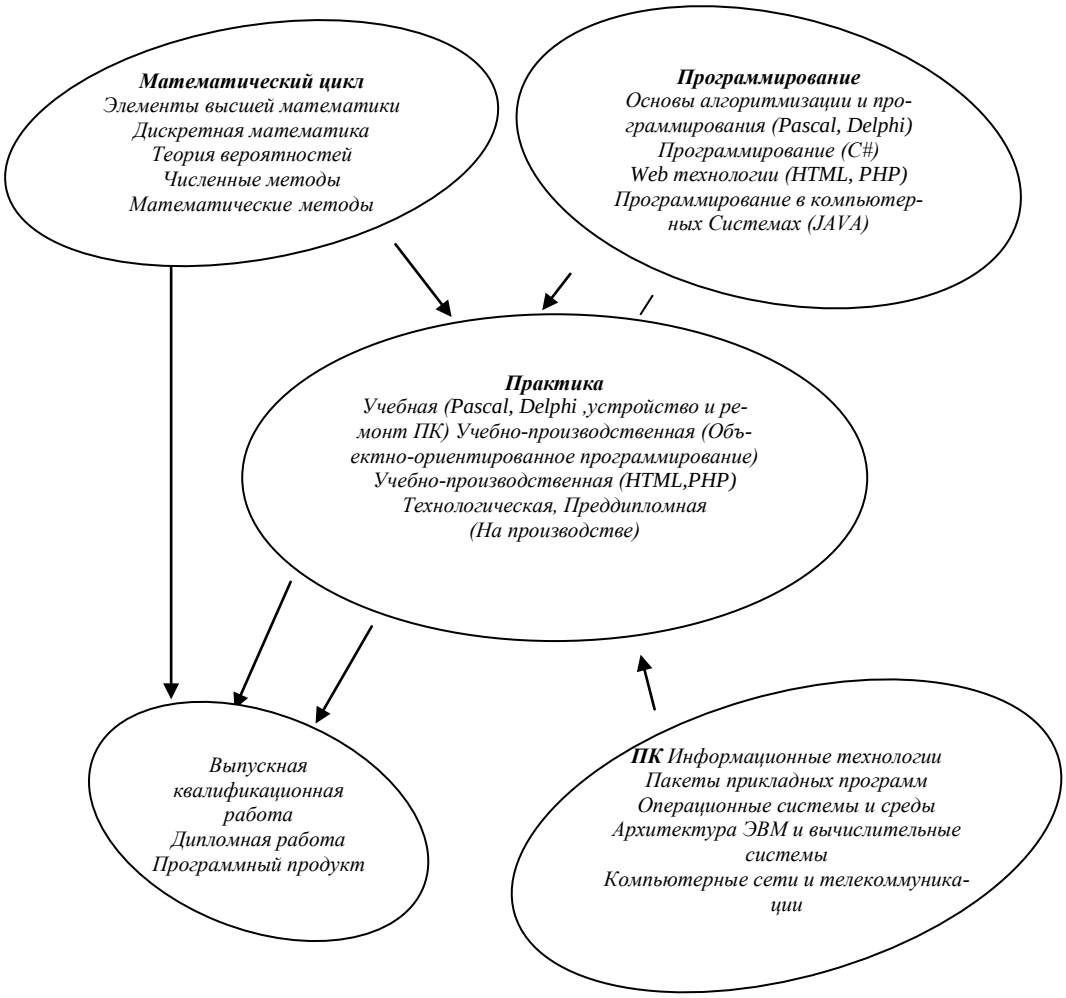


Схема 1

Таким образом, удалось обеспечить плавный переход от образовательной модели профессиональных компетенций к образовательной модели изучаемых дисциплин в границах заданной ФГОС (Схема 2).

Методика формирования профессиональной компетентности должна быть построена на взаимосвязи целей профессиональной подготовки и принципов организации образовательного процесса, содержание и педагогические технологии которого, заточены на реализацию нового механизма социального партнерства и взаимодействия субъектов теоретического и производственного обучения. Это позволит обеспечить формирование профессиональных компетентностей и подготовку социально адаптированных, конкурентоспособных выпускников.

На сегодняшний день остаются не до конца выясненными некоторые вопросы реализации компетентностного подхода в обучении IT-специалистов:

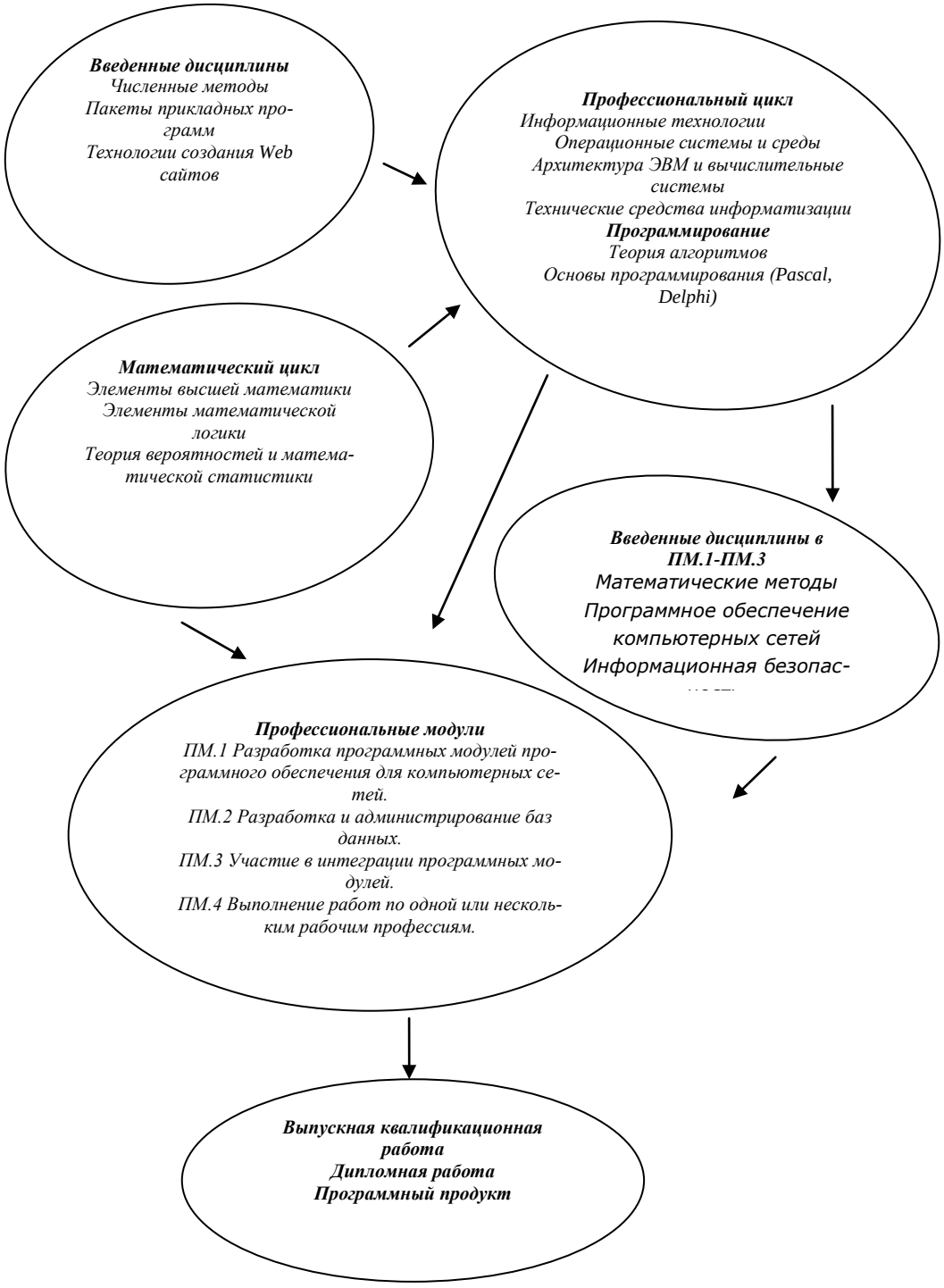


Схема 2

- Каким образом создавать образовательные модели профессиональных компетенций для IT - специалистов, учитывающие различные и иногда противоречивые точки зрения на ее составляющие: ФГОС, отраслевые (профессиональные) стандарты и требования рынка труда?
- Как синтезировать механизм контроля за достижением уровня выполнения профессиональных компетенций в процессе обучения?

От решения этих задач сегодня во многом зависит качество подготовки IT-специалистов и их конкурентоспособность на рынке труда.

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРЕДПРОФИЛЬНОЙ И ПРОФИЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ ЧЕРЕЗ ОРГАНИЗАЦИЮ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ

Корнева С.Н.,
МБОУ СОШ №170, Казань, КГТУ им. А. Н. Туполева

Аннотация. Образование – это проектирование будущего. Выбор профиля обучения – одна из сложнейших проблем сегодняшней школы. Суть предпрофильной и профильной подготовки – создание образовательного пространства, способствующего самоопределению выпускника.

Annotation. Education is the design of the future. The choice of the type of training is one of the toughest challenges of today's schools. The essence of the pre-core and core training is creating of the educational environment that promotes self-determination of the graduate.

Ключевые слова: предпрофильная и профильная подготовка, индивидуальные образовательные траектории.

«Я этого хочу. Значит, это будет»
Генри Форд

Система образования и общество в целом живут сегодня в условиях, исключительно быстрых технологических решений. Современная ситуация в стране, те проблемы, которые испытывают выпускники в профессиональном самоопределении заставляют по-новому взглянуть на организацию профориентационной работы. Основная идея обновления старшей ступени общего образования состоит в том, что оно должно стать более индивидуализированным, функциональным и эффективным.

Многолетняя практика убедительно показала, что, как минимум, начиная с позднего подросткового возраста, примерно с 15 лет, в системе образования должны быть, созданы условия для реализации обучающимися своих интересов, способностей и дальнейших жизненных планов. Социологические исследования показывают, что старшеклассники (более 70%) отдают предпочтение тому, чтобы «знать основы главных предметов, а углубленно изучать только те, которые выбираются, чтобы в них специализироваться». Иначе говоря, профилизация обучения в старших классах соответствует структуре образовательных и жизненных установок большинства старшеклассников.

Организация предпрофильной подготовки является одним из важных элементов современного образования. Она выполняет подготовительную функцию и является подсистемой профильного образования.

Развитие школы должно быть запланированным. Выбор профиля обучения – одна из сложнейших педагогических, социальных, психологических проблем сегодняшней школы. Проблема выбора профиля является непростым испытанием, как для учащихся, так и для их родителей. Многим впервые в жизни предстоит совершить столь серьезный шаг, от которого во многом будет зависеть дальнейшая судьба, в частности - мера их подготовленности к выбору дальнейшего пути обучения, в конечном счете, и перспективы на продолжение образования после школы.

Мы столкнулись с проблемой выбора учащимися профиля обучения: часто он был не осознан. Где ошибка? Для её определения, исходя из образовательной

программы основного общего образования, разработанной в соответствии с требованиями ФГОС мы ставим цель: создать учащимся школы условия для успешной интеграции в социум и адаптации в нем через организацию долгосрочных, востребованных в жизни школы проектов**, индивидуальных образовательных траекторий.** Это стимулирует их привлечение к активной самостоятельной и практической деятельности.

«Научно-методические основы построения индивидуальных маршрутов» и «Индивидуальный образовательный маршрут» – структурированные программы действий ученика на некотором фиксированном этапе обучения.

Для этого должны быть созданы условия становления индивидуальных образовательных траекторий:

1. Выделение двух этапов в основной школе:

1 этап – **образовательный переход** (5-6 класс), этап «пробно-поисковый» (проб и испытаний);

2 этап - **личного самоопределения** (7-9 класс), этап «опыт действия» (планирование своей дальнейшей деятельности на основе опыта предметного действия). Этап активного приобретения «опыта»;

2. Наличие **учебно-исследовательской и проектной деятельности** как личностно значимых для подростков**,** связи их друг с другом и с содержанием учебных предметов, как на уроках, так и во внеурочной деятельности;

3. Специально организованные места в образовательном процессе: **предметно-исследовательский клуб** (5-6 класс); **предметная мастерская и лаборатория** (7-9 класс); **исследовательский урок** (7-9 класс) и **позиции взрослого** (учитель, методист, ученый).

Для реализации указанных условий коллективом школы №170 г. Казани предусмотрена работа по образованию школьников, в частности налажено:

- Сотрудничество с Российской Академией народного хозяйства и государственной службы при президенте РФ г. Санкт-Петербург;
- Сотрудничество с КФУ (институт геологии и нефтегазовых технологий);
- Сотрудничество с КНИТУ (КХТИ) - профильные классы;
- Сотрудничество со школой №7 г. Урус-Мартан Чеченской республики в области информационных и проектных технологий;

Кроме того, активно привлечены специалисты из ресурсного центра РЦМКО МОиН РТ. Ведется работа со Школьной лигой РОСНАНО и Казанским клубом нанотехнологий при КФУ.

В настоящее время в высшей школе формируется устойчивое мнение о необходимости дополнительной специализированной подготовки старшеклассников для прохождения вступительных испытаний и дальнейшего образования в вузах. Модель профильного обучения по нашему мнению не будет полной, если к её осуществлению не будут активно привлекаться другие образовательные учреждения.

Это можно осуществить через кооперацию общеобразовательного учреждения с учреждениями дополнительного, высшего и среднего профессионального образования и привлечение дополнительных образовательных ресурсов. В таком случае учащимся предоставляется право выбора получения профильного обучения не только там, где он учится, но и в кооперированных с общеобразовательным учреждением образовательных структурах (дистанционные курсы, заочные школы, учреждения профессионального образования и др.).

В договоре о сотрудничестве между «КНИТУ» и МБОУ СОШ№170» Ново - Савиновского района г. Казани основное место занимает тема профильных классов.

«Университетский профильный класс» — это класс, организованный на базе общеобразовательного учреждения «КНИТУ» с целью поддержки одаренных учащихся, обеспечения индивидуального подхода к обучению, подготовки к олимпиадам и другим интеллектуальным состязаниям по общеобразовательным предметам, а также профессиональной ориентации учащихся 9, 10,11 классов общеобразовательных учреждений, зачисленных в результате конкурсного отбора и обучающихся в данном классе на безвозмездной основе. Направления подготовки в университетском профильном классе соответствуют направлениям подготовки специалистов ФГБОУ ВПО «КНИТУ». Образовательный процесс в «Университетском профильном классе» осуществляется в соответствии с учебными программами, разработанными ФГБОУ ВПО «КНИТУ» совместно с администрацией общеобразовательного учреждения. Так, в нашем случае университет:

- обеспечивает учебный процесс в «Университетском профильном классе» учебными планами, программами, учебно-методической литературой, контрольными заданиями;
- принимает на себя решение вопросов финансового обеспечения работы координатора и преподавателей «Университетского профильного класса»;
- предоставляет информацию о факультетах, специальностях и условиях поступления в ФГБОУ ВПО «КНИТУ» в виде наглядных материалов (печатных пособий, фотографий, видео- и кинофильмов) для проведения профориентационной работы с учащимися «Университетских профильных классов» и для размещения информации в СМИ;
- организовывает обучающие семинары по вопросам профильного обучения на старшей ступени общего образования и использования современных информационных технологий в образовательном процессе для преподавателей «Университетского профильного класса»;
- привлекает учащихся «Университетского профильного класса» к участию во всероссийских и региональных интеллектуальных состязаниях, проводимых ФГБОУ ВПО «КНИТУ».

Перед педагогическим коллективом школы поставлена следующая задача:

создать программу развития, предусматривающую целенаправленную работу с учащимися, начиная с начальной школы и до осознанного выбора жизненного пути.

В нее должны входить:

- программа организации предпрофильной подготовки учащихся;
- портфолио учителя;
- Реализация комплексно-целевого проекта «Интеллект» через индивидуальные образовательные траектории:

1. «Живая инновация» при сотрудничестве с казанским клубом «Нанотехнологии»;

2. «Мудрый родитель»;

3. Школа, содействующая здоровью, серебряного уровня;

4. Школа юного экскурсовода;

5. Литературно-музыкальный салон «Хаят – Жизнь»;

6. Интеграция музейного образовательного ресурса «Татарстан в годы войны»;

7. Конференция Ф.Амирхана (проспекта РТ);

8. «За страницами школьного учебника»- социальный проект

«Университетский профильный класс» при сотрудничестве с «Казанским национальным исследовательским технологическим университетом»;

9. Развитие творческих способностей учащихся через приобщение к театральному искусству.

Для реализации этой задачи предусмотрены следующие формы работы по программе:

- Экскурсионные посещения кафедр и лабораторий Института геологии и нефтегазовых технологий КФУ и Института нефти, химии и нанотехнологий КНИТУ;
- ***Видеоконференция и семинар*** «Использование инновационных подходов в развитии личности ребенка через современные образовательные технологии естественнонаучного образования для индустрии нанотехнологий» (В рамках работы Нанофорума, ФГБОУ ВПО «КНИТУ», клуб «Нанотехнологии»);
- ***Интерактивная конференция и семинар*** - «Инновационная деятельность в сохранении и развитии родных языков и культур народов» (Сотрудничество со школой №7 г. Урус - Мартан Чеченской Республики в области информационных и проектных технологий);
- ***Видеоконференция*** с Северо-Западным институтом Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ.

Кроме того, нами разработаны:

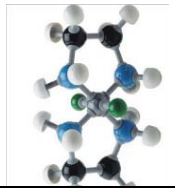
- 1. Программа организации предпрофильной подготовки;
- 2. Лист самооценки педагогической деятельности учителя;
- 3. Положение о портфолио учителя;
- 4. Мониторинг «Лист моей карьеры»;
- 5. Анкета по диагностике подготовки учителя.

При этом нами заключены договора о:

1. сотрудничестве с ФГБОУ ВПО «КНИТУ» - «Университетский профильный класс»;
2. совместной образовательной деятельности с КФУ – Институт геологии нефтегазовых технологий;
3. сотрудничестве со «Школьной лигой РОСНАНО».

Таким образом, о новых методах, технологиях, инновациях можно говорить много. Но их необходимость нужно доказывать на деле, а это актуально и востребовано в нашем быстротечном веке.

В одном из своих интервью Карен Шахназаров сказал, что: «В соревновании, которое называется жизнь, — а жизнь — это соревнование, в мире несколько миллиардов людей, и все они хотят занять какую-то позицию в жизни, — выигрывает тот, кто более оснащён, и прежде всего знаниями».



Тур программы «У.М.Н.И.К.».

ПОЛУФИНАЛЬНОЕ МЕРОПРИЯТИЕ ВМНТК «ИДЕЛЬ», АККРЕДИТОВАННОЕ ФСР МФП НТС В КАЧЕСТВЕ РЕГИОНАЛЬНОГО МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРОГРАММЕ «У.М.Н.И.К.»

ПРОИЗВОДСТВО КОМБИНИРОВАННОГО ГОФРОКАРТОНА С ВЫСОКИМИ БАРЬЕРНЫМИ И ПРОЧНОСТНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ
PRODUCTION OF CORRUGATED CARDBOARD COMBINED WITH HIGH BARRIER PERFORMANCE AND DURABILITY

Перепелкина А.А., Мусина Л.Р., Галиханов М.Ф.,
Казанский национальный исследовательский технологический университет

Аннотация. В процессе эксплуатации в условиях повышенной относительной влажности, а также при упаковке влаго- и жиросодержащих продуктов гофроящики теряют свои прочностные и барьерные характеристики. Эффективным решением повышения барьерных и прочностных свойств может стать поверхностная обработка полимерными материалами и электретированием гофрированного картона

Annotation. During the operation in high humidity, as well as packaging moisture and fat products corrugated boxes lose their strength and barrier properties. Effective solution to improve the barrier and mechanical properties can be a surface treatment with plastics and corrugated cardboard elektretirovaniem

Упаковка из гофрокартона остается одной из самых популярных и занимает значительную долю на рынке тары и упаковки. Гофрокартон привлекает своей относительной дешевизной, легкостью, прочностью, универсальностью, удобством при процессах транспортировки и переработки.

Основным недостатком гофрированного картона является его низкие барьерные свойства. Высокая гигроскопичность гофрированного картона, приводит к снижению прочностных показателей и, как следствие, к порче упакованной в нем продукции. [2]. Это значительно сужает сферу его применения в тех случаях, когда требуется сохранение прочности упаковки в условиях повышенной влажности.

На сегодняшний день как показывает мировой опыт среди способов придания гофрокартону высоких барьерных характеристик можно выделить: пропитку парафиновыми композициями, термосклеивающими смолами и др. [1]. Однако они не обеспечивают сохранение прочностных свойств при повышении относительной влажности до 100%.

Целью данного проекта является изучение возможности производства принципиально нового упаковочного материала – гофрокартона с поверхностной обработкой полимерными материалами и электретированием.

Процесс поверхностной обработки заключается в соединении гофрокартона и полимерной пленкой с помощью склеивающего вещества либо нанесения на поверхность гофрокартона расплава полимера. А электретный эффект заключается в полирезации поверхности целлюлозно-бумажного материала поверхностной обработкой.

Исходя из основной задачи любой инновационной разработки – технологичности, в данном проекте предложены две технологии производства гофрокартона с модифицированной поверхностью непосредственно на линии по производству гофрокартона.

Первый способ основан на поверхностной обработке гофрокартона с помощью адгезива и электретирования. На сегодняшний день большинство линий по производству гофрокартона снабжены двулучевыми раскатами. Это позволяет вмонтировать в действующую линию производства гофрированного картона

только клеевую ванну (поз.6). Совмещение слоев осуществляется на раскатах, процесс сушки - на подогревателе (рис. 1). Дальнейший процесс переработки осуществляется согласно традиционному способу изготовления гофрированного картона. После выхода из сушильного стола гофрокартон проходит через коронирующее устройство (поз. 11) для поляризации поверхности комбинированного гофрокартона (поз. 8). Основными преимуществами данного метода обработки являются минимальные экономические затраты на модернизацию оборудования применяемого в традиционной технологии производства материала. Данная технология является инновационной, она может легко быть включена в любую линию по производству гофрокартона и не требует больших затрат на модернизацию оборудования.

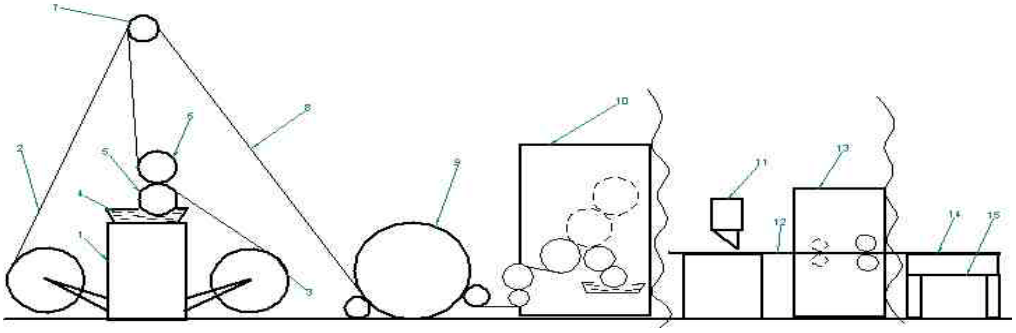


Рис. 1.– Схема получения электретированного гофрокартона с помощью адгезива: 1- раскат двулучевой, 2 – полимерная пленка, 3 – картон для плоских слоев, 4 – клеевая ванна, 5 – клеенаносящий вал, 6 – прижимной вал, 7 – направляющий вал, 8 – двухслойный комбинированный картон, 9 – подогреватель, 10 – гофропресс, 11 – коронатор, 12 – комбинированный электретированный гофрокартон, 13 – продольно-резательная машина, 14 – готовая продукция, 15 – листоукладчик.

Одним из универсальных способов поверхностной обработки картона полимерными покрытиями является экструдирование. Применительно к технологии поверхностной обработки гофрокартона в процессе производств можно представить следующим образом. Расплав полимера (поз. 7) через плоскощелевую головку (поз. 6) экструдера (поз. 5) наносится на поверхность материала-основы (поз. 2) перед прижимными валами. За счет высокой температуры и давления между валками осуществляется соединение картона с экструдируемым полимером. После выхода из сушильного стола комбинированный гофрокартон поступает на коронатор (поз. 12). Данный метод является наиболее универсальным и экономическим.

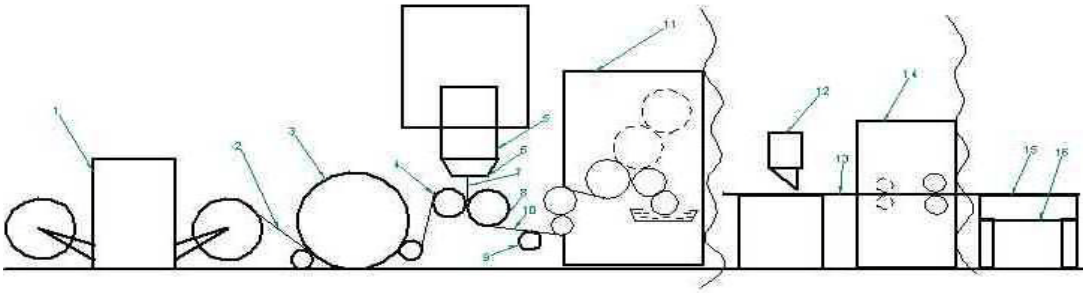


Рис. 2 – Схема получения электретированного гофрокартона с поверхностной обработкой экструзионным способом: 1 – раскат для картон, 2 – картон для

плоских слоев, 3 – подогреватель, 4 – прижимной вал, 5 – экструдер, 6 – плоскощелевая головка, 7 – расплав полимера, 8 – прижимной вал, 9 – охлаждающий вал, 10 – комбинированный картон для плоских слоев, 11 – гофропресс, 12 – коронатор, 13 – электретированный комбинированный гофрокартон, 14 – продольно-резательная машина, 15 – готовая продукция, 16 – листоукладчик.

Применение процессов поверхностной обработки и электретирования позволяет получить упаковочный материал с высокими прочностными и барьерными характеристиками, тем самым открывая новые возможности для упаковки самой разнообразной продукции.

Создание упаковки из комбинированного гофрированного картона с включением операций поверхностной обработки и электретирования является прорывом в гофрокартонной индустрии, открывая новое направление в применении барьерных материалов.

Литература

1. Ефремов, Н.Ф. Упаковка из гофрокартона/ Н.Ф.Ефремов, А.И. Васильев, Г.К. Хмелевский. – М.: МГУП,2004. – 394 с.

2. Южанинова, Л.А. Особенности технологии бумаги–основы для гофрирования из макулатуры и требования к ее потребительским свойствам/ Л.А.Южанинова, Д.А.Дулькин, В.А.Спиридонов, В.И.Комаров. – Архангельск: изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2007. – 103 с

СОЗДАНИЕ ТЕСТ-СИСТЕМ ДЛЯ СЕРОДИАГНОСТИКИ ТУБЕРКУЛЕЗА

Валеева А.Р.,
ФГБУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности» («ФЦТРБ - ВНИВИ»), г. Казань

Туберкулез – опасное социально-значимое зооантропонозное инфекционное заболевание известное с древнейших времен. В настоящее время при этой болезни характерно увеличение заболеваемости, тяжелое течение, повышение смертности и появление значительного количества штаммов, резистентных ко многим противотуберкулезным препаратам. Кроме того, борьбу с туберкулезом осложняет и ВИЧ-инфекция.

Так, по данным ВОЗ, в 2011 году 8,7 миллиона человек заболели туберкулезом и 1,4 миллиона человек умерли от этой болезни. В России смертность за 2011 год составила 14,2 случая на 100 тысяч человек (Минздрав России).

Ситуация по туберкулезу крупного рогатого скота в России так же остается напряженной. Ежегодно регистрируются новые очаги инфекции. В Татарстане в 2011 году по результатам диагностических исследований выявлено 869 голов с положительной реакцией на туберкулез, в первом полугодии 2012 года – 749.

Для достижения эпидемиологического благополучия по туберкулезу в регионе и стране в целом необходима своевременная и достоверная диагностика. В этой связи становиться актуальным вопрос разработки новых методов, способных улучшить и ускорить диагностику и контроль распространения туберкулеза и других микобактериальных инфекций.

Цель настоящей работы – разработка серологической диагностической тест-системы для выявления и идентификации возбудителей туберкулеза и микобактериозов, с последующей их дифференциацией.

Нами ведется работа по выявлению специфических антигенов возбудителей туберкулеза, изучению их диагностической эффективности, разработке тест-системы, с использованием полученных антигенов, проведению сравнительного анализа с существующими коммерчески доступными тестами.

В работе используются культуры микобактерий M.bovis (M.bovis BCG, M.bovis Vallee), M.avium, M.intracellulare. Первоначально наращивали бактериальную биомассу с целью дальнейшего экспериментального заражения лабораторных животных (кролики и морские свинки). Культивировали пассажами на плотных (Левенштейн-Йенсена) и жидких (Сотона) питательных средах с последующей бактериоскопией, окрашивание по Циль-Нильсену.

В экспериментах используются серологические, бактериологические, микробиологические, иммунологические и иммунохимические методы.

Полученные результаты будут использованы для разработки дифференциальной диагностики заболеваний вызванных возбудителями туберкулеза и микобактериозов.

Использование тест-систем нового поколения для идентификации микобактериальных инфекций позволит своевременно диагностировать и контролировать распространение туберкулеза на территориальном и федеральном уровне. Это приведет к стабилизации эпидемиологической и эпизоотической ситуации, и снижению заболеваемости и смертности от этой болезни.

НОВЫЙ «ЗЕЛЕНЫЙ» СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ГЛИЦИФОНА – ПРЕПАРАТА ПРОТИВ РАКА КОЖИ И ПРЕДРАКОВЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ КОЖИ

Загидуллин А.А., Бердник И.В., Милюков В.А.,
Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН

Противоопухолевый препарат для наружного применения ГЛИЦИФОН проявляет действие при контакте с опухолями или предопухолевыми заболеваниями кожи. Избирательно угнетает метаболизм в бластоматозно измененных клетках, что объясняется антимитотическим действием, особенно выраженным в кислой среде опухолевой ткани. Кроме того оказывает противомикробное действие. В качестве действующего вещества глицифон содержит диглицидиловый эфир метилфосфоновой кислоты.

Старый способ получения диглицидилового эфира метилфосфоновой кислоты основывается на реакции дихлорида метилфосфоновой кислоты с глицидолом в присутствие оснований (Et_3N, KOH и др.). Метод отличается следующими существенными недостатками: большое количество отходов, небольшие (30%) выходы. Кроме того, исходный дихлорид метилфосфоновой кислоты является прекурсором для создания химического оружия, вследствие чего запрещен и был снят с производства. В связи с этим поиск новых «зеленых» способов получения востребованного противоопухолевого препарата глицифон является актуальной задачей.

Первый подход основан на каталитических реакциях с применением более безопасных и дешевых исходных реагентов (гомогенный и гетерогенный катализ) для получения диглицидилового эфира метилфосфоновой кислоты. Второй подход заключается в изменении стратегии синтеза с использованием более высокореакционных исходных реагентов.

БИОСОВМЕСТИМЫЕ БАКТЕРИЦИДНЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ЭНДОПРОТЕЗОВ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА, ПОЛУЧЕННЫЕ ИЗ СМЕСИ НИТРИДОВ МЕТАЛЛОВ IV ГРУППЫ

Кадыров Ф.Ф., Абдуллин И.Ш., Гатина Э.Б., Шаехов М.Ф.,
Казанский национальный исследовательский технологический университет

Эндопротезирование тазобедренного и коленного суставов получило широкое распространение в ортопедической хирургии. Оно входит в разряд самых сложных операций и занимает одно из первых мест по объему вмешательства, величине кровопотери и развитию общих и местных осложнений. Одной из основных и наиболее затратных проблем эндопротезирования крупных суставов с социально значимыми потерями являются инфекционные осложнения.

В настоящее время актуальность создания защитных биосовместимых и бактерицидных материалов в виде покрытий металлических имплантатов повышается, т.к. они угнетают болезнетворную микрофлору, предотвращают риск возникновения инфекции.

Среди множества физических методов нанесения тонкопленочных покрытий, включающих термовакуумное напыление, магнетронное распыление, конденсацию из плазменной фазы с ионной бомбардировкой (КИБ), выбран последний, т.к. по сравнению с вышеперечисленными методами технология нанесения имеет следующие преимущества:

1) Совмещены 3 технологические операции (нагрев изделия, ионная очистка, нанесение покрытия);
2) Чистота процесса, т.к. нанесение покрытия протекает в вакууме;
3) Покрытия обладают высокой адгезией к поверхности изделия;
4) Реализуется в широком температурном интервале.

Конденсация нитридов металлов IV группы из плазменной фазы проводилась в следующем режиме:

1) Ионная очистка:

Энергия ионов металла, кэВ	0,8-1
Температура подложки, °С	600
Время очистки, мин	10

2) Нанесение покрытия:

Потенциал смещения, В	200
Температура подложки, °С	400
Время нанесения, мин	40-50

Разработанное биологически инертное покрытие обладает антимикробным эффектом и выполняет защитную функцию для металлических конструктивных элементов эндопротезов. Оно обладает бактерицидным эффектом в отношении многих патогенных микроорганизмов, таких как стафилококк, протей, клебсиелла, синегнойная палочка и др. Покрытие является барьером для проникновения к металлу активных реагентов, вызывающих коррозию (кислород, хлор, биоактивные белки), с одной стороны, и выходу продуктов коррозии в полости тканей живого организма, с другой. Кроме того, если покрытия имеют отслоения, поры, то в них создаются благоприятные условия для размножения болезнетворной микрофлоры, что способствует воспалению и формированию вторичных эффектов отторжения, резорбции. Долговременный бактерицидный и бактериостатический эффект от материала покрытия исключает эти отрицательные явления.

Вывод: получено покрытие, основу которого составляют нитриды металлов IV группы, обладающее долговременным бактерицидным эффектом в отношении многих патогенных микроорганизмов.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ, ПАВ И ПЕНЕТРИРУЮЩИХ СОСТАВОВ НА ПРОЦЕСС ОТМОКИ ШКУРОК КРОЛИКА

Солдаткина Е.А.,
Казанский национальный исследовательский технологический университет

Отмока представляет собой вторую (после консервирования) стадию обработки, при которой используют химические вещества: различные обострители, ПАВ, ферментные препараты, а также смеси указанных веществ. Скорость отмоки наряду с другими факторами зависит от способов консервирования сырья.

Цель работы: изучение влияния предварительной плазменной обработки, ПАВ и пенетрирующих составов на подготовительные процессы производства шкурок кролика.

Многочисленные исследования показали, что плазменная обработка позволяет интенсифицировать подготовительные процессы и комплексно улучшать характеристики пушно- мехового полуфабриката.

В качестве объекта исследования выбраны образцы шкурок кролика пресно сухого способа консервирования. Несмотря на то, что изделия из шкурок кролика пользуются спросом, они недолговечны из- за плохой связи волоса с дермой. Поэтому улучшение физико - механических показателей будет являться вторым этапом работы.

Таблица 1- Составы растворов для отмоки шкурок кролика

№ состава	NaCl	Карделин УН	КТДА	Формалин	Гелон	ПАМ	i-пропанол	Атезан	Сиботан	Неонол
1	10.0	2.0								
2	10.0		2.0	0.2	1.0					
3			0.5			1.0	5.0			
К1	10.0			0.2	1.0			2.0		
К2	20.0								2.0	
К3						1.0	5.0			0.5

В качестве ПАВ использовались: «Карделин УН», «Сиботан», КТДА, Атезан Ультра, Гелон ПК (фирма Boehme). Составы отмочных ванн представлены в таблице 1.

Интересным и целесообразным явилось продолжение исследований в области использования синтезированного аминосодержащего ПАВ на основе жирных кислот таллового масла и дитаноламида- КТДА и широко используемого во многих отраслях промышленности Неонола АФ 9-12 (нПАВ) в пенетрирующих составах (ПАВ+ПАМ+растворитель) (таблица 1).

Технология отмоки шкурок кролика представлена в таблице 2.

Параметры плазменной обработки представлены в таблице 3. Плазмообразующим газом являлся аргон.

С целью определения влияния ПАВ самостоятельно и в составе пенетраторов на процесс отмоки шкурок кролика с предварительной НТП обработкой и без нее проведены серии опытов с контролированием содержания влаги в КТ через каждые 2 часа отмоки в течение 6 часов и в конце процесса отмоки.

В таблице 3 представлены конечные значения влагосодержания в образцах, обработанных в разных режимах и разными составами.

Параллельно отмоке подвергались образцы без обработки плазмой.

Положительное влияние на интенсивность отмоки оказали обработки сырья в 3 и 4 режимах.

Таблица 2- Результаты проведения процесса отмоки шкурок кролика

Режим	Параметры НТП	Составы отмочных растворов	Содержание влаги в конце отмоки,%
1	2	3	4
Режим 3	U=5кВ I=0.3А t=5мин	1 2 3 К1 К2 К3	71.2 72.1 73 71.8 71.4 73.2
Режим 4	U=1.1кВ I=0.5А t=5мин	1 2 3 К1 К2 К3	66.6 66.9 68.3 67 65.9 68.5
Без плазменной обработки		1 2 3 к1 К2 К3	63.2 63.3 64.9 66 63.9 65

Первые 2 режима способствовали получению дряблой КТ вне зависимости от применяемых компонентов при отмоке. Конечное содержание влаги имело высокие показатели (64,6- 71,3 %).

Параметры обработок в 1 и 2 режимах являются слишком «жесткими» для тонкой, непрочной КТ шкурок кролика.

На рисунках 1, 2, 3, 4, 5 и 6 представлены графики, показывающие зависимости содержания влаги в образцах шкурок кролика от продолжительности отмоки.

Как показали опыты, содержание влаги в образцах изменяется интенсивно практически во всех случаях.

Через 6 часов от начала отмоки влагосодержание для образцов, прошедших процесс обводнения с участием ПАВ и плазменной обработки в режиме 3 составило примерно 60 % , в режиме 4- около 58 % . Образцы с применением ПАВ, но без НТП обработки обводнялись с меньшей интенсивностью: содержание влаги за 6часов достигли значений 57- 59 % .

Пенетрирующие составы совместно с предварительной плазменной обработкой оказывали несущественное влияние на скорость обводнения . Среднее содержание влаги после 6- ти часовой отмоки составило 61 %. В то время как контрольные опыты (без плазмы) характеризовались также достаточной степенью обводнения после 6- ти часовой отмоки (57- 58 %) .

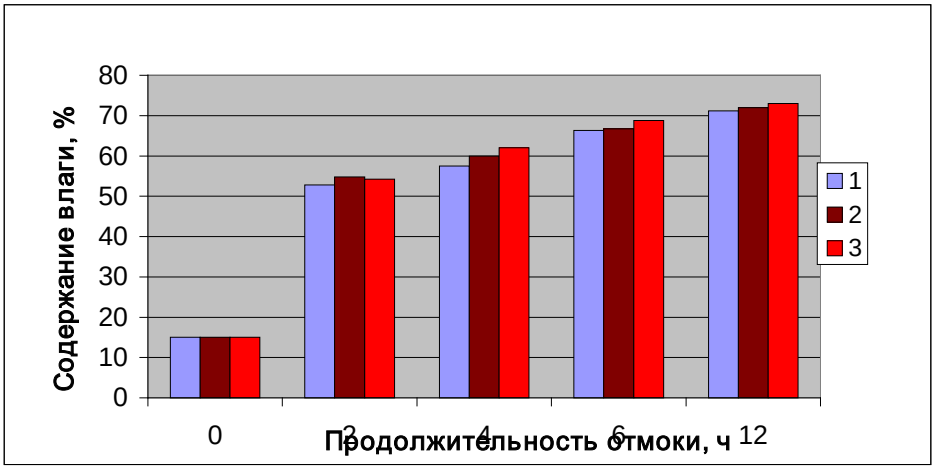


Рисунок 1- Зависимость содержания влаги в кожевой ткани образца шкурок кролика, обработанного в режиме 3, от продолжительности отмоки с использованием:

1- Карделин УН
2- КТДА
3- ПАМ

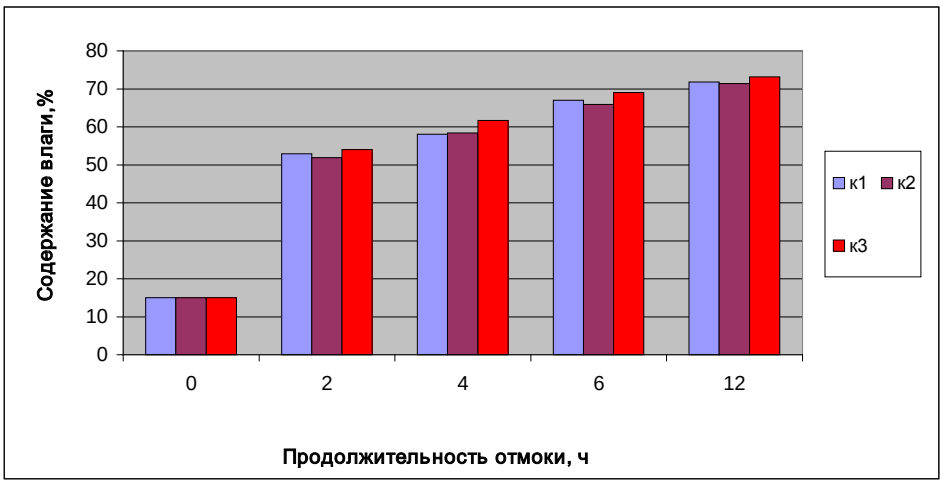


Рисунок 2- Зависимость содержания влаги в кожевой ткани образца шкурок кролика, обработанного в режиме 3, от продолжительности отмоки с использованием:

К1- Атезана
К2- Сиботана
К3- Неонола

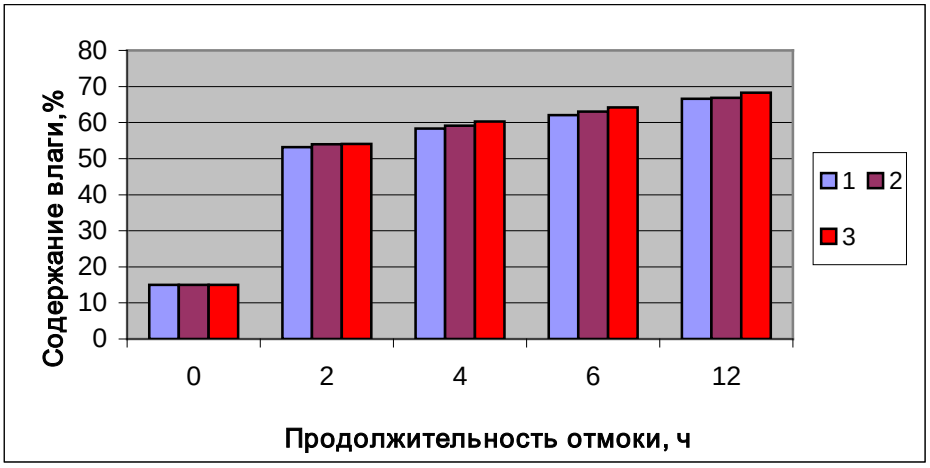


Рисунок 3- Зависимость содержания влаги в кожевой ткани образца шкурок кролика, обработанного в режиме 4, от продолжительности отмоки с использованием:

1- Карделин УН

2- КТДА

3- ПАМ

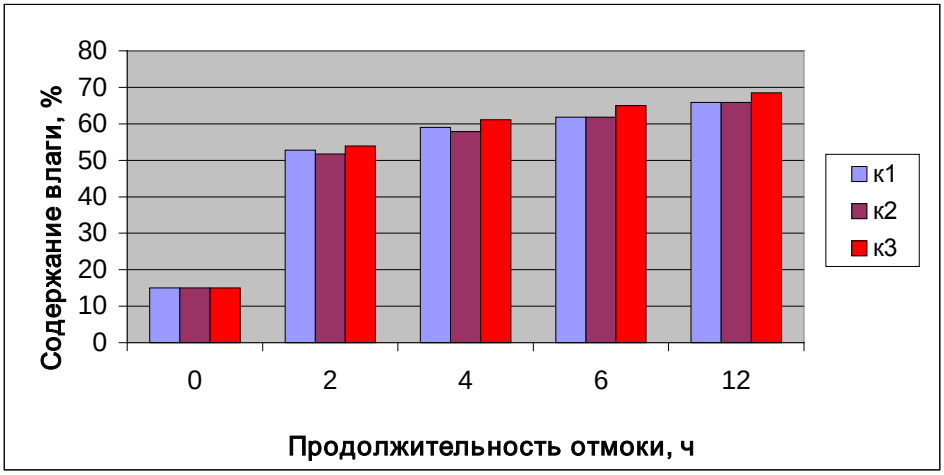


Рисунок 4- Зависимость содержания влаги в кожевой ткани образца шкурок кролика, обработанного в режиме 4, от продолжительности отмоки с использованием:

К1- Атезана

К2- Сиботана

К3- Неонола

Пенетрирующие составы совместно с предварительной плазменной обработкой оказывали несущественное влияние на скорость обводнения . Среднее содержание влаги после 6- ти часовой отмоки составило 61 %.

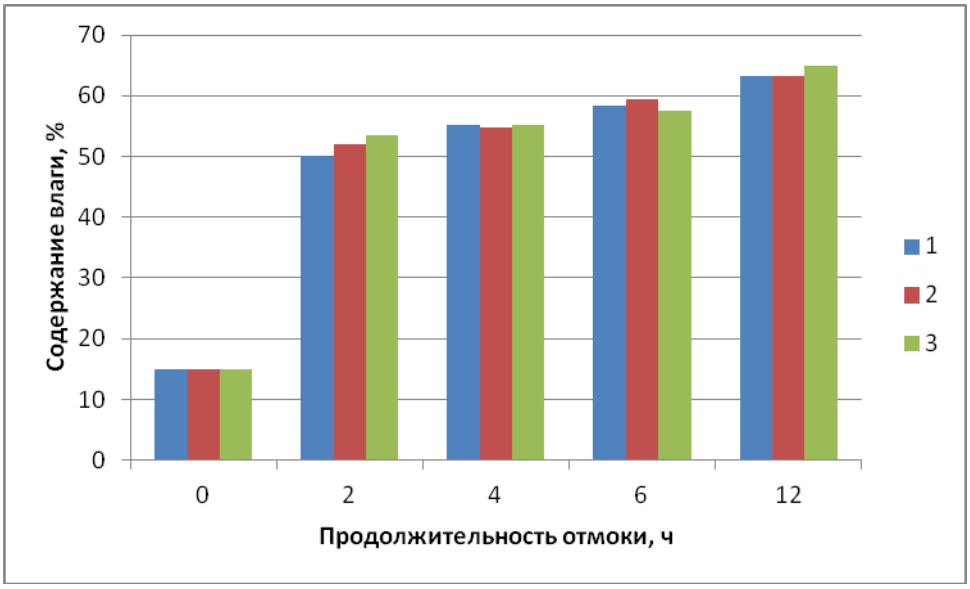


Рисунок 5- Зависимость содержания влаги в кожевой ткани образца шкурок кролика без предварительной плазменной обработки от продолжительности отмоки с использованием:

1- Карделин УН

2- КТДА

3- ПАМ

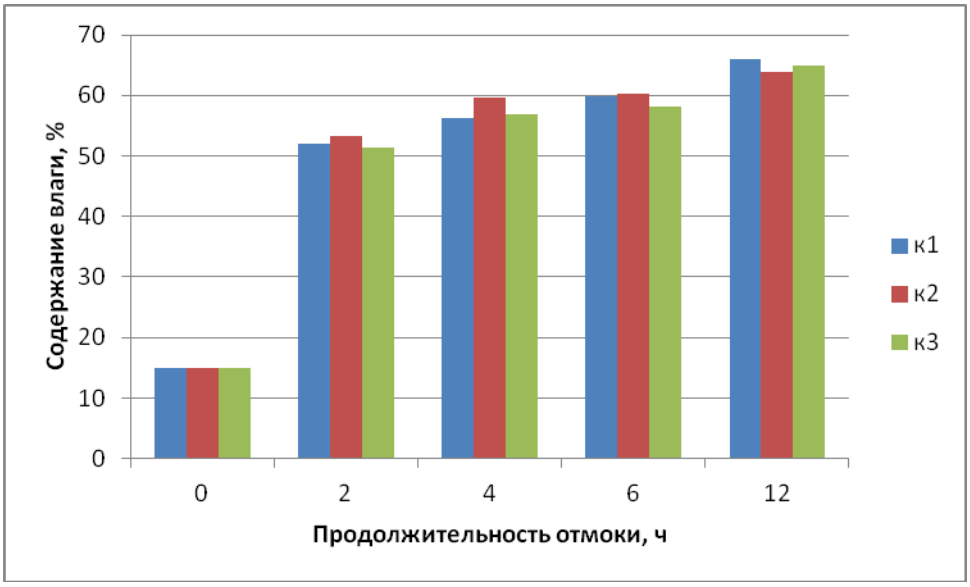


Рисунок 6- Зависимость содержания влаги в кожевой ткани образца шкурок кролика без предварительной плазменной обработки от продолжительности отмоки с использованием:

К1- Атезана

К2- Сиботана

К3- Неонола

В то время как контрольные опыты (без плазмы) характеризовались также достаточной степенью обводнения после 6- ти часовой отмоки (57- 58 %) .

Таким образом, результаты экспериментов показали, что режимы 3 и 4 оказывают практически одинаковое влияние на интенсивность отмоки. Однако конечное содержание влаги различается (таблица 3).

Образцы, отмоку которых проводили без использования плазменной обработки, также характеризовались достаточной обводненностью. Конечное содержание влаги в случае использования «Сиботан» достигло 64%, в случае использования импортных реагентов 66 %, «Карделин УН» проявил себя как прекрасное обводняющее средство: содержание влаги в конце отмоки составило 63 – 64 %. Однако, в силу многокомпонентности препарата, обладающего ко всему прочему высокими обезжиривающими свойствами, КТ шкурок кролика характеризовалась сухостью и нарушенными пластическими свойствами. Дальнейшие исследования, в связи с этим, должны быть направлены либо на возможность сокращения концентрации «Карделин УН», либо на его исключении из отмочных ванн.

Пенетрирующие системы способствовали интенсификации обводнения вне зависимости от нПАВ, входящего в составы. При этом образцы характеризовались достаточным нажором и хорошей связью волоса с дермой. Средний показатель влагосодержания- 65 %.

Необходимо отметить, что применение предварительной обработки плазмой позволило исключить из отмочных ванн токсичный формалин, включенный в растворы в качестве антисептика и вещества, обладающего поддубливающими свойствами (для исключения «теклости» волоса).

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЛАЗМЫ ПОНИЖЕННОГО ДАВЛЕНИЯ НА ФИЛЬТРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

Сабирзянова Р.Н.,
Казанский национальный исследовательский технологический университет

Текстильные материалы, имеющие огромное значение в народном хозяйстве, чрезвычайно разнообразны. Прежде всего, текстильные материалы используются в быту; это белье, одежда, швейные нитки, декоративные ткани, ковры, занавеси и т.д. Кроме того, их широко применяют в технике в виде канатов и веревок, транспортерных лент, приводных ремней, изоляционных материалов, корда для автомобильных и авиационных шин, сит, фильтров, рыболовных снастей, прокладок и т.д.

В области фильтрации жидкостей, особенно в промышленных масштабах, чрезвычайно важны экономичность и универсальность фильтров, поскольку они должны подходить для различных конструкций фильтровальных установок. Используемые при этом нетканые материалы служат, преимущественно для осаждения твердых веществ при очистке от производственных отработок, таких как, например, охлаждающие жидкости или смазочные масла .

Однако традиционные технологии не всегда позволяют получить нетканые материалы и изделия из них, удовлетворяющие требованиям потребителя. Поэтому необходима их модификация физико-механическими, физико-химическими или другими методами. Перспективным направлением изменения свойств синтетических и натуральных нетканых материалов является использование высокочастотной (ВЧ) плазменной обработки. Плазменная обработка включает ряд процессов, приводящих к изменению не только физических и физико-химических свойств материалов, но и к изменению химического состава и структуры поверхностного слоя полимера.

Плазменная обработка имеет важное преимущество по сравнению с другими способами модификации полимерных материалов – в определенных режимах она не влияет на внутреннее строение. Кроме того, обработка неравновесной низкотемпературной плазмой (НТП) является экологически безвредной, высокоэффективной и менее затратной по сравнению с традиционными методами химической и физической модификации полимерных материалов.

РАЗРАБОТКА ФИЗИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ ГЕНЕРАТОРА УЛЬТРАКОРОТКИХ ИМПУЛЬСОВ В УЛЬТРАФИОЛЕТОВОМ ДИАПАЗОНЕ СПЕКТРА

Ахтямов О.Р., Низамутдинов А.С.,
Казанский (Приволжский) федеральный университет

Аннотация. В рамках проекта предполагается создать недорогой, простой в эксплуатации генератор ультракоротких импульсов УФ диапазона спектра. Обладая уникальными характеристиками, данный прибор откроет перед потребителями новые возможности, сделает многие перспективные технологии массовыми, повлечет увеличение рынка лазерных УФ излучателей.

Актуальность. В настоящее время лазерные технологии широко распространены в промышленных процессах. Для развития техники и технологий, на сегодняшний день, требуется применение оптических квантовых генераторов ультрафиолетового диапазона спектра [UV solid-state lasers exhibit precision and dependability, Laser Focus World, 2001, Volume 37, Issue 2]. Применение коротковолнового когерентного излучения определяет новый уровень качества и энергоэффективности в области прецизионной обработки материалов, например при изготовлении панелей солнечных батарей, элементов микроэлектроники, изготовление периодических структур микро- и нано-размеров, аналитики в области биотехнологий и медицины, и многих других отраслях. При этом все более возрастает доля излучателей с ультракороткой длительностью импульса (10^{-12} с). Это обусловлено, во-первых, короткой длительностью воздействия электромагнитного излучения, за счет чего не происходит повреждений или разрушения материала, а во-вторых возможностью исследовать быстропротекающие процессы. Однако применение в промышленности в настоящее время ограничено из-за отсутствия на рынке надежных и недорогих в эксплуатации оптических квантовых генераторов УФ диапазона [UV SOURCES: Alexandrite lasers span the ultraviolet, Laser Focus World, 2007, Volume 43, Issue 6]. Наиболее перспективной активной средой для таких приборов является исследуемый в работе кристалл $LiCaAlF_6:Ce^{3+}$, так как активная среда на его основе позволяет получить стабильные практически важные выходные характеристики лазера.

Описание проекта. Суть проекта заключается в разработке лазера, излучающего импульсы ультракороткой длительности непосредственно в ультрафиолетовой области спектра, на основе кристалла $LiCaAlF6:Ce^{3+}$. Предпосылкой для этой работы является то, что на данном кристалле получена стабильная лазерная генерация в УФ диапазоне спектра с перестройкой длины волны в широком диапазоне спектра.

В настоящее время лазерные импульсы ультракороткой длительности УФ диапазона получают путем многократного нелинейного преобразования частоты лазерного излучения видимо и ИК диапазонов (оптическая параметрическая генерация света, удвоение и утроение частоты в нелинейных средах). Однако такие приборы не усиливают свет, а лишь преобразуют его с невысокой эффективностью. Кроме того, эти среды гигроскопичны, то есть имеют свойство вступать во взаимодействие с влагой окружающей среды и терять в связи с этим свои свойства. Поэтому приборы на их основе должны иметь специализированные системы стабилизации режима работы, что определяет сложность в эксплуатации.

Создание генератора ультракоротких импульсов ультрафиолетового диапазона спектра даст потребителям недорогой, простой в эксплуатации и надежный

инструмент, который, обладая уникальными характеристиками, открывает новые возможности, позволит им добиться совершенно новых знаний и технологий.

Инновационность проекта

Благодаря физическим свойствам новой активной среды предлагаемые продукты обладают следующими уникальными качествами:

- более короткая длина волны и меньшая угловая расходимость пучка, что обеспечивает большую эффективность абляции веществ;
- способность усиливать излучение ультрафиолетового диапазона спектра позволяет формировать пространственные и временные характеристики лазерного излучения независимо от качества излучения источника накачки;
- возможно увеличение выходной мощности за счет реализации схемы генератор+усилитель, а также за счет укорочения длительности импульса;
- возможность простой автоматизации изменения его выходных параметров, а именно длины волны излучения, длительности импульса, мощности импульса;
- компактность, простота в эксплуатации, эргономичность, надежность и экологическая чистота используемых материалов.

Это позволяет более эффективно решать прикладные задачи с помощью лазерной техники. Например [UV solid-state lasers exhibit precision and dependability, Laser Focus World, 2001, Volume 37, Issue 2], на 500 % увеличивается точность обработки широкого круга материалов, при этом на порядок уменьшаются затраты на расходные материалы. В области мониторинга окружающей среды на 30 % повышается точность измерений, минимальное регистрируемое значение концентрации веществ уменьшается на 50 %, длительность процесса измерения сокращается на 70 %.

Предлагаемый нами УФ лазер позволяет, с одной стороны:

- Задавать необходимые характеристики импульса и пучка непосредственно в ультрафиолетовом диапазоне спектра
- усиливать мощность импульса при сохранении всех характеристик импульса и пучка.

Это позволяет масштабировать мощность лазерного излучателя и тем самым контролировать технологический процесс.

С другой стороны прибор является твердотельным лазером, без какого-либо нелинейного преобразования, что позволяет уменьшить эксплуатационные затраты.

Эти два фактора являются предпосылками промышленного освоения ряда перспективных технологических прочесов наноиндустрии. То есть с применением новых продуктов становится возможным решение новых задач практики, включая сферу нанотехнологий.

Состояние работ на момент подачи проекта

В настоящее время заявителем отработана методика исследования активных сред УФ диапазона спектра [O. R. Akhtyamov, A. S. Nizamutdinov, V. V. Semashko, A. K. Naumov, S. L. Korableva Intracavity losses investigation of LiCaAlF6:Ce3+ laser, Vol. 7994, 2010, DOI: 10.1117/12.881886, Proceedings SPIE 2011]. Оформляется заявка на получение охранных документов.

К настоящему времени заявителю удалось получить стабильный режим генерации последовательности ультракоротких импульсов за один импульс накачки на длине волны 289 нм. Такой результат был получен на активной среде $LiCaAlF_6:Ce^{3+}$ используя переходные процессы в низкодобротном резонаторе. Длительность одного на периоде импульса составила 800 пс, период следования ульт-

ракоротких импульсов определялся геометрией резонатора и составил 1,4 нс. Ведутся работы по выделению одиночного ультракороткого импульса.

Что необходимо сделать в рамках проекта

В рамках проекта предполагается:

- во-первых, выработать технические предложения по разработке схемы твердотельного лазера ультракоротких импульсов ультрафиолетового диапазона спектра и проанализировать их с помощью компьютерного моделирования;
- во-вторых, исследовать генерационные характеристики активной среды на основе кристалла $LiCaAlF6:Ce^{3+}$, определить оптимальные параметры лазера ультрафиолетового диапазона спектра с перестройкой длины волны генерации;
- в-третьих, провести эксперименты по наблюдению лазерных импульсов ультракороткой длительности УФ диапазона спектра, разработать прототип лазера УФ диапазона, работающего в режиме генерации ультракоротких импульсов излучения субнаносекундной длительности. Характеристики и параметры прототипа будут разработаны с учетом требований потенциальных потребителей.

Потенциальные потребители

Разрабатываемые в проекте продукты в первую очередь заинтересуют научные и промышленные лаборатории, занимающиеся разработкой новых технологических процессов и исследованием свойств различных веществ, где уже есть опыт эксплуатации источников когерентного излучения УФ диапазона спектра, либо планирующих проводить исследования с помощью аналогичных устройств. Отрасли, которые заинтересованы в подобных приборах, и уже используют аналогичную технику это: обработка полимерных материалов, биохимия клеток, генная инженерия, диагностика плазмы. В настоящее время в мире насчитывается до 300 000 научных и промышленных лабораторий, работающих в данных отраслях.

Другой группой потребителей являются производители лазерной техники, заинтересованные в расширении своего предложения.

Согласно данным обзора отраслевого издания Laser Focus World “Annual Review and Forecast 2011 в настоящее время рынок лазерной техники делится поровну между твердотельными лазерами и диодными лазерными излучателями. Объем продаж лазерных систем для научной и аналитической техники составил 800 млн. долл. в 2010 г. При этом ежегодный рост данных рынков составляет примерно 10 %. Рынок систем обработки материалов составил 2500 млн. долл. в 2010 г. и также увеличивается.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЧ ПЛАЗМЫ ПОНИЖЕННОГО ДАВЛЕНИЯ НА КРАСИЛЬНО-ЖИРОВАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ОПЕРАЦИИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ШКУР БОБРА

Ягафарова А.А.,
Казанский национальный исследовательский технологический университет

Актуальность выбранной темы в том, что вопросам изучения влияния НТП на свойства пушно-мехового сырье и полуфабриката посвящено немало работ, но до сих пор оставалась открытой тема изучения влияния плазменного воздействия на популярный в настоящее время вид меха – шкуры бобра.

Цель работы: исследование влияния плазмы на крашения шкур бобра. Работа только начата, в дальнейшем планируется сократить концентрацию красильных веществ на 10%.

Полуфабрикат бобра (после операций глажения и стрижки) подвергали плазменному воздействию в 6 режимах. Плазмообразующими газами служили как чистый аргон, так и смесь газов – аргон-воздух в соотношении 70/30.

Все процессы и операции обработки образцов полуфабриката были проведены по действующей технологии производства шкур бобра ООО «Бермар».

Качество крашения ВП в данной работе оценивали по выбираемости красителя, определяемой по изменению оптической плотности раствора красителя, по устойчивости окраски к сухому трению и органолептически.

Отбор пробы на определение оптической плотности красильного раствора проводили после добавления красителя в раствор, затем ее определяли перед дачей каждой порции кислоты и в конце процесса крашения.

Крашение экспериментальных и контрольных (без обработки полуфабриката плазмой) образцов проводилось смесью кислотных красителей серии Alizarine (Lowenstein): BRAUN NB и ORANG RE с концентрациями 4,0 и 1,0 г/дм^3 соответственно.

Эксперименты показали, что предварительная обработка плазмой в режимах 1-3 влияет на скорость поглощения красителя ВП. Особенно это видно после дозирования второй порции кислоты (1,5 часа от начала крашения). Выбираемость красителей из рабочего раствора в конце крашения составила: для образцов 1,2,3 – 93,2%; 85,9%; 92,9% соответственно. Конечная выбираемость красителя в случае крашения контрольного образца (без предварительной обработки плазмой) – 86,6%. Органолептическая оценка глубины и равномерности окраски показала, что по этим показателям образцы не уступают контрольным.

Замена плазмообразующего газа привела к следующим результатам. После дозирования второй порции кислоты в опытах с использованием режимов 4-6 поглощается до 60% красителя по сравнению с

опытами 1-3, где сорбируются более 80%. Оптическая плотность изменяется менее интенсивно. Конечная выбираемость красителя для образцов 4,5,6 составила 77,5%, 64,7%, 62,5% соответственно. Полученные окраски характеризовались меньшей насыщенностью (глубиной окраски).

При сравнении результатов крашения кислотными красителями совместно с НТП обработкой и без нее интенсивность и равномерность крашения ВП выше у образцов, модифицированных плазмой с использованием индивидуального газа - аргон. Объясняется это тем, что в результате воздействия высокочастотной плазмы на ВП происходит раскрывание пластин чешуек кутикулы волоса. Это происходит за счет сообщения высокочастотной плазмой отрицательного заряда кера-

тину кутикулы, имеющему амфотерный характер, что приводит к взаимному электростатическому отталкиванию одноименно зарядившихся чешуек кутикулы друг от друга и раскрытию. Молекулы красителя лучше проходят между раскрывшимися чешуйками кутикулы в его толщину – корковый слой и сердцевину.

В ряде работ доказана целесообразность использования смеси газов для улучшения гидрофильных свойств КТ и ВП. В данной работе показано, что это справедливо только на стадии подготовительных процессов производства меха: при обработке с участием аргона и воздуха не только раскрываются чешуйки волоса, но и идет его деструкция, что оказывает отрицательное влияние на насыщенность и глубину окраски.

Качество крашения оценивалось не только органолептически и с помощью ФЭКа, но и с использованием X-Rite Color Digital Swatchbook – ручного спектрофотометра на отражение. При помощи данного прибора определили цветовые характеристики окрашенных материалов (а именно, ВП меха), используя цветовое пространство Lab - модели цвета, основанной на человеческом восприятии цвета.

Результаты данных позволили построить график зависимости координаты b в системе Lab.

Наименьшие отклонения от показателя b окрашенного контрольного образца наблюдаются при обработке НТП в режимах 1-3.

Внешне вышеуказанные образцы выглядят более темными (особенно образец 1), чем контрольный. ВП образцов полуфабрикатов под номерами 4,5,6 характеризуется красноватым оттенком, что не предусмотрено рецептурой крашения. На графике же образцы 4-6 заметно отличаются от показателя b контрольного образца.

Физико-механические испытания окрашенных образцов показали, что плазменное воздействие перед крашением повышает устойчивость окраски к сухому трению. Опытные образцы оценивались в 5 баллов, а контрольный (без обработки плазмой) – 4-5.

Определение устойчивости окрашенного ВП к воздействию света, а именно к инфракрасному излучению показало, что сравнительные характеристики ВП облученных образцов и исходных материалов (эталонов) практически одинаковы. Предварительное плазменное воздействие на полуфабрикат перед крашением оказывает несущественное влияние на светостойкость окраски.

Таким образом, по результатам крашения и методикам испытаний наилучшие показатели получены при использовании режимов 1-3 в среде аргона. При этом ВП образцов характеризовался насыщенностью и глубиной окраски по всей площади и высоте.

ВОЗМОЖНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО ПРОТИВОКОРРОЗИОННОГО ПИГМЕНТА ПОСРЕДСТВОМ УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННОГО ХРОМСОДЕРЖАЩЕГО КАТАЛИЗАТОРА НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Петровнина М.С., Феоктистов Д.А., Вахин А.В.,
Казанский (Приволжский) федеральный университет

Как известно, 90% всех нефтехимических и нефтеперерабатывающих процессов являются каталитическими, они протекают с использованием специальных веществ – катализаторов. Ряд гетерогенных катализаторов в широких пределах (1÷4%) содержат соединения шестивалентного хрома. В частности, общемировое производство полиэтилена на окиснохромовых катализаторах превышает 100 млн.т/г и для этого требуется более 60 тыс.т окиснохромовых катализаторов. В технологическом процессе образуется до 10 т некондиционного хромосодержащего катализатора на 100 тыс.т произведенного полиэтилена. Для процесса дегидрирования бутана, изопентана и изобутана в кипящем слое циркулирующего катализатора на установках непрерывного действия применяются хром-алюминиевые катализаторы ИМ-2201. Объем выпуска изобутелена составляет более 200 тыс.т в год. Этот катализатор также содержит в своем составе трех и шестивалентный хром. С экологической точки зрения наибольшую опасность представляет шестивалентный хром Cr (VI), особенно водорастворимый, являющийся по своей химической природе канцерогенным продуктом, вызывающим нарушение работы иммунной системы. В настоящее время наиболее распространенный способ утилизации некондиционных хромосодержащих катализаторов в России состоит в их размещении на полигонах захоронения в специальных железобетонных бункерах. Однако, со временем, под действием атмосферных явлений железобетонные хранилища стареют и разрушаются, что создает угрозу загрязнения подземных вод и почвы токсичными хромосодержащими отходами. В связи с этим весьма актуальны исследования, направленные на поиск новых способов утилизации высокотоксичных хромсодержащих отходов.

С целью снижения загрязнения окружающей среды и уменьшения токсичных выбросов, нами разработан новый, эффективный путь перевода Cr(VI) в катализаторах в нерастворимые соединения, обеспечивающие возможность их последующего использования в качестве вторичного сырья для получения противокоррозионных пигментов ингибирующего типа и разработана рецептура алкидных грунтовок на основе полученного пигмента.

В работе впервые показана возможность получения высокоэффективных противокоррозионных пигментов посредством утилизации ОХК, включающей высокотемпературный синтез хроматов щелочноземельных металлов (Ca, Ba) на основе хромсодержащих соединений, входящих в состав утилизируемого отхода.

Проведенные исследования и результаты:

1. Исследован состав и малярно-технические свойства отработанного хромсодержащего катализатора ИМ-2201 и предложен способ получения на его основе противокоррозионного пигмента, основанный на термообработке этого отхода производства в смеси с оксидами кальция и бария.

2. Найдены температурно-временные параметры термообработки смесей отработанного катализатора и оксидов кальция и бария, обеспечивающие протекание процесса окисления содержащегося в катализаторе Cr+3 до Cr+6 с приемлемой, с технологической точки зрения, скоростью. Установлено положительное

влияние присутствия воды при смешении исходных компонентов на их химическую активность.

3. Исследованы малярно-технические и противокоррозионные свойства пигментов полученных на основе отработанного катализатора с различным содержанием оксидов кальция и бария в шихте. Показано, что водные вытяжки кальцийсодержащего пигмента обладают более высокой способностью подавлять коррозионные процессы, однако повышенное содержание водорастворимых веществ в его составе вызывает снижение барьерных свойств пигментированных покрытий.

4. Показана возможность оптимизации соотношения противокоррозионных свойств получаемых пигментов и содержания в них водорастворимых веществ за счёт совместного использования в качестве исходных компонентов оксидов кальция и бария, найдено оптимальное содержание указанных оксидов в реакционной шихте.

5. Установлен синергический эффект совместного использования синтезированных хромсодержащих пигментов и фосфата цинка, обусловленный усилением водной экстракции ингибирующих коррозию соединений Cr+6.

6. На основе проведённых исследований разработана оптимальная рецептура алкидной грунтовки, содержащей в качестве действующего начала смесь синтезированного пигмента и фосфата цинка, по защитному действию не уступающая штатной грунтовке ГФ-0119.

Опишем некоторые достоинства и недостатки идеи.

Достоинства идеи:

1. Экологические: использование в качестве исходного сырья отработанного хромсодержащего катализатора позволяет избежать необходимости захоронения этого токсичного отхода, связанного со значительными материальными и экономическими затратами, способствовать сохранению природных сырьевых ресурсов.

2. Экономические: Производство грунтовки, содержащей пигмент на основе отработанного хромсодержащего катализатора, является рентабельным. При правильном бизнес-планировании данного производства, выпускаемая грунтовка способна занять определенную нишу на рынке противокоррозионных ЛКМ и принести дополнительную прибыль для НХЗ.

Использование в качестве исходного сырья отработанный хром содержащего катализатора позволяет значительно удешевить получаемый продукт. Если себестоимость аналога (ТОХЦ) составляет 60тыс. руб./ т., то себестоимость нашего пигмента составляет по предварительным расчетам 20 тыс. руб./т. Соответственно стоимость грунтовки, содержащей наш пигмент, будет значительно ниже стоимости грунтовки ГФ-0119, содержащей в качестве пигмента ТОХЦ.

Также есть возможность поставлять получаемый пигмент производителям ГФ-0119, для частичной замены ТОХЦ, что также позволит получать прибыль.

Получение пигментов предложенным способом и получение грунтовок является низко затратным технологическим процессом, так как, во-первых, основой для получения пигмента является хромосодержащий отход, что позволяет значительно снизить затраты на сырье, во-вторых, возможность организации этого процесса на территории действующего нефтехимического завода (НХЗ) с использованием уже имеющегося технологического оборудования.

Срок окупаемости по предварительным расчетам составляет 3 года.

3. Научно-технические: Пигмент на основе отработанного хромсодержащего катализатора по эффективности противокоррозионного действия не уступает широко применяемому в промышленности тетраоксихромату цинку (ТОХЦ). Более

того использование в качестве исходного сырья ОХК для получения данного пигмента, позволяет значительно удешевить получаемый продукт, а также значительно снизить в составе пигмента содержание Cr+6, который обладает повышенной токсичностью. На основе пигмента оптимального состава разработана рецептура алкидной грунтовки, по малярно-техническим характеристикам удовлетворяющей требованиям к этому классу лакокрасочных материалов, а по защитным свойствам покрытий не уступающей штатной грунтовке ГФ-0119.

4. Социальные: Создание нового производства будет способствовать созданию новых рабочих мест.

Недостатками идеи является:

1. Прямая зависимость выпускаемых грунтовок от объема использования существующего хромсодержащих катализаторов.

2. Вредность производства, что требует дополнительных мер по безопасности процесса.

3. Рынок противокоррозионных ЛКМ является довольно закрытым и консервативным для внедрения новой продукции, что требует дополнительных финансовых затрат на рекламу для продвижения на рынок.

4. Дополнительные неучтенные риски.

Объемы и перспективы рынка новой продукции.

Сейчас в разных стадиях реализации находится целый ряд крупных полиэтиленовых проектов: Новоуренгойский ГХК, Каспийский ГХК, Астраханский ГХК, реконструкция мощностей на СНОСе. Поскольку их инвесторами являются структуры «Газпрома» и «ЛУКойл», чьи финансовые ресурсы весьма велики, можно не сомневаться, что уже к 2015 году в России будет производиться минимум на 1 млн т полиэтилена больше, чем сейчас. По прогнозам департамента аналитики компании «Креон», на российском рынке ПЭ ожидается положительная динамика спроса, которая сохранится в течение длительного времени.

«СИБУР» принял решение о выделении 236 млн рублей на финансирование предпроектных работ в рамках возможного строительства комплекса по производству полиэтилена мощностью 450 – 500 тыс. тонн в год на сырьевой базе ООО «Астраханьгазпром».

С учетом того, что в технологическом процессе образуется до 50 т некондиционного хромосодержащего катализатора на 500 тыс.т произведенного полиэтилена, то по проведенным расчетам выпуск нашей грунтовки составит 100 тыс. тонн в год.

Помимо производства полиэтилена на территории нефтехимического комплекса, как правило, введены в эксплуатацию установки процессов дегидрирования бутана, изопентана и изобутана для получения мономеров, являющихся основным сырьем для процессов получения полимеров различного назначения, которые также проводятся в присутствии хромсодержащего катализатора.

Производство лакокрасочных материалов, в частности противокоррозионных, было и остается одним из перспективных и выгодных капиталовложений.

Борьба с коррозией – одна из важнейших проблем отечественной промышленности. Известно, что российские производители в результате коррозии теряют сотни тысяч тонн металла, а официальный ущерб исчисляется миллиардами рублей (10 – 15% годового бюджета страны).

С учетом всего вышесказанного применение отработанного хромсодержащего катализатора в качестве вторичного сырья для получения противокоррозионного пигмента позволяет принести дополнительную прибыль нефтехимическому заводу и избежать необходимости захоронения данного токсичного отхода.

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ УЛЬТРАТОНКИХ ДИСПЕРСИЙ МОДИФИЦИРОВАННЫХ НЕФТЯНЫХ ТОПЛИВ

Валиев Д.З., Кемалов А.Ф., Кемалов Р.А.,
Казанский (Приволжский) федеральный университет

Аннотация. Показана возможность диспергирования депрессорных присадок в дизельном топливе с помощью статического излучателя с получением ультратонких эмульсий с размером частиц дисперсной фазы от 2,5 до 4 мкм. По технологии нанофазного катализа получены депрессорные присадки — высокомолекулярные соединения линейного типа на основе олефиновых углеводородов, обладающие исключительной физико-химической стойкостью к окислению, термоэластичностью, высокими механическими свойствами, не проявляющие коагулирующего действия. В качестве разбавителей присадок использованы композиционные растворители. Лабораторные испытания присадок на гидроочищенном дизельном топливе, печном, судовом топливах, различных нефтяных фракциях показали высокий депрессорный эффект.

Ключевые слова: композиционные депрессорные присадки, судовое топливо, печное топливо, ультразвуковое воздействие, низкотемпературные характеристики, дисперсность, температура застывания.

Рациональное использование нефтяных горючесмазочных материалов (ГСМ), улучшение их качества и расширение ресурсов являются важными задачами нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Очень актуальна для России и других северных стран проблема улучшения низкотемпературных свойств ГСМ, поскольку холодная климатическая зона занимает 80% территории России. Данная проблема усугубляется тем, что в России все больше добывают парафинистыхнефтей. Высокомолекулярные парафины обусловливают ухудшенные низкотемпературные свойства как самих нефтей, так и продуктов их переработки. По этой причине для обеспечения приемлемой температуры застывания приходится выделять дизельные фракции с температурой конца кипения не выше 290°С. Это приводит к значительному снижению выработки дизельного топлива (ДТ) и, соответственно, глубины переработки нефти [1—5].

Наиболее эффективным и экономически целесообразным способом улучшения низкотемпературных свойств нефтей, топлив и масел является использование депрессорных присадок. В производстве депрессорных присадок традиционно используются высокомолекулярные соединения (ВМС), способные быстро смешиваться с нефтяными топливами при повышенной температуре. От способности присадки смешиваться с топливом зависит степень ее дисперсности. Процесс совмещения ДТ с ВМС протекает в две стадии: эмульгирование и последующее набухание или полное растворение присадки [6]. Технология совмещения должна полностью исключать фракционирование топлива и деструкцию ВМС.

Дизельные топлива, модифицированные ВМС, в том числе блоксополимерами, являются дисперсными неоднородными системами и, следовательно, термодинамически неустойчивы, что становится причиной их рас-слоения (пептизации), особенно при повышенной температуре в статических условиях (в отсутствие перемешивания). Чем выше физико-химическое сродство ВМС к ДТ, чем выше степень дисперсности присадки в топливе и устойчивость композиционного нефтепродукта к расслоению.

Диспергирование присадок в топливах с помощью акустических аппаратов. Наилучшие результаты достигаются при совмещении ВМС и топлив с помощью высо-копроизводительных аппаратов — коллоидных мельниц, роторно- пульсационных аппаратов (РПА), роторно-пульсационных акустических аппаратов (РПАА), ультра-звуковых диспергаторов (УЗДН), обеспечивающих получение высокодисперсных систем с оптимальными физико-химическими свойствами. На рис. 1 представлено сопоставление экспериментальных данных об изменении интенсивности излучения акустического поля J в зависимости от частоты акустического излучения fдля различных диспергаторов.

Как отмечалось в [7, 8], при использовании статического излучателя УЗДН возможно получение ультратонких эмульсий. Как видно из рис. 1, интенсивность акустического излучения УЗДН в диапазоне частот до 74 кГц близка интенсивности акустического излучения РПАА в этомже диапазоне.

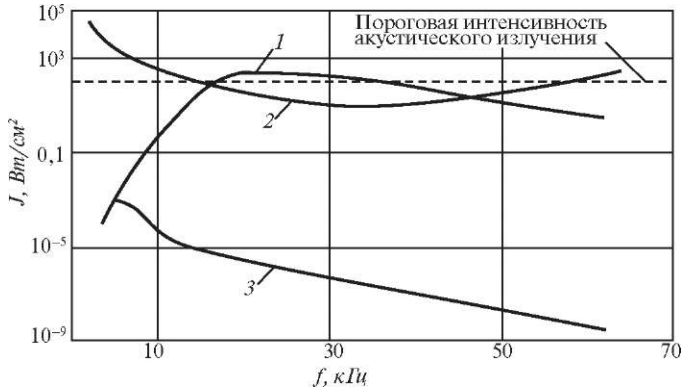


Рис. 1. Зависимость интенсивности акустического излучения от его частоты для диспергаторов:

1 — РПАА; *2* — статический ультразвуковой излучатель УЗДН; *3* — РПА

Интенсивность же акустического излучения РПА существенно ниже, чем для РПАА и УЗДН. Поэтому в РПА ультратонкие дисперсии (диаметр частиц дисперсной фазы d <0,1 мкм) не могут быть получены. Этот факт однозначно иллюстрирует вклад акустического излучения высокой интенсивности в процесс ультратонкого диспергирования в РПАА и УЗДН и факт отсутствия акустического излучения высокой интенсивности в РПА, вследствие чего приготовление в последнем ультратонких дисперсий невозможно.

Можно предположить, что акустическим колебаниям в жидкости всегда сопутствует процесс парогазовой кавитации с интенсивностью, достаточной для образования парогазовых пузырьков. Обнаружен и отрицательный эффект кавитации — часть акустической энергии расходуется не на эмульгирование, а на пульсацию парогазовых пузырьков, их дробление, коалесценцию. Так как плотности газа и жидкости различаются на несколько порядков, а коэффициент поглощения звука обратно пропорционален плотности среды, то газовые пузырьки интенсивно поглощают акустическую колебательную энергию.

Эффективность присадок в дизельном топливе (ГОСТ 305-82, марка Л). При совместном действии депрессора и разбавителя и одновременном ультразвуковом воздействии может возникнуть синергический эффект, обусловленный влиянием разбавителя на химическую структуру депрессора вследствие возникающих между ними межмолекулярных взаимодействий [7], в результате чего депрессорный эффект усиливается. Низкотемпературные характеристики модифицированных ДТ приведены в **табл. 2.**

Содержание раствора ЛСО в ДТ, % мас.	**Температура застывания модифицированного ДТ, °С, содержащего раствор ЛСО концентрацией,** % мас.					
	5	10	15	20	30	35
0	—4	—6	—8	— 10	—12	—26
0,1	—4	*ЛСО/(ПО + ДНА)* —9 —11 —17			—14	—31
0,2	—4	—12	—13	—17	—18	—34
0,3	—4	—14	—17	—18	—21	—35
0,4	—6	—15	—18	—18	—22	—42
0,5	—7	—16	—18	—18	—22	—47
0,1	—4	*ЛСО/(ППО + ДНА)* —10 — 12 —18			—15	—33
0,2	—4	—13	—14	—18	—18	—36
0,3	—5	—15	—17	—18	—22	—37
0,4	—7	—17	—18	—19	—24	—43
0,5	—8	—18	—18	—19	—24	—47

Разработанные композиционные присадки обладают депрессорно-диспергирующим действием, т. е. достигается одновременное снижение температуры застывания и предельной температуры фильтруемости. Характерной особенностью композиций ЛСО является сочетание гибкой основной цепи и более жестких взаимодействий боковых ответвлений между собой. Увеличение депрессорной активности присадок обеспечивается в неполярной углеводородной среде, например, при добавлении к разбавителю высокомолекулярных олигомеров этилена или пропилена. Особый синергический эффект наблюдается при использовании в качестве разбавителя ППО.

Сопоставление растворимости сополимеров с их депрессорной активностью в дизельных и судовых топливах позволило сформулировать критерий приемистости топлива к присадке. Так, сополимер с молекулярной массой 16 000 наиболее эффективен в судовом топливе с температурой застывания —24°С, сополимер с молекулярной массой 8 000 — в топливе с температурой застывания —9°С. Влияние ультразвука на температуру застывания судового топлива свидетельствует об обратной релаксации, т. е. структура новообразованной системы тиксотропная.

Эффективность присадок в судовом топливе. В судовое топливо, вырабатываемое в соответствии с ГОСТ 10585—75, вводили те же присадки, что и в ДТ, с целью выявления депрессорного эффекта ЛСО по отношению к фракции 280—340°С. Содержание ЛСО в топливе составляло 0,025; 0,05; 0,1% мас. Как следует из **рис. 3,** наибольший депрессорный эффект достигается при концентрации ЛСО в топливе 0,05% мас., использовании 35%-ного раствора ЛСО в смеси ПО + ППО, ультразвуковой обработки продолжительностью 5 мин. В этом случае наблюдается максимальная приемистость топлива к присадке.

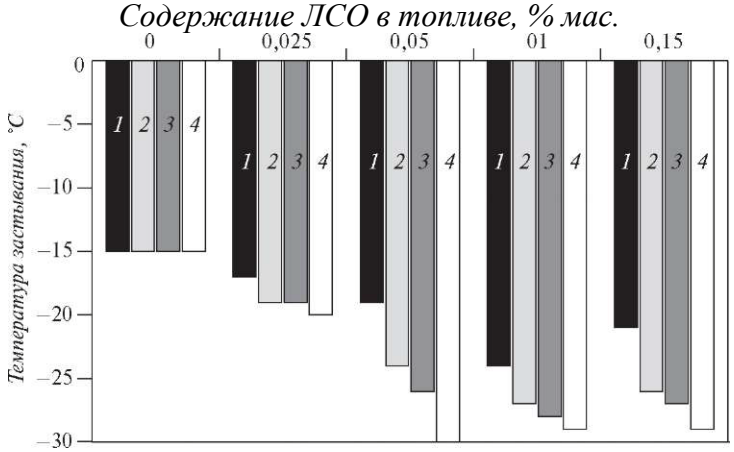


Рис. 3. Влияние концентрации раствора ЛСО и содержания ЛСО в судовом топливе на температуру его застывания:
1 — 10%-ный; *2* — 20%-ный; *3* — 30%-ный; 4— 35%-ный раствор ЛСО (растворитель — ПО + ППО; все растворы прошли обработку ультразвуком в течение 5 мин)

Эффективность присадки зависит от содержания сополимера в разбавителе. При введении в топливо 10%-ного раствора ЛСО наибольший депрессорный эффект достигается при содержании в топливе 0,1% мас. раствора присадки, что соответствует содержанию в топливе 0,01% мас. сополимера. При введении же 35%-ного раствора присадки максимальный депрессорный эффект достигается при содержании в топливе 0,05% мас. раствора присадки, т. е. содержании в топливе 0,0175% мас. сополимера.

Литература

1. Тертерян Р. А. Депрессорные присадки к нефти, топливам и маслам. — М.: Химия, 1990. — 226 с.
2. Кулиев А. М. Химия и технология присадок к маслам и топливам. — Л.: Химия, 1985. — 312 с.
3. Тертерян Р. А., Башкатова С. Т. Депрессорные присадки к дизельным топливам. — М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1987. — 66 с.
4. Данилов А. М. Введение в химмотологию. — М.: Техника, 2003. — 270 с.
5. Ахметов С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа. — Уфа: Гилем, 2002. — 670 с.
6. Кемалов А. Ф., Кемалов Р. А. Научно-практические основы физико-химической механики и статистического анализа дисперсных систем: учебное пособие. — Казань: Изд-во Казан.гос. технол. ун-та, 2008. — 472 с.
7. Кемалов А. Ф. — Дисс. докт. техн. наук. — Казань: КГТУ, 2005.
8. Кемалов Р. А. — Автореф. дисс. канд. техн. наук. — Казань, КГТУ, 2003.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМОЙ НЕФТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫХ ВЫТЕСНЯЮЩИХ АГЕНТОВ

Кондратьев И.А.,
Казанский национальный исследовательский технологический университет

Освоение месторождений трудноизвлекаемых запасов (высоковязкие нефти, высокообводненные, низкопроницаемые коллекторы) требует разработки принципиально новых третичных технологий добычи углеводородного сырья, которые позволили бы преодолеть пороговые условия, свойственные традиционным методам добычи нефти и учитывали бы микро- и наномасштаб в структуре пласта-коллектора. Последний представляет собой наносистему, состоящую из разветвленной системы пор, радиус которых составляет порядка 1 мкм, а сужения пор имеют размеры порядка 100 нм. Нефть также представляет собой коллоидную систему, состоящую из асфальтенов – твердых сферических коллоидных частиц диаметром 2-10 нм.

Актуальность выполнения проекта обусловлена увеличением доли трудноизвлекаемых нефтей в Республике Татарстан и России и наличием пороговых условий применения, свойственных традиционным технологиям добычи нефти, которые применяются в настоящее время нефтяными компаниями России. Преимуществами применения наномодифицированных вытесняющих агентов являются:

1. Высокая проникающая способность вследствие малых размеров, меньших размеров пор породы-коллектора (размер нанометаллов и нанооксидов металлов – 3-50 нм, а размер пор – 1000 нм).
2. Нечувствительность к термобарическим условиям нефтяного пласта (эффективность не изменяется при изменении температуры, давления в широких пределах). Особенно актуально для месторождений Восточной Сибири, температура которых не поднимается выше 5 ^{0}C). Обладая огромными запасами нефти они абсолютно непригодны для разработки всеми существующими третичными технологиями увеличения нефтеотдачи)
3. Высокая эффективность вытеснения сверхвязких нефтей, содержание асфальтенов в которых велико.

Целью работы является разработка нового способа добычи низкопроницаемой и сверхвязкой нефти с помощью вытесняющих агентов (вода, газ, пар, парогаз), модифицированных наноразмерными частицами металлов и оксидов металлов (железа, алюминия и некоторых других), с помощью экспериментальных установок. Предполагается выявить оптимальное агрегатное состояние вытесняющего агента, наиболее подходящее для закачки его в пласт, разработать способ введения наночастиц в вытесняющий агент и оптимальные объемы введения. По результатм исследования литературных данных, выявлены оптимальные объемы введения наночастиц в воду – в пределах от 0,1 до 0,001 %. Исследования на других вытесняющих агентов нами не выявлены. Лабораторные опыты на физической модели нефтяного пласта позволят выдать технологические рекомендации на опытно-промышленные работы на реальных месторождениях независимых нефтяных компаний и сделать технико-экономическое обоснование этих работ.

УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ОПОР ТРЕНИЯ ТУРБОКОМПРЕССОРНЫХ АГРЕГАТОВ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ АНТИФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ВНЕДРЕНИЯ ПЕРЕДОВЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ

Шадиев И.Н., Кемалов Р.А.,
Казанский (Приволжский) федеральный университет

По статистике, в газотранспортной системе до 32 % отказов газоперекачивающих агрегатов происходят из-за подшипников скольжения. В свою очередь, основной причиной отказов подшипников скольжения является износ вкладышей.

Износ деталей машин в парах трения скольжения является важной проблемой современного машиностроения. Затраты на ремонт и техническое обслуживание конструктивно сложных механизмов могут в несколько раз превышать их стоимость. В этой связи особую актуальность приобретает создание новых антифрикционных материалов, в том числе композиционных (КМ), в которых искусственно объединены высокопластичные металлические матрицы и тугоплавкие высокопрочные, высокомодульные наполнители. При таком сочетании фаз достигаются значительное повышение несущей способности материалов в трибосопряжениях, высокая износостойкость, задиростойкость и стойкость против абразивного изнашивания. Хорошие литейные свойства, возможность пластической и механической обработки, малый вес и низкая стоимость обеспечивают перспективность и экономическую целесообразность применения таких материалов в машиностроении, особенно в подвижных сопряжениях механизмов и машин (подшипниках).

Одним из способов решения выше изложенной проблемы является модификация конструкционных материалов наноразмерными частицами фуллеренсодержащих пород.

Известно, что фуллерены обладают уникальными физическими и химическими свойствами. Благодаря своему сетчато-шарообразному строению фуллерены оказались идеальными наполнителями и идеальной смазкой. Однако, основным препятствием в применении фуллеренов в промышленных масштабах является их значительная цена – 900 долларов за 1 грамм. Было предложено использовать в качестве модификатора фуллеренсодержащий природный минерал – шунгит. Шунгитовые породы содержат 83 – 88 % углерода в форме фуллеренов. В данной работе были проведены теоретические исследования модифицирующего влияния фуллеренов шунгитовых пород на структуру и свойства металлов. Показано, что по сравнению со стандартным антифрикционным сплавом коэффициент трения во всем диапазоне нагрузок в среднем уменьшен на 10-20%, интенсивность изнашивания уменьшена на 35-40%. Данные результаты являются хорошей предпосылкой для дальнейшего изучения модифицирующего влияния фуллеренсодержащих нанопорошков из шунгитовой породы на физические и эксплуатационные свойства различных металлов и сплавов, в частности подшипниковых сплавов на основе олова, бронзы и баббитов.

Явным преимуществом в реализации данного проекта является доступность и дешевизна сырья. Отмечено, что природный шунгит добывается на территории России (Карелия). Прогнозируемые запасы достигают сотен миллионов тонн.

Также одним из способов повышения надежности и улучшения эксплуатационных показателей гидродинамических подшипников скольжения является

применение новых конструктивных решений позволяющих повысить несущую и демпфирующую способности, снизить уровень вибрации. Подшипники скольжения традиционной конструкции, которые в настоящее время являются штатными на большинстве агрегатов, имеют ряд недостатков, среди которых в первую очередь можно выделить следующие: имеют недостаточную несущую и демпфирующую способность, что приводит к их интенсивному износу, повышенным потерям мощности и расхода смазки в переходных режимах и режимах отличных от номинальных; требуют повышенных зазоров в лабиринтных уплотнениях из-за большой прецессии ротора при пуске, остановке; не компенсируют накопление погрешностей при изготовлении и сборке тем самым снижают реальную площадь контакта подшипниковой шейки (ПШ) и ВП, что вызывает перенапряжения антифрикционного слоя в период приработки. Как следствие из вышесказанного, штатные подшипники не соответствуют требованию непрерывной 2-х…4-х годичной эксплуатации динамического оборудования**.**

Анализ современных тенденций в производстве подшипниковых узлов скольжения показал, что наиболее эффективным решением на сегодняшний день является подшипник, принцип действия которого основан на создании двух слоев смазки: гидродинамического и гидростатического. Особенностью такого подшипника является наличие самогенерируемого гидростатического подвеса самоустанавливающихся вкладышей, формирующегося за счет отвода части смазки из несущего гидродинамического слоя через отверстие во вкладыше в гидростатический карман, расположенный на тыльной стороне вкладыша. В кармане таким образом создается гидростатическое давление, за счет чего вкладыш всплывает, а смазка дросселируется по спинке вкладыша. Дополнительная степень свободы у вкладышей подшипников на гидростатическом подвесе обеспечивает их подвижность в поперечном и в угловом направлении. Наличие гидростатического подвеса позволяет вкладышам отслеживать колебания вала и демпфировать их за счет сил вязкости гидростатического слоя, чего нет в подшипниках традиционных конструкций. Наряду с повышением надежности и снижением уровня вибрации применение демпферных опорных подшипников на гидростатической пленке способствует повышению экономичности агрегатов. Это обусловлено тем, что величина зазоров в лабиринтных уплотнениях и их износ в процессе эксплуатации напрямую зависят от величины прецессии ротора в опорных подшипниках. Как показывает практика, именно увеличение зазоров в штатных уплотнениях по причине повышенной вибрации ротора на пусковых и нерасчетных режимах эксплуатации становится причиной постепенного снижения производительности компрессора. Кроме того, в подшипниках скольжения традиционной конструкции в результате механического износа в процессе эксплуатации происходит увеличение зазора, т.н. "просадка подшипника "соответственно, увеличивается зазор и в лабиринтных уплотнениях. Применение демпферных подшипников позволяет снизить прецессию вала в 1,5…2 раза и, благодаря отсутствию механических контактов, обеспечивает высокую стабильность зазоров в процессе эксплуатации, за счет чего в лабиринтных уплотнениях изначально можно устанавливать меньший зазор по сравнению со штатными подшипниками. Уменьшение зазора позволяет снизить количество вредных перетоков сжимаемого газа между ступенями сжатия, а также подогрев газа на входе в ступень, что увеличивает эффективность сжатия. Уменьшение потерь мощности, связанных с перетоками газа в лабиринтных уплотнениях, позволяет повысить КПД агрегата и снизить потребляемую мощность.

Отметим некоторые из достоинств проекта:

1. Возможность получения сплавов с улучшенными эксплуатационными и технологическими свойствами путем добавки наноразмерного модификатора из шунгитовых пород.

2. Дешевизна и доступность сырья, что позволяет наладить массовое производство конструкционных материалов, в частности антифрикционных сплавов для подшипников скольжения.

3. Простота конструкции подшипника, за счет чего можно наладить серийный выпуск с применением новых антифрикционных сплавов.

4. Применение вышеуказанного подшипника позволит существенно повысить надежность и безотказность работы динамического оборудования, в частности турбокомпрессоров.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭПОКСИДНОЦЕМЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ОТВЕРЖДЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ НОВЫХ АМИНОФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Сулейманова Р.В., Медведева К.А.,
Казанский национальный исследовательский технологический университет

Бетоны, содержащие полимерные связующие, нашли в настоящее время широкое применение в конструкциях зданий, при устройстве полов, при проведении ремонтно-восстановительных работ. Возрастание требований к качеству полимербетонов делает актуальной задачу разработки рецептур, обладающих повышенной прочностью без ухудшений других эксплуатационных характеристик.

Одним из перспективных направлений для решения данной задачи является поиск составов полимербетонов, в которых полимерное связующее представлено эпоксидными смолами (ЭС), отвержденными аминными отвердителями. Это обусловлено тем, что полимерцементы на основе эпоксидно-аминных систем характеризуются стойкостью к действию агрессивных сред, малой усадкой при отверждении, улучшенным связыванием со старым бетоном [1].

Одним из ключевых моментов при создании эпоксидноцементного материала с высоким комплексом эксплуатационных свойств является выбор отвердителя эпоксидного олигомера. Для холодного отверждения ЭС, в том числе в составе полимерцементного материала (ПЦМ), широкое применение нашли аминофенольные отвердители (АФ). АФ, разнообразны по структуре, что позволяет изменять свойства материала в широком диапазоне.

По разработанной ранее малоотходной технологии путем взаимодействия фенола, параформа и бисамина был синтезирован ряд аминофенольных соединений, которые проявили себя как активные отвердители, позволяющие получить клеевые соединения ЭС с высокими прочностными свойствами и имели низкую вязкость [2].

Целью данной работы стало создание полимерцементного материала с высокими прочностными свойствами с использованием новых аминофенольных отвердителей.

В ходе данной работы были апробированы два синтезированных аминофенольных отвердителя. Первой задачей являлось определение оптимального соотношения ЭС:АФ, для решения которой отвердитель вводили в эмульсию ЭС в количестве от 15 до 35 % от массы смолы и сформированные пленки подвергали экстракции горячим ацетоном для определения содержания гель-фракции в полимере. Установлено, что оптимальным количеством отвердителя является 27-30%.

Далее был приготовлен ряд полимерцементных растворов (ПЦР), с разным соотношением полимерной и минеральной частей и проведены испытания, полученных ПЦМ. Для контроля использовали промышленный отвердитель АФ-2.

Выявлено, что ПЦМ, отвержденные синтезированными АФ, имели незначительное сокращение времени жизни по сравнению с временем жизни растворов, отвержденных промышленным АФ-2. Использование синтезированных АФ позволило повысить прочность на сжатие эпоксидно-цементных материалов в среднем на 9-41 %, по сравнению с отвердителем АФ-2.

Для полимерцементных материалов, эксплуатирующихся во влажных условиях и при постоянном контакте с водой, необходимым условием является их низкая водопоглощаемость. В ходе работы было определено, что полимерцементы с синтезированными отвердителями обладают меньшим водопоглощением, по

сравнению с полимерцементами отвержденными промышленным отвердителем. Полученные ПЦМ отличаются высокой химической стойкостью. После выдержки в течение 1 месяца в кислых и щелочных средах образцы, отвержденные синтезированными отвердителями, по химической стойкости не уступают образцам с АФ-2.

Дальнейшие работы будут направлены на: расширение диапазона условий синтеза отвердителя, варьирование состава минеральной части ПЦР и выявление влияния данных факторов на эксплуатационные характеристики ПЦМ.

Литература

1. Воронков, А.Г. Эпоксидные полимеррастворы для ремонта и защиты строительных изделий и конструкций: учебное пособие / А.Г. Воронков, В.П. Ярцев – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. – 92 с.

2. Медведева, К.А. Синтез новых алкиламинофенольных отверждающих агентов для эпоксидных олигомеров / К.А. Медведева, Е.Н. Черезова // Вестник Казан. технол. ун-та. – 2011. – Т. 14.- № 14. – С. 201-204.

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ НАТУРАЛЬНОЙ КОЖИ С ПОВЫШЕННЫМИ ГИГИЕНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

Николаенко Г.Р., Кулевцов Г.Н.,
Казанский национальный исследовательский технологический университет

Натуральная кожа всегда являлась одним из самых практичных и незаменимых видов натуральных материалов. Изделия из натуральной кожи пользуются большим спросом и никогда не выходят из моды, за счет повышенных эстетических и эксплуатационных свойств. Повышенная влажность воздуха и осадки значительно снижают теплозащитные, гигиенические и эстетические свойства изделий из кожи. Во влажной одежде или обуви человек чувствует полный дискомфорт, и создается благоприятная среда для развития грибковых инфекций. Отсюда и вытекает постоянный поиск решения задач по созданию новых инновационных технологий по производству кож с улучшенными гигиеническими свойствами.

Под гигиеническими свойствами кожи подразумевается ее водоотталкивающая способность, паропроницаемость, гигроскопичность и влагоотдача. В последние годы широко используются электрофизические методы обработки кожевенного сырья и полуфабриката, позволяющие существенно изменить качественные характеристики готовой кожи. Одним из наиболее перспективных методов обработки является ВЧ плазменная обработка кожевенных материалов [1]. Известно, что с помощью ВЧ-плазменной модификации капиллярно-пористых материалов можно добиться повышения прочностных, эстетических и эксплуатационных показателей [2].

Объектом исследования послужила готовая кожа из шкур овчины с естественной лицевой поверхностью (ГОСТ 1875-83 Кожа для одежды и головных уборов.) Отделка кожи проводилась покрывными композициями фирмы «Clariant» (Швейцария).

Работу проводили следующим образом: готовую кожу обработали в потоке неравновесной низкотемпературной плазмы (ННТП) в следующем режиме: напряжение на аноде U = 5 kV, давление в разрядной камере P = 33,8 Па, расход газа G = 0/04 г/с, продолжительность обработки – 300 с, плазмообразующий газ – смесь газов аргон/пропан-бутан в соотношении 70/30. Провели анализ физико-механических, эстетических и гигиенических свойств готовой кожи.

Таблица 1 - Показатели качества готовых кож до и после ВЧ-плазменной модификации

Показатели качества кож	Кожа для одежды и головных уборов (ТУ) ГОСТ 1875-83	Контрольные образцы	Опытные образцы
1	2	3	4
Предел прочности, МПа, не менее	1,4-1,5	0,74	0,92
Удлинение при напряжении 10 МПа по коже, %	30-50	38	47

Продолжение табл.1

1	2	3	4
Устойчивость окраски кож, баллы: -к сухому трению - к мокрому трению	 5,0 4,0	 5,0 4,0	 5,0 4,0
Устойчивость к многократному изгибу, баллы	Не норм.	4,0	4,0
Массовая доля влаги, %	10-16	14	13
Гигроскопичность, %	Не норм.	13	20
Влагоотдача, %	Не норм.	12	16
Паропроницаемость, г/м^2	Не норм.	487	779
Время впитывания капли воды поверхностью, сек.	Не норм.	3561	6134
Адгезия покрывной пленки, не менее, Н/м	100	110	161

Из таблицы 1 видно, что физико-механические показатели готовых кож, не модифицированных неравновесной низкотемпературной плазмой, соответствуют показателям ГОСТ 1875-83 «Кожа для одежды и головных уборов», (гигиенические показатели не нормируются). Плазменная модификация же позволяет улучшить физико-механические и гигиенические свойства готовых кож за счет упорядочивания надмолекулярной структуры коллагена кожевой ткани. После обработки образцов неравновесной низкотемпературной плазмой прочность на разрыв готовых кож после покрывного крашения увеличивается на 24 %, относительное удлинение увеличивается на 20 %.

Следует отметить, что образцы, обработанные ННТП, обладают достаточно хорошей устойчивостью к сухому и мокрому трению, многократному изгибу (до 1500 изгибов в течение 15 минут). Наблюдается также увеличение адгезии покрывной пленки к коже обработанного образца на 46 %.

Гигиенические свойства также увеличиваются за счет образования более развитой системы пор и капилляров. Водоотталкивающие свойства кож обработанных ННТП увеличиваются примерно в 2 раза, относительно контрольного образца. Это говорит о том, что поверхность кож стала гидрофобной.

Провели исследование зависимости времени впитывания капли воды поверхностью кож от времени ее эксплуатации. Под эксплуатацией в данном случае понимается опытная носка. Эксперимент проводился в течение 70 дней. Образцы кож подвергались многократному изгибу на приборе ИКП-2 в течение 15 минут, что имитирует опытную носку изделия из данного вида кожи. Далее на кожу наносили каплю воды, и фиксировали время ее впитывания.

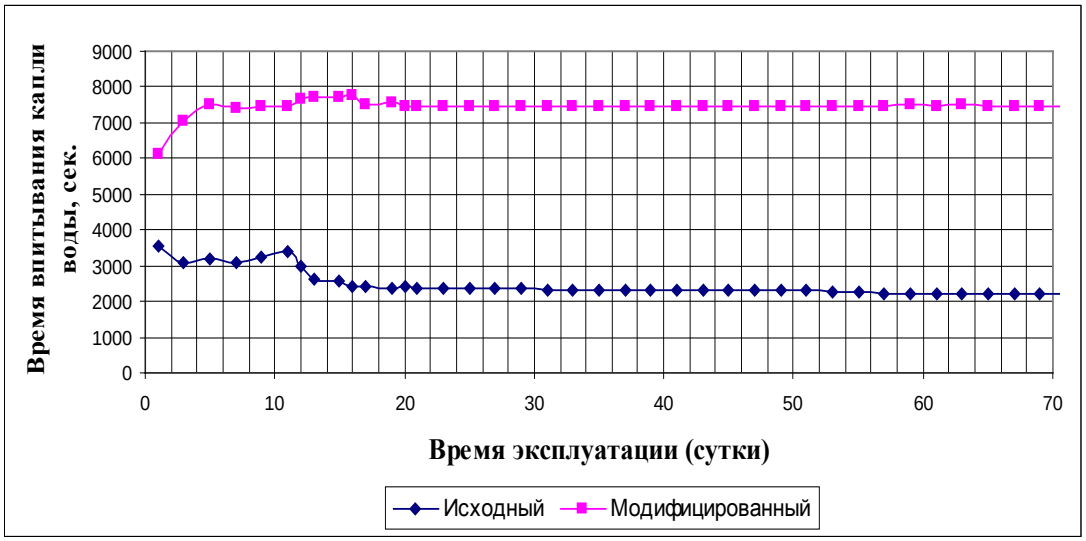


Рисунок 1 - Зависимость времени впитывания капли воды дистиллированной воды поверхностью кож от времени ее эксплуатации

Контрольные образцы кож со временем теряют свои водоотталкивающие свойства. Это становится заметно уже на третий день эксплуатации кожи. Однако опытные образцы не только сохраняют свои гидрофобные свойства, но даже имеют тенденцию постепенного их увеличения.

Увеличение прочностных характеристик кожевенных материалов связано с изменением волокнистой структуры дермы, т.е. упорядочивания надмолекулярной структуры коллагена кожевой ткани.

При обработке неравновесной низкотемпературной плазмой кожи с покрытием, увеличивается адгезия покрытия к коже, при этом гигиенические свойства не только не ухудшаются, но и улучшаются, за счет роста микропористости.

Таким образом, под воздействием неравновесной низкотемпературной плазмы создается новый материал с улучшенными физико-механическими, в том числе гигиеническими характеристиками.

Литература

1. Г.Н.Кулевцов, Л.Р.Джанбекова, И.Ш.Абдуллин, В.С.Желтухин, И.В.Красина, Э.Ф.Вознесенский Повышение эффективности использования сырья, полуфабриката, отходов и вспомогательных материалов кожевенного производства с применением низкотемпературной плазмы: монография / Г.Н.Кулевцов [и др.]. – Казань : Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2008. – 260 с.

2. Абдуллин И.Ш. Модификация компонентов покрывных композиций неравновесной низкотемпературной плазмой / И.Ш.Абдуллин, Н.А.Дегтярев, Г.Р.Рахматуллина // Кожевенно-обувная промышленность. – 2011. - №3. – С.18-19.

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ПРОТИВООПУХОЛЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ИЗВЕСТНЫХ ФАРМСУБСТАНЦИЙ И ПРОИЗВОДНОГО ВИТАМИНА B6

Юсупова Э.Р., Штырлин Н.В., Пугачев М.В., Иксанова А.Г., Абдуллин Т.И., Штырлин Ю.Г.,
Казанский (Приволжский) федеральный университет

На сегодняшний день одной из наиболее актуальных проблем в лечении различных форм злокачественных новообразований является высокая токсичность современных противоопухолевых препаратов с проявлением побочных эффектов: структурно-функциональные нарушения печени, сердечно-сосудистой системы, ослабление иммунной системы, лейкопения, анемия, тошнота и рвота, и т.д. Традиционным подходом является регуляция схемы и продолжительности лечения. Однако подобный подход может привести к формированию устойчивых форм злокачественных новообразований и неэффективности существующих схем химиотерапии. К наиболее перспективным исследованиям в области химиотерапии злокачественных новообразований следует отнести разработку способов усиления активности известных фармсубстанций за счет систем доставки внутрь опухолевых клеток и ингибирования семейства обратных транспортеров (P-gp, группа MRP-белков, BCRP).

Целью данного исследования является разработка высокоэффективных противоопухолевых композиций на основе известных фармсубстанций и производного витамина B6. Эксперименты *in vitro* производного пиридоксина и в композиции с доксорубицином (Sigma) проводились на следующих клеточных линиях: MCF-7 (ATCC) – клетки аденокарциномы молочной железы человека, HSF – нормальные фибробласты кожи человека. Эксперименты *in vivo* проводились на белых лабораторных мышах стока CFW SPF-категории. В результате исследования острой токсичности *in vivo* были определены дозы LD50, LD10 и максимально переносимая доза, которые составили 720, 45 и 42 мг/кг соответственно. Морфологический анализ органов мышей, получавших МПД, выявил незначительные нарушения в сердечно-сосудистой системе - умеренно выраженный отек сердца и полнокровие его сосудов, а также в структуре гепатоцитов - расширение центральных сосудов и портального тракта печени, нарушение балочного строения гепатоцитов. На основании полученных результатов можно предположить, что производное пиридоксина метаболизируется в печени, так как в высоких дозах вызывает структурные нарушения гепатоцитов и не вызывает никаких изменений в почках. При исследовании цитотоксичности на HSF показано, что для производного пиридоксина значение CC50 превышает $1{,}25\times10^{-3}$M, однако на клетках MCF-7 значение IC50 составило $6{,}83\times10^{-5}$M, что более чем на порядок превышает IC50 для известных цитостатиков. На основании полученных результатов производное пиридоксина не может быть рекомендовано в качестве самостоятельного противоопухолевого препарата. Для доксорубицина значение CC50 составило $1{,}3\times10^{-6}$M на HSF и IC50 $1{,}5\times10^{-6}$M на MCF-7. Для оценки влияния производного витамина B6 ($2{,}38\times10^{-9}$ – $1{,}25\times10^{-3}$M) на эффективность доксорубицина в отношении опухолевых клеток MCF-7, мы использовали концентрацию IC25 доксорубицина на MCF-7 ($6{,}8\times10^{-7}$M). В результате полученных данных было установлено, что уже при концентрации $2{,}38\times10^{-9}$M токсичность лекарственной композиции увеличивается на 43%. Анализ клеточного цикла на клетках MCF-7, синхронизированных в фазе G1/G0, показал, что доксорубицин в концентрации IC25 умень-

шает количество клеток в S-фазе на 32% и увеличивает в G2/M на 18%. Полученные результаты согласуются с данными литературы. Для оценки влияния производного витамина B6 на данный процесс синхронизированные клетки MCF-7 были проинкубированы со смесью производного пиридоксина и доксорубицина (концентрации каждого вещества представляли собой IC25 для MCF-7). Выявлено, что производное пиридоксина самостоятельно не влияет на распределение количества клеток по фазам клеточного цикла. В сочетании с доксорубицином, распределение клеток по фазам клеточного цикла также остается на уровне значений для доксорубицина. Результаты экспериментов позволяют утверждать, что производное витамина B6 в составе лекарственной смеси увеличивает цитотоксические свойства доксорубицина, проявляя синергизм действия. Предположительно, производное пиридоксина усиливает эффективность доксорубицина за счет воздействия на транспортные системы опухолевых клеток. Таким образом, проведенные исследования позволяют предложить способ усиления противоопухолевой активности доксорубицина при отсутствии токсичного действия на нормальные клетки человека с учетом снижения концентрации используемого цитостатика, что, несомненно, позволит уменьшить проявления его побочных действий.

ИММУНОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ БЕШЕНСТВА В ДИКОЙ ФАУНЕ НА ТЕРРИТОРИИ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Петрова Т.П.,
ФГБУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности» («ФЦТРБ - ВНИВИ»), г. Казань

Ключевые слова: бешенство, мониторинг, вакцинопрофилактика

Бешенство острое инфекционное заболевание человека и животных, вызываемое вирусом и характеризующееся абсолютной летальностью. В настоящее время бешенство представляет угрозу для человечества во многих странах мира и серьезную проблему ветеринарии и медицины.

В России эпизоотическая ситуация по заболеваемости бешенством продолжает оставаться неблагополучной, в том числе и Калининградской области. При этом установлено, что в большинстве Федеральных округов нашей страны преобладает бешенство природного типа. Лечебных препаратов от бешенства не существует. Предупреждают заболевание с помощью профилактических средств - антирабических вакцин и антирабического глобулина. Вместе с тем, в борьбе с бешенством плотоядных животных ВОЗ рекомендует государствам ускорить внедрение оральной вакцинации для иммунизации диких плотоядных. Ликвидация бешенства практически во всех странах ЕС, а также снижение числа случаев болезни в США, Канаде на практике подтвердили значимость оральной вакцинации в борьбе с болезнью.

Оральная вакцинация против бешенства дикой фауны на территории Калининградской области, проводится ежегодно, начиная с 2007 года, с использованием отечественной антирабической вакцины «Оралрабивак» из штамма «РБ-97», производства ОАО «Покровский завод биопрепаратов. Распределение вакцины осуществляется с самолетов Синтал-2. В 2007-2009 гг. вакцинация проводилась однократно, а с 2010 г. - дважды в год, весной и осенью.

Цель - проведение иммунологического мониторинга бешенства в дикой фауне на территории проведения вакцинации Калининградской области.

Иммунологический мониторинг проводили с использованием «Флуоресцирующего антирабического глобулина» и «Набора препаратов для лабораторной диагностики бешенства методом иммуноферментного анализа (ИФА)», разработанных ФГБУ «ФЦТРБ-ВНИВИ», зарегистрированных в РФ и сертифицированных ФГБУ ВГНКИ, г. Москва. В случае получения отрицательных результатов по ИФ и ИФА ставили биопробу на белых мышах по ГОСТу 26075-84 или в культуре клеток НГУК-1 согласно «Методическим указаниям по лабораторной диагностике бешенства», разработанным ВНИВИ (г. Казань) и ИПВЭ РАН (г. Москва), утв. ДВ МСХиП РФ 14.05.1997 г.

Контроль поедаемости оральной антирабической вакцины проводили согласно «Методическим указаниям по обнаружению флуоресцентным методом антибиотиков тетрациклинового ряда в ткани зубов и костей животных для контроля поедаемости оральных антирабических вакцин», разработанным ВНИИЗЖ (г. Владимир). Срезы зубов и костей нижней ветви челюсти изготавливали толщиной 0,5 – 1,0 мм на малогабаритном настольном токарном станке «Корвет 402». Результаты обнаружения тетрациклина учитывали с помощью люминесцентного микроскопа Nikon, оснащенного фильтрами от 400 до 600 нм. Образцы исследовали при увеличении х40. Определение антител в сыворотках крови вакцинированных животных проводили в непрямом варианте ИФА, с использованием анти-

видовых пероксидазных конъюгатов – антител диагностических против иммуноглобулинов лисиц или белка А, меченных пероксидазой. Эффективность проведения вакцинации оценивали по уровню вируснейтрализующих антител в сыворотке крови вакцинированных животных. Согласно оценке Комитета экспертов ВОЗ по бешенству, содержание вируснейтрализующих антирабических антител в сыворотке крови не менее 0,5 МЕ/мл считается минимальным уровнем антирабического иммунитета. Для контроля уровня антирабических антител применяли реакцию нейтрализации (РН) в культуре клеток ВНК-21 С13.

В результате проведения иммунологического мониторинга установлена эффективность вакцинопрофилактики бешенства в дикой фауне на территории Калининградской области: снижение заболеваемости бешенством к 2011 г.(21 сл.) по сравнению с 2006 г. (46 сл.) в 2,2 раза; поедаемость приманок лисицами по тетрациклиновой метке составила – 67,2%, уровень сероконверсии (количество животных с защитным уровнем вируснейтрализующих антител) – 67,1%; поедаемость приманок енотовидными собаками составила 58,8%, уровень сероконверсии – 44,0%. Титры вируснейтрализующих антител в ИФА составили 1:50-1:200, в РН - 0,5МЕ и более, обеспечивающие защиту животных от бешенства. Рекомендовано оральную вакцинацию проводить в сочетании с регулированием численности лисиц до 0,1- 0,2 гол. на 1 км^2 в районах, где этот показатель выше.

Хотелось бы отметить, что применение наборов препаратов для лабораторной диагностики бешенства животных, разработанных в ФГБУ «ФЦТРБ-ВНИВИ», перспективно для проведения иммунологического мониторинга и контроля вакцинопрофилактики бешенства и в других регионах нашей страны, в том числе и Республике Татарстан, неблагополучных по заболеваемости бешенством, для улучшения обстановки и искоренения данного заболевания. Так, только за текущий год в Республике Татарстан зарегистрировано 196 случаев бешенства в 36 административных районах, в том числе и г.Казани, где отмечено 5 случаев среди собак и 2 случая среди лисиц и была оказана антирабическая помощь 3922 пострадавшим от укусов животных. То есть создается постоянная угроза заражения животных и людей.

В связи с вышеизложенным, перспективным является организация мероприятий по оральной вакцинации дикой фауны на территории Республики Татарстан, которая была приостановлена в силу финансовых и организационных трудностей и за последние годы не проводилась. Оральную вакцинацию необходимо проводить до полного искоренения бешенства. Главными принципами оральной вакцинации является долговременность, широкомасштабность и научно – обоснованное планирование.

1-ый этап. Составление комплексного плана по оральной иммунизации в полевых условиях, в котором должны быть определены задачи и обязанности всех заинтересованных служб, сроки и экономические затраты.

Изучение ландшафтных характеристик местности с определением плотности популяции лисиц. Не позже, чем за 12 месяцев до иммунизации такие зоны должны быть взяты под строгий эпизоотологический надзор. Проведение регистрации и картографирования очагов бешенства, с определением видового состава и численности пораженных животных, их размещение по территории. В очагах бешенства проведение картографии лисьих нор.

Изготовление иммунохимических наборов препаратов для диагностики бешенства, разработанных в ФГБУ «ФЦТРБ-ВНИВИ», вирусологическое и серологическое исследование на бешенство всех выявляемых трупов дикой фауны, а также подозреваемых в заражении животных. Изучение антигенных и патоген-

ных свойств изолятов вируса бешенства, циркулирующих на территории проведения вакцинации. Проведение истребительных мер к лисицам с целью исключения бешенства путем снижения численности популяции. В неблагополучном районе проведение профилактической иммунизации крупного рогатого скота, собак и кошек и оценка уровня антирабических антител в сыворотках крови животных, вакцинированных против бешенства.

2-ой этап. Проведение оральной иммунизации в зимнее (февраль-март) и весеннее (апрель-май) время года. Раскладку приманок с вакциной осуществлять вручную или с применением средств авиации, оборудованных соответствующим устройством для сброса приманок и навигационной системой. При использовании ручного метода оральную вакцину раскладывать с соблюдением мер предосторожности, в соответствии с инструкцией по применению вакцины в местах обитания диких животных. Плотность раскладки вакцины с приманками должна составлять не менее 25 на км^2 и на расстоянии 10 -15 метров от закартографированных обитаемых нор. Учет поедаемых приманок дикими животными проводить выборочно на 1-е, 3-е и 7-е сутки после раскладки вакцины (при раскладки вакцины вручную). При использовании авиации учет поедаемости осуществляется путем контроля поствакцинального иммунитета и определения содержания тетрациклина в костной ткани диких плотоядных. Проведение контроля поствакцинального иммунитета по оценке титров специфических вируснейтрализующих антител в сыворотке крови у отстрелянных животных и по эпизоотологическим показателям, исследование проб мозга отстрелянных животных на наличие антигена вируса бешенства методами ИФ, ИФА и биопробой на белых мышах и в культуре клеток НГУК-1.

В заключении хотелось бы отметить, что применение наборов препаратов для лабораторной диагностики бешенства животных, разработанной в ФГБУ «ФЦТРБ-ВНИВИ», перспективно для проведения иммунологического мониторинга и контроля вакцинопрофилактики бешенства и в других регионах нашей страны, неблагополучных по заболеваемости бешенством, для улучшения обстановки и искоренения данного заболевания.

СОЗДАНИЕ ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ ИНКАПСУЛИРОВАННЫХ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ФЕРМЕНТОВ ДЛЯ ТЕРАПИИ ДИГЕСТИВНЫХ РАССТРОЙСТВ

Ибрагимов А.Н.,
Казанский (Приволжский) федеральный университет

Экзокринной недостаточности поджелудочной железы (ЭНПЖ) является серьезным осложнением, которое происходит в результате нескольких заболеваний, включая хронический панкреатит (ХП) и кистозный фиброз поджелудочной железы, и, как следствие, приводит к хирургии поджелудочной железы. Недостаток или отсутствие ферментов поджелудочной железы приводит к неадекватному всасыванию жиров, белков и углеводов, что вызывает стеатории и креатории. В результате чего наблюдается дискомфорт в животе, потеря веса и дефицит питательных веществ. Своевременное назначение ферментной заместительной терапии имеет решающее значение для снижения заболеваемости и в итоге смертности.

По данным ФГУ «ЦНИИОИЗ Минздравсоцразвития РФ», число больных с болезнями поджелудочной железы, желчного пузыря и желчевыводящих путей в 2011 году составило 2,6% (3,7 млн.чел.) населения РФ, в течение 5 последних лет эта цифра не изменялась. Лидирует по количеству больных Приволжский федеральный округ (3,18%), минимальное количество регистрируется в Южном федеральном округе (1,9%). Лечение ЭНПЖ при ХП состоит из орального введения комбинации ферментов поджелудочной железы во время еды. Каждый пациент с диагнозом ЭНПЖ, независимо от степени стеатореи и наличия или отсутствия сопутствующих симптомов, должен проходить заместительную терапию. Основная масса производимых препаратов - это экстракты поджелудочной железы свиней или коров. Для пациентов, которые отказываются потреблять свиные ферменты по религиозным или иным культурным причинам, бычий фермент оказывается привлекательной альтернативой. Тем не менее, бычий препарат содержит на 75% меньше активности липазы. Кроме того, есть опасения по поводу передаваемых через животные препараты возбудителей, таких как, ящур или губчатая энцефалопатия. В связи с этими опасениями и высокой ценой на животные препараты, текущие исследования ведутся в направлении поиска новых источников ферментов. Бактериальные ферменты это самая перспективная альтернатива, они устойчивы к протеолитическому гидролизу и не инактивируются солями желчных кислот, в результате чего по активности они значительно превышают препараты свиного происхождения, но необходимы дальнейшие исследования, чтобы проверить безопасность и эффективность. По данным обзора «Панкреатические ферменты в заместительной терапии при хроническом панкреатите» [SikkensE.C.M., Cahen D.L., Kuipers E.J.]и всемирного реестра клинически испытаний ClinicalTrials.gov,на 2012 год на мировом рынке нет ни одного препарата на основе бактериальных энзимов.

Обобщая все вышесказанное можно заключить, что актуальной проблемой в терапии дигестивных расстройств является создание недорогих препаратов (ведь часто терапия длится до конца жизни) на основе бактериальных энзимов, которые могли бы вытеснить импортным аналоги животного происхождения.

Целью нашего проекта является создание лекарственного препарата на основе инкапсулированных бактериальных ферментов для терапии дигестивных расстройств различной этиологии.

Инновационность предлагаемого проекта в способе получения препарата методом микробного синтеза. На сегодняшний день на мировом фармацевтическом рынке нет аналогов (по способу получения). Большая часть подобных препаратов представляет собой экстракт поджелудочной железы свиней или коров. Использование при производстве дорогостоящего животного материала является основой ценовой компоненты. Мы же получим продукт микробным синтезом, используя новые методы генной инженерии и биоинформатики. Разработка нового производства продукта из отходов агросектора и отказ от дорогих импортных индукторов позволит нам снизить себестоимость продукта в несколько раз. Благодаря всему этому мы добьемся коренного улучшения качества продукции и снизим затраты ресурсов (производственных, финансовых, человеческих).

Работа ведется на кафедре биохимии в лаборатории«Сельскохозяйственной биохимии и биотехнологии»и лаборатории «Молекулярной фармакологии» с начала 2012 года.Лаборатория сельскохозяйственной биохимии и биотехнологии КФУ уже имеет опыт по получению микробных ферментов для применения их в качестве кормовых добавок.Для реализации данного проекта сформулирована рабочая гипотеза, ведется скрининг микроорганизмов-продуцентов липазы и протеазы. Отработана система клонирования. В *E.coli* клонирован ген амилазы *B.licheniformis*. Создаютсяэнтеросолюбельныемикрокапсулы на основе ацетилфталилцеллюлозы и хитозана. Капсулы представляют собой композицию слоев полимеров обеспечивающих образование энтеросолюбильной оболочки, обладающей оптимальным сочетанием свойств, для обеспечения инертности, пластичности, термостабильности, антиадгезивности и заданной дезинтеграции оболочки.

Стадии разработки продукции по годам реализации проекта:

1-2 год. Скрининг продуцентов протезы и липазы. Разработка генетических конструкций для получения штаммов супер-продуцентов. Исследование свойств ферментного препарата в модельных системах. Оптимизация условий культивирования продуцентов. Создание энтеросолюбельной микрокапсулы. Разработка регламента производства препарата в лабораторных условиях. Разработка стратегии коммерциализации, проведение маркетинговых исследований.

3-4 год. Доклинические испытания. Метаболические опыты, изучение эффективности и токсикологическая экспертиза на животных. Разработка бизнесплана. Создание оптимальных условий хранения препарата. Поиск инвестора для проведения клинических испытаний, регистрации и сертификации продукта.

4-7 год. Проведение клинически испытаний препарата (Фаза I-IV). Регистрация, сертификация продукта для применения на территории РФ. Отработка процесса масштабирования производства и испытания полученных опытных образцов. Создание удобной упаковки препаратов. Отработка процесса масштабирования производства.

8 год. Приобретение оборудования для производства препаратов либо производственная кооперация Выведение продукта на рынок РФ, формирование и развитие каналов сбыта.

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ СПИРТАМИ АМИНОСМОЛ

Латфуллин И.И., Островская А.В., Абдуллин И.Ш.,
Казанский национальный исследовательский технологический университет

Аминосмолы в кожевенно-меховой промышленности в качестве избирательно наполняющих и додубливающих реагентов известны и применяются достаточно давно. Однако они имеют ряд существенных недостатков. Кожевенный полуфабрикат, наполненный аминосмолами, со временем приобретает хрупкость за счет продолжающейся конденсации свободных метилольных групп. В процессе хранения и носки возможно выделение свободного формальдегида. Наличие в молекуле метилольных групп придает полуфабрикату повышенную гидрофильность.

На кафедре плазмохимических и нанотехнологий высокомолекулярных материалов Казанского национального исследовательского технологического университета проводятся работы по изучению применения модифицированных спиртами аминосмол, которые лишены вышеперечисленных недостатков [1,2]. В качестве модифицирующих спиртов были испытаны фторсодержащие спирты с разным содержанием фтора в молекуле: 1,1,3-тригидротетрафторпропанол(ФП) и 1,1,7-тригидрододекафторгептиловый спирт-теломер(ФСТ). В качестве азотсодержащих реагентов были выбраны диаминофуразан и карбамид.

В основу синтеза аминосмол, модифицированных фторсодержащими спиртами, была положена ранее разработанная методика для получения бутанолизированных смол [3]. Процесс синтеза протекает в три стадии без выделения промежуточных продуктов. На первой стадии происходит образование метилольных производных диамина. Затем осуществляется этерификация метилольных групп спиртами и последующая поликонденсация с получением олигомерного продукта.

Выход полученных смол колеблется от 21,1 % до 72,5 %. Выход фуразанформальдегидной смолы, модифицированной ФП, составляет 72,5 %. Выход карбамидоформальдегидных смол, модифицированных ФСТ лежит в пределах от 21,1 % до 48,1 % в зависимости от поддерживаемых условий протекания процесса модификации и поликонденсации. Такой разброс по выходам объясняется с одной стороны пониженной реакционной способностью диаминофуразана в сравнении с карбамидом при образовании метилольных производных. С другой стороны неспособностью ФСТ растворяться в воде. С целью гомогенизации в реакционную массу дополнительно вводили растворитель: диметилформамид (ДМФ) или изопропиловый спирт (ИПС). Оба эти растворителя хорошо смешиваются с водой. В процессе синтеза карбамидоформальдегидных смол, модифицированных ФСТ выявлено, что продукт реакции неоднороден по плотности. Полученный олигомер расслаивается. Качественная проба на фтор показывает, что основное количество фтора содержится в нижнем слое. В случае применения ИПС фторсодержащая смола не образуется. ИПС, по-видимому, успешно конкурирует с ФСТ как модифицирующим реагентом.

Составы синтезированных аминосмол подтверждены данными ИК-спектроскопии.

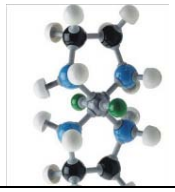
Синтезированные олигомеры были испытаны в качестве наполняющих, додубливающих и водоотталкивающих средств в производстве шорно-седельных кож и спилка хромового дубления для верха обуви.

Литература

1. А.В. Островская. Получение модифицированных аминосмол и их применение в кожевенном производстве / А.В. Островская, А.В. Чернова, И.И. Латфуллин // Вестник Казанского технологического университета – Казань: Издательство КГТУ – 2010. - №11. – С.584-585.

2. А.В. Чернова. Исследования в области синтеза модифицированных карбамидоформальдегидных смол, применяемых в производстве кож / А.В. Чернова, И.И. Латфуллин, А.Р. Сафиуллина, А.В. Островская // Вестник Казанского технологического университета – Казань: Издательство КНИТУ – 2011. - №11. – С.136-138.

3. Авторское свидетельство № 771117. Бутанолизированная аминофуразанилформальдегидная смола, как пленкообразующее вещество / А.В.Островская, И.В.Вигалок, Н.В.Светлаков (СССР).-№2687359/23-05; заявл.21.11.78; опубл. 15.10.80, Бюл. №38.-8 с.



СОДЕРЖАНИЕ

ОРГАНИЗАТОРЫ ФОРУМА 3

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ. 4

ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО
Минниханов Р.Н., Президент Республики Татарстан. 7

ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО
Чубайс А.Б., Председатель Правления ОАО «РОСНАНО» 8

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ 9

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ НОВОЙ ЭКОНОМИКИ РОССИИ
Алферов Ж.И., академик РАН, лауреат Нобелевской премии по физике, научный руководитель инновационного центра в Сколково, сопредседатель Консультативного научного Совета Фонда «Сколково», г. Санкт-Петербург. 11

ОБРАЗОВАНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР В ВЫСОКОРАЗБАВЛЕННЫХ ВОДНЫХ РАСТВОРАХ: ЭФФЕКТ УЛЬТРАНИЗКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ
Коновалов А.И., академик РАН, заведующий отделом супрамолекулярной химии, главный научный сотрудник Института органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КНЦ РАН, г. Казань. 34

НАНОБИОТЕОТЕХНОЛОГИИ ОТВЕЧАЮТ НА ВЫЗОВЫ XXI ВЕКА
Скрябин К.Г., академик РАН и РАСХН,председатель Научного совета по биотехнологии РАН, директор центра «Биоинженерия» Российской академии наук, г. Москва. 41

НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОБЕЗОПАСНОСТЬ
Попов В.О., член-корреспондент РАН, директор Института биохимии им. А.Н. Баха РАН, г. Москва. 49

Секция 1. НАНОТЕХНОЛОГИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. 75

101 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ПАРКА «М-7» КАК ФАКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПУТИ РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
Халилов Р.Р., Зайдуллина Ч.Н. 77

102 МЕТОДЫ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ. ВОЗМОЖНОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ
Эльдарханов А.С., Абрамов В.О. 80

103 ЭЛЕКТРОВОЗДЕЙСТВИЕ, КАК МЕТОД УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ
Тельбухов В.А., Эльдарханов А.С., Юсупов С.С., Гареев Б.И. 84

104 ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАТАЛИТИЧЕСКИХ НАНОМАТЕРИАЛОВ В НЕФТЕ(ГАЗО)ПЕРЕРАБОТКЕ
Носков А.С.. 88

105 ГРЕЮЩАЯ КОМПОЗИЦИЯ С САМОРЕГУЛИРУЕМЫМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ
Нефедьев Е.С., Яруллин Р.С., Кадиров Д.М., Шайдуллин К.Ш., Нефедьев С.Е., Кадиров М.К. 92

106 ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ ПЕРКОЛЯЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В НАНОМИНЕРАЛЬНЫХ ФАЗАХ НЕФТЯНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ, ОСНОВАННОЕ НА ИДЕЯХ ФРАКТАЛЬНОЙ МОДЕЛИ СРЕДЫ
Васильева М.А., Гусев Ю.А., Штырлин В.Г., Изотов В.Г., Ситдикова Л.М. 95

107 УВЕЛИЧЕНИЕ НЕФТЕОТДАЧИ НЕФТЯНОГО ПЛАСТА МЕТОДОМ ОГРАНИЧЕНИЯ ВОДОПРИТОКОВ КОМПЛЕКСАМИ НА ОСНОВЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ ЛАТЕКСНЫХ ДИСПЕРСИЙ
Церажков П.И.,_Адебайо А., Крупин С.В., Изотов В.Г. 97

108 МОЛЕКУЛЯРНЫЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ «*САМОСБОРКИ*» МАКРОЦИКЛИЧЕСКИХ МЕТАЛЛОХЕЛАТОВ В БИОПОЛИМЕР-ИММОБИЛИЗОВАННЫХ МАТРИЦАХ
Михайлов О.В., Казымова М.А., Шумилова Т.А. 102

109 НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗМЕРНОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ КОНСТРУИРОВАНИЯ КАТАЛИЗАТОРОВ
Ламберов А.А. 105

110 МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ИНЕРТНОГО ГАЗА НА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ И НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ЗАВОДАХ
Юсупов С.С., Эльдарханов А.С., Абубакаров М.А., Богатырев Т.С. . . . 106

111 КАТАЛИТИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА КОМПОНЕНТОВ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА В НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
Стрельцов И.А., Мишаков И.В., Ведягин А.А., Буянов Р.А. 109

Секция 2. НАНОТЕХНОЛОГИИ В АВИАКОСМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И МАШИНОСТРОЕНИИ 113

201 ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ФУЛЛЕРЕНОВ ДЛЯ АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
Тимеркаев Б.А., Галеев И.Г., Гисматуллин Н.К., Зиганшин Д.И. 115

202 ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДОВ
Тимеркаев Б.А., Галеев И.Г., Ганиева Г.Р.. 119

203 ПРИМЕНЕНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ НА ПРИМЕРЕ ЭЛЕКТРОАЛМАЗНОЙ ОБРАБОТКИ
Хафизов И.И.. 122

204 СПОСОБЫ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ОДНОРОДНЫХ СМЕСЕЙ
Мудров А.Г., Мудрова А.А. 126

205 СОЗДАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ С НАНОКОМПОЗИТНЫМИ, НАНОМУЛЬТИСЛОИНЫМИ И НАНОГРАДИЕНТНЫМИ ИЗНОСОСТОЙКИМИ ПОКРЫТИЯМИ
Хисамутдинов Р.М., Хисамутдинов М.Р. 130

206 ЦЕЛЬНОЛИТЫЕ ПУСТОТЕЛЫЕ УЗЛЫ И ДЕТАЛИ КОНСТРУКЦИЙ, ЕМКОСТИ И ГАЗОВЫЕ БАЛЛОНЫ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ЛЕГКИХ СПЛАВОВ И В СОЧЕТАНИИ С НАНОКОМПОЗИЦИЯМИ
Булатов Р.И.. 135

207 О ПРОЕКТЕ «РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЯ ДЛЯ СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА КЛАССА АВТОЖИР НА ОСНОВЕ НАНОМАТЕРИАЛОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО МАКСИМАЛЬНУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ПАССАЖИРОВ И ГРУЗОВ НА МАШИНАХ ПОДОБНОГО ТИПА: «АВТОЖИР-10»
Булатов Р.И. 138

208 ФИНИШНАЯ НАНОСТРУКТУРИРУЮЩАЯ ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ПРЕЦИЗИОННЫХ ДЕТАЛЕЙ НА ТОКАРНО-ФРЕЗЕРНЫХ ЦЕНТРАХ
Кузнецов В.П., Горгоц В.Г. 142

209 ПАРАМЕТРЫ БИГОВКИ НАНОМОДИФИЦИРОВАННОГО ПРЕПРЕГА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СКЛАДЧАТОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ ТРЕХСЛОЙНОЙ ПАНЕЛИ
Закиров И.М., Закиров И.И.. 147

210 КОМПОЗИЦИОННЫЕ ИЗБИРАТЕЛЬНО НАСЫЩЕННЫЕ СИСТЕМЫ (КИНС)
Докукин А.М., Макаров А.В. 150

211 ОЦЕНКА ТРЕБОВАНИЙ К ГАЗОДНАМИЧЕСКОМУ ТРАКТУ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ФОРМИРОВАНИЯ В ГАЗОВОЙ ФАЗЕ КАПСУЛИРОВАННОГО ПОЛИМЕРНОГО МАТЕРИАЛА
Файзуллин К.В., Данилаев М.П., Михайлов С.А., Польский Ю.Е. 154

212 МНОГОСЛОЙНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ ПЛЕНКИ С ЗАДАННЫМИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ОТДЕЛЬНЫХ СЛОЕВ
Богослов Е.А., Данилаев М.П., Михайлов С.А., Польский Ю.Е. 157

213 ИЗУЧЕНИЕ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПЛЕНОК ДИОКСИДА ТИТАНА, ДОПИРОВАННЫХ ИОНАМИ FE3+ И CO2+
Афанасьев Д.А., Герасимова Т.А., Виноградов А.В., Агафонов А.В. . . . 161

214 ЖАРОПРОЧНЫЕ АЛЮМИНОМАТРИЧНЫЕ НАНОКОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ С ПОНИЖЕННЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ЛИНЙНОГО ТЕРМИЧЕСКОГО РАСШИРЕНИЯ
Архипов И.В., Емельянов В.Ю., Зайцев И.В. 162

215 ВЫСОКОРЕСУРСНЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ ИЗ НАНОКОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧАЕМЫХ МЕТОДОМ РЕАКЦИОННОГО МЕХАНИЧЕСКОГО ЛЕГИРОВАНИЯ ПОРОШКОВОЙ МЕДИ
Смирнов В.М., Шалунов Е.П., Плотников В.В., Ефимова Л.Б. 166

216 ВЛИЯНИЕ НАНОМОДИФИКАЦИИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПКМ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНЫХ БУМАГ ДЛЯ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ МНОГОСЛОЙНЫХ ПАНЕЛЕЙ
Наумов А.В., Закиров И.М., Файзрахманов Р.Р., Шкодич В.Ф. 170

217 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ РЫНКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН
Салимов Р.И. 174

Секция 3. НАНОНАУКА И НАНОТЕХНОЛОГИЯ: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ. 199

301 НАНОКАТАЛИЗ В ТОНКОМ ОРГАНИЧЕСКОМ СИНТЕЗЕ
Анаников В.П. 201

302 НОВЫЕ КАТОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ С УЛУЧШЕННЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ
Антипов Е.В. 202

003 НАНОСТРУКТУРИРОВАНИЕ КАТАЛИЗАТОРОВ КАК СПОСОБ ВЫПОЛНЕНИЯ ЕВРО-НОРМ ПО КАЧЕСТВУ ТОПЛИВА И ОЧИСТКЕ ВЫХЛОПОВ АВТОТРАНСПОРТА
Бухтияров В.И., Бухтиярова Г.А. 203

304 МЕТОДОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА В НАНОДИАГНОСТИКЕ (ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА, СТРОЕНИЯ И СВОЙСТВ НАНОЧАСТИЦ И НАНОМАТЕРИАЛОВ)
Литвинов И.А. 204

305 ТЕРМОМЕХАНИКА НАНОСТРУКТУРИРУЮЩЕГО ВЫГЛАЖИВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
Кузнецов В.П., Горгоц В.Г., Кузнецова Е.М. 208

306 МОДЕЛИРОВАНИЕ МОДИФИКАЦИИ НАНОСТРУКТУРЫ ВЫСОКОМОЕЛКУЛЯРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЕ
Абдуллин И.Ш., Желтухин В.С., Бородаев И.А. 212

307 НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ УНТ «ТАУНИТ»
Ткачев А.Г., Меметов Н.Р. 216

308 МЕТАЛИЗИРОВАННАЯ ПЛЕНОЧНАЯ НИТРОЦЕЛЛЮЛОЗНАЯ ОСНОВА ДЛЯ ПРОВОДЯЩИХ ПОЛИМЕРНЫХ НАНОСЕНСОРОВ
Матухин Е.Л., Самитов М.И., Шмидт Е.В., Матухина Л.Е. 220

309 СОЗДАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЫСОКОПОРИСТЫХ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ
Матухин Е.Л., Самитов М.И., Матухина Л.Е., Шмидт С.В. 222

310 ИННОВАЦИОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ОСНОВЕ РАЗВИТИЯ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ИНИЦИАТИВ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ НАНОСИСТЕМ
Матухин Е.Л., Туюшева А.И., Чесалина С.А. 224

311 ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ БАРЬЕРЫ МЕЖДУ УСТОЙЧИВЫМИ СОСТОЯНИЯМИ В СУПЕРПАРАМАГНИТНЫХ НАНОЧАСТИЦАХ РАЗЛИЧНОГО ТИПА
Морченко А.Т., Костишин В.Г., Янковский Р.К., Тюлюмджиев Э.А. . . . 230

312 ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ СВОЙСТВ НАНОКОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ Fe_3O_4 И ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА
Костишин В.Г., Морченко А.Т., Нуриев А.В., Панина Л.В., Крупа Н.Н. 235

313 ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ СПИНТРОНИКИ
Усеинов Н.Х., Дёминов Р.Г., Тагиров Л.Р. 240

314 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРЫ СПИРАЛЬНЫХ НАНОТРУБОК МЕТОДОМ ДИФРАКЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ
Пашин Д.М., Хадиев А.Р., Халитов З.Я. 244

315 ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ НАНОСТРУКТУРИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ УГЛЕРОДНЫХ МАКРОВОЛОКОН
Токарева И.В., Мишаков И.В., Ведягин А.А., Соловьева С.В., Петухова Е.С. 249

316 К ВОПРОСУ О ВЫРАЩИВАНИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НАНОГЕТЕРОСТРУКТУР
Рабинович О.И. 253

317 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ
Григорьева Д.Р., Шамсутдинов Р.Р. 257

318 ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ АНИОННОГО НАНОКЛАСТЕРА Pt_3Ir DFT МЕТОДАМИ
Гарифзянова Г.Г. 260

319 РЕЙТИНГИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ
Балякин А.А., Жулего В.Г., Кунина Г.Е., Рубцов В.П. 263

Секция 4. НАНОТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ МЕДИКО-БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ. 265

401 БИОНАНОТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
Иванов А.В. 267

402 ПРИРОДООХРАННАЯ БИОНАНОТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
Иванов А.А. 270

403 РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ИММУНОХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ БЕШЕНСТВА
Хисматуллина Н.А., Чернов А.Н., Юсупов Р.Х., Гулюкин А.М., Макаев Х.Н., Сабирова В.В., Гафарова А.З., Маркова М.И., Петрова Т.П. 274

404 ИЗУЧЕНИЕ ГЕНОМНОГО ПОЛИМОРФИЗМА ИЗОЛЯТОВ FUSOBACTERIUM NECROFORUM
Хузин Д.А., Макаев Х.Н., Фаизов Т.Х., Юрик С.А., Семенихин В.И.. . . 278

405 ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ ВЕЩЕСТВ И НАНОКОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ
Яппаров И.А.. 282

406 АНТИФУНГАЛЬНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ НАНОРАЗМЕРНОЙ СЕРЫ
Массалимов И.А., Зайнитдинова Р.М., Шайнурова А.Р., Мустафин А.Г., Нурлыгаянова Э.А. 284

407 РЕКОМБИНАНТНЫЕ БЕЛКИ И СИНТЕТИЧЕСКИЕ ПЕПТИДЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ТУБЕРКУЛЕЗНОЙ ИНФЕКЦИИ
Шуралев Э.А., Валеева А.Р., Мукминов М.Н., Хисматуллина Н.А., Whelan C. 287

408 ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ОЦЕНКИ ДИСПЕРСНОГО СОСТАВА ПРОМЫШЛЕННЫХ НАНОАЭРОЗОЛЕЙ И СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ
Луценко Л.А., Егорова А.М., Гвоздева Л.Л. 291

409 ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ БИОДОБАВОК НА ОСНОВЕ СОЛОДКИ
Бадртдинова А.К. 295

410 ИЗУЧЕНИЕ ПОЛИПЕПТИДНОГО СОСТАВА БЕЛКОВ КЛЕТОЧНОЙ МЕМБРАНЫ БРУЦЕЛЛ
Иванов А.В., Плотникова Э.М., Панкова Е.В. 299

411 ИННОВАЦИОННАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РОДОВОГО АКТА У ЖЕНЩИН
Хасанов А.А., Орлов Ю.В. 303

412 МИКРОФЛЮИДНЫЕ ЧИПЫ С ИНТЕГРИРОВАННЫМИ МИКРО- И НАНОРАЗМЕРНЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ
Кухтевич И.В., Букатин А.С., Мухин И.С., Чубинский-Надеждин В.И., Евстрапов А.А. 307

413 АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ В ЗОНАХ ТЕХНОГЕНЕЗА
Гиндуллин А.И.. 310

414 ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ КАЛЬЦИФИЦИРУЮЩИХ НАНОЧАСТИЦ ИЗ ВОРОТИЛОВСКОЙ ГЛУБОКОЙ НАУЧНОЙ СКВАЖИНЫ
Златоустова О.Ю., Васильев С.В., Рудый А.С., Чурилов А.Б. 313

415 ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОСТРУКТУРНОЙ ВОДНО-ФОСФОРИТНОЙ СУСПЕНЗИИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ОГУРЦОВ В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА
Яппаров А.Х., Шаронова Н.Л. 317

416 АНАЛИЗ ФОТОАКТИВНОСТИ ПЛЕНОК ДИОКСИДА ТИТАНА, ЛЕГИРОВАННЫХ СЛОЕМ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОЧАСТИЦ
Ермакова А.В., Виноградов А.В., Агафонов А.В. 320

417 ВЛИЯНИЕ НАНОСТРУКТУРНОЙ ВОДНО-ФОСФОРИТНОЙ СУСПЕНЗИИ НА УРОЖАЙНОСТЬ И АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КУКУРУЗЫ
Яппаров А.Х., Хисамутдинов Н.Ш., Валиев И.Д. 321

418 ВЛИЯНИЕ НАНОРАЗМЕРНОГО БЕНТОНИТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ, СОХРАННОСТЬ И КАЧЕСТВО МЯСА БРОЙЛЕРОВ
Ежкова А.М., Яппаров Д.А., Ежков В.О., Яппаров И.А., Мотина Т.Ю., Ежкова Г.О., Нефедьев А.Е., Низамиев И.Р. 325

419 ИЗУЧЕНИЕ НАНОСТРУКТУРЫ ПЕЧЕНИ И ПОЧЕК НОРОК МЕТОДОМ ПРЕРЫВИСТО-КОНТАКТНОЙ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ
Ежков В.О., Нефедьев А.Е., Ежкова М.С., Нефедьев Е.С., Низамиев И.Р. 397

420 СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОРАЗМЕРНОЙ ФОСМУКИ И БИОПРЕПАРАТА КОМПЛЕКСНОГО ДЕЙСТВИЯ
Яппаров А.Х., Дегтярева И.А., Хидиятуллина А.Я. 331

421 ПРЕРЫВИСТО-КОНТАКТНАЯ АТОМНО-СИЛОВАЯ МИКРОСКОПИЯ НАТИВНОГО И НАНОРАЗМЕРНОГО БЕНТОНИТА
Яппаров А.Х., Яппаров И.А., Ежков В.О., Ежкова А.М., Низамеев И.Р. 332

422 НОВЫЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ ОСТЕОИНТЕГРАЦИИ ДЕНТАЛЬНЫХ ИМПЛАНТАТОВ ИЗ НАНОСТРУКТУРНОГО ТИТАНА
Хафизов Р.Г., Миргазизов М.З., Хафизова Ф.А., Миргазизов Р.М., Хафизов И.Р., Миргазизов А.М., Хаирутдинова А.Р. 335

423 МЕТОД ХИМИЧЕСКОГО ГЛУБИННОГО ТРАВЛЕНИЯ МЕТАЛЛА, ИНТЕГРИРОВАННОГО С КОСТНОЙ ТКАНЬЮ ПРИ ДЕНТАЛЬНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ
Миргазизов М.З., Хафизов Р.Г., Миргазизов Р.М., Хафизова Ф.А., Миргазизов А.М., Хафизов И.Р., Хаирутдинова А.Р. 341

424 ПРИМЕНЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНО - ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ВИДОВОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПЕРЕВИВАЕМЫХ ЛИНИЙ КЛЕТОК ЖИВОТНЫХ
Плотникова Э.М., Закирова Е.Ю., Фаизов Т.Х. 345

425 ПРИМЕНЕНИЕ НАНОСТРУКТУРНОЙ ВОДНО-ФОСФОРИТНОЙ СУСПЕНЗИИ В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУКУРУЗЫ НА ЗЕЛЕНУЮ МАССУ
Яппаров А.Х., Хисамутдинов Н.Ш., Валиев И.Д. 349

426 ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОВОЩНОГО КОМПЛЕКСА
Неменущая Л.А. 351

427 НАНОБИОПРЕПАРАТ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБРАЗЦА И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ БИОДЕСТРУКЦИИ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ
Морозов Н.В, Иванов А.В. 355

Секция 5. НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. 359

501 НАНОМОДИФИКАТОРЫ И НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
Королев Е.В. 361

502 ПРИМЕНЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В СОВРЕМЕННЫХ БЕТОНАХ
Морозов Н.М. 365

503 ДЕВУЛКАНИЗАЦИЯ РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ В РАСПЛАВЕ БИТУМА В ПРИСУТСТВИИ НАНОРАЗМЕРНЫХ СИСТЕМ
Аюпов Д.А., Мурафа А.В., Хозин В.Г. 368

504 НАНОМОДИФИЦИРОВАННОЕ ЭПОКСИДНОЕ СВЯЗУЮЩЕЕ ДЛЯ ПОЛИМЕРНОЙ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ
Зыкова Е.С., Хозин В.Г. 383

505 НАНОМОДИФИКАЦИЯ ГИБРИДНЫХ СВЯЗУЮЩИХ ДЛЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
Халикова Р.А., Старовойтова И.А., Хозин В.Г. 376

506 ОСВОЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОПРОЧНЫХ БЕТОНОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОДОБАВКАМИ НА ОСНОВЕ УНТ
Габидуллин М.Г., Рахимов Р.З., Хузин А.Ф., Ткачев А.Г. 380

507 ВЛИЯНИЕ МНОГОСЛОЙНЫХ НАНОТРУБОК НА ВЯЗКОСТЬ РАЗРУШЕНИЯ
Леонович С.Н., Еберхардштайнер Й., Яковлев Г.И., Первушин Г.Н. . . . 384

508 ПВХ МАТЕРИАЛЫ С УСИЛЕННЫМИ ПОВЕРХНОСТНЫМИ СВОЙСТВАМИ
Фахрутдинова В.Х. 393

509 НАНОМОДИФИКАЦИЯ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ СМОЛ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
Мубаракшина Л.Ф. 397

510 ВЛИЯНИЕ НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫХ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ
Хузин А.Ф., Габидуллин М.Г., Рахимов Р.З. 400

511 ЗАЩИТА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НАНОРАЗМЕРНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ НА ОСНОВЕ СЕРЫ
Массалимов И.А., Мустафин А.Г., Янахметов М.Р. Хусаинов А.Н., Чуйкин А.Е. 403

512 ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ
Майоров С.В. 405

513 МОДИФИКАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ МНОГОСЛОЙНЫМИ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ Яковлев Г.И., Первушин Г.Н., Маева И.С., Пудов И.А., Шайбадуллина А.В. 409

514 О ПЕРСПЕКТИВАХ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОТЕХНОГЕННЫХ ШЛАМОВЫХ ОТХОДОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ СОВРЕМЕННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
Коренькова С.Ф., Чумаченко Н.Г., Сидоренко Ю.В., Хлыстов А.И. 412

515 УГЛЕРОДНЫЕ НАНОМОДИФИКАТОРЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ
Жукова Е.А., Стрельцов И.А., Мишаков И.В., Ведягин А.А., Буянов Р.А. 415

Круглый стол. ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ НАНОИНДУСТРИИ 419

601 ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОТРУДНИЧЕСТВА ВУЗОВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН С ФОНДОМ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ОАО «РОСНАНО» В ОБЛАСТИ ОПЕРЕЖАЮЩЕЙ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ НАНОИНДУСТРИИ
Попова Г.Е. 421

602 ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПРОГРАММЫ ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЭЛЕКТИВНЫХ КУРСОВ «ОСНОВЫ НАНОТЕХНОЛОГИИ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ»
Желтухин В.С., Бородаевм И.А.. 423

603 КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «НАНОТЕХНОЛОГИЯ»
Смирнов В.А., Королев Е.В., Гришина А.Н.. 425

604 МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ТЕХНИКОВ – IT СПЕЦИАЛИСТОВ
Рамазанова Д.А. 429

605 ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРЕДПРОФИЛЬНОЙ И ПРОФИЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ ЧЕРЕЗ ОРГАНИЗАЦИЮ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ
Корнева С.Н. 432

Тур программы «У.М.Н.И.К.». ПОЛУФИНАЛЬНОЕ МЕРОПРИЯТИЕ ВМНТК «ИДЕЛЬ», АККРЕДИТОВАННОЕ ФСР МФП НТС В КАЧЕСТВЕ РЕГИОНАЛЬНОГО МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРОГРАММЕ «У.М.Н.И.К.» 437

001 ПРОИЗВОДСТВО КОМБИНИРОВАННОГО ГОФРОКАРТОНА С ВЫСОКИМИ БАРЬЕРНЫМИ И ПРОЧНОСТНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ
Перепелкина А.А., Мусина Л.Р., Галиханов М.Ф. 439

002 СОЗДАНИЕ ТЕСТ-СИСТЕМ ДЛЯ СЕРОДИАГНОСТИКИ ТУБЕРКУЛЕЗА
Валеева А.Р. 442

003 НОВЫЙ «ЗЕЛЕНЫЙ» СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ГЛИЦИФОНА – ПРЕПАРАТА ПРОТИВ РАКА КОЖИ И ПРЕДРАКОВЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ КОЖИ
Загидуллин А.А., Бердник И.В., Милюков В.А.. 443

004 БИОСОВМЕСТИМЫЕ БАКТЕРИЦИДНЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ЭНДОПРОТЕЗОВ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА, ПОЛУЧЕННЫЕ ИЗ СМЕСИ НИТРИДОВ МЕТАЛЛОВ IV ГРУППЫ
Кадыров Ф.Ф., Абдуллин И.Ш., Гатина Э.Б., Шаехов М.Ф. 444

005 ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ, ПАВ ИПЕНЕТРИРУЮЩИХ СОСТАВОВ НА ПРОЦЕСС ОТМОКИ ШКУРОК КРОЛИКА
Солдаткина Е.А. 445

006 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЛАЗМЫ ПОНИЖЕННОГО ДАВЛЕНИЯ НА ФИЛЬТРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ
Сабирзянова Р.Н. 451

007 РАЗРАБОТКА ФИЗИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ ГЕНЕРАТОРА УЛЬТРАКОРОТКИХ ИМПУЛЬСОВ В УЛЬТРАФИОЛЕТОВОМ ДИАПАЗОНЕ СПЕКТРА
Ахтямов О.Р., Низамутдинов А.С. 452

008 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЧ ПЛАЗМЫ ПОНИЖЕННОГО ДАВЛЕНИЯ НА КРАСИЛЬНО-ЖИРОВАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ОПЕРАЦИИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ШКУР БОБРА
Ягафарова А.А. 455

009 ВОЗМОЖНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО ПРОТИВОКОРРОЗИОННОГО ПИГМЕНТА ПОСРЕДСТВОМ УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННОГО ХРОМСОДЕРЖАЩЕГО КАТАЛИЗАТОРА НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
Петровнина М.С., Феоктистов Д.А., Вахин А.В. 457

010 НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ УЛЬТРАТОНКИХ ДИСПЕРСИЙ МОДИФИЦИРОВАННЫХ НЕФТЯНЫХ ТОПЛИВ
Валиев Д.З., Кемалов А.Ф., Кемалов Р.А.. 460

011 ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМОЙ НЕФТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫХ ВЫТЕСНЯЮЩИХ АГЕНТОВ
Кондратьев И.А.. 464

012 УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ОПОР ТРЕНИЯ ТУРБОКОМПРЕССОРНЫХ АГРЕГАТОВ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ АНТИФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ВНЕДРЕНИЯ ПЕРЕДОВЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ
Шадиев И.Н., Кемалов Р.А.. 465

013 РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭПОКСИДНОЦЕМЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ОТВЕРЖДЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ НОВЫХ АМИНОФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ
Сулейманова Р.В., Медведева К.А. 4868

014 СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ НАТУРАЛЬНОЙ КОЖИ С ПОВЫШЕННЫМИ ГИГИЕНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ
Николаенко Г.Р., Кулевцов Г.Н.. 470

015 РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ПРОТИВООПУХОЛЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ИЗВЕСТНЫХ ФАРМСУБСТАНЦИЙ И ПРОИЗВОДНОГО ВИТАМИНА B6
Юсупова Э.Р., Штырлин Н.В., Пугачев М.В., Иксанова А.Г., Абдуллин Т.И., Штырлин Ю.Г. 473

016 ИММУНОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ БЕШЕНСТВА В ДИКОЙ ФАУНЕ НА ТЕРРИТОРИИ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ
Петрова Т.П. 475

017 СОЗДАНИЕ ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ ИНКАПСУЛИРОВАННЫХ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ФЕРМЕНТОВ ДЛЯ ТЕРАПИИ ДИГЕСТИВНЫХ РАССТРОЙСТВ
Ибрагимов А.Н. 478

018 РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ СПИРТАМИ АМИНОСМОЛ Латфуллин И.И., Островская А.В., Абдуллин И.Ш. 480

МАТЕРИАЛЫ
IV МЕЖДУНАРОДНОГО
КАЗАНСКОГО ИННОВАЦИОННОГО
НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ФОРУМА

4th INTERNATIONAL KAZAN INNOVATION NANOTECHNOLOGY FORUM

(NANOTECH'2012)

Казань, 27 – 29 ноября 2012 года

Статьи воспроизводятся с оригиналов, представленных авторами, и Издатель не несет ответственности за содержание статей.
Ответственный за выпуск Г.Н. Мингалеева

Электронный ресурс

Издательство ГУП РТ «Татарстанский ЦНТИ»