

**Министерство образования и науки Республики Татарстан
Инновационно-производственный технопарк «Идея»
Казанский физико-технический институт КазНЦ РАН
Академия наук Республики Татарстан
Инвестиционно-венчурный фонд РТ
Казанский научный центр РАН**

**КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
“Молодежь и инновации Татарстана”**

26-27 октября 2017 года

сборник материалов

Казань - 2017

Конференция организована при поддержке дирекции КФТИ КазНЦ
РАН

Печатается в авторской редакции
Технический редактор: И.В. Яцык

К 65 Конференция молодых ученых «Молодежь и инновации Татарстана», КФТИ КазНЦ РАН, 26-27 октября 2017 года. // Сборник материалов конференции. – Казань: 2017. – 60 с.

В данном сборнике содержатся материалы, представленные на конференцию молодых ученых «Молодежь и инновации Татарстана», проходившую 26-27 октября 2017 года. Тематика публикуемых работ охватывает широкий круг научных и прикладных проблем, которые исследуются в республике Татарстан.

Адресуется специалистам в области физики конденсированных состояний, радиоспектроскопии, молекулярной фотохимии, оптики кристаллов, медикам и биологам, а также аспирантам, магистрантам и студентам естественно - научных специальностей университетов.

ПРОГРАММНЫЙ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ:

Калачев А.А., ВрИО директора КФТИ КазНЦ РАН, профессор РАН

Салихов К.М., научный руководитель КФТИ, академик РАН

Ибрагимов О.Е., ИО Генерального директора ЗАО «Инновационно-производственный Технопарк «Идея»

Гусев С.Н., начальник отдела научно-технической политики Министерства образования и науки Республики Татарстан, к.э.н.

Арсланов В.А., Советник Президиума АН РТ, к.т.н.

Гараева Р.Р., начальник отдела развития инновационной деятельности Инвестиционно-венчурного фонда РТ

Гайнуллина Ф.К., начальник отдела развития инновационных программ ЗАО «Инновационно-производственный Технопарк «Идея»

Баскевич П.П., директор по инновациям АО КНИАТ, к.т.н.

Воробьев Ю.Н., старший научный сотрудник АО КНИАТ

Фаттахов Я.В., заведующий лабораторией ММФ КФТИ, к.ф.-м.н.

Воронкова В.К., заведующая лабораторией СФСХ КФТИ, д.ф.-м.н.

Шапошникова Т.С., старший научный сотрудник КФТИ, к.ф.-м.н.

Яцык И.В., научный сотрудник КФТИ, к.ф.-м.н.

Содержание

1. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 5

И.А. Щербаков *Разработка дистанционных учебных курсов в системе MOODLE с использованием технологий геймификации* 7

2. МЕДИЦИНА БУДУЩЕГО 11

М.М Бакиров *К алгоритму определения константы скорости спинового обмена из анализа формы спектра эпр раствора парамагнитных зодов* 13

3. СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ИХ СОЗДАНИЯ 15

Р.Р. Гарипов *Разработка электропроводящего композиционного материала на основе полимера и углеродных нанотрубок* 17

А.Р. Идрисов *Бесполимерная высокотемпературная технологическая жидкость для гри на основе цвиттерионных вякзоупругих ПАВ* 19

Д.С. Львов *Разработка методики синтеза субмикронных монокристаллических пластин на основе Vi , SE , TE методом физического осаждения* 23

О.И. Морозов *Разработка и исследование технологии повышения стойкости рабочих поверхностей деталей штампов и пресс-форм из теплостойких сталей с использованием методов поверхностной модификации* 26

А.М. Рогов *Создание SERS-активных подложек методом ионной имплантации германия ионами серебра с последующим импульсным отжигом* 29

Т.М. Салихов *Магнитные свойства смешанно-валентного соединения $LiMn_2TeO_6$* 31

Ю.Х. Усманова *Разработка гомогенных каталитических систем на основе соединений кальция для процессов окисления алкилароматических углеводородов* 32

Р.Р. Фатыхов *Разработка анодного материала для литий - ионных аккумуляторов с улучшенными удельными характеристиками* 35

Е.Е. Anisimova *Peculiarities of the multi-pulse protocols in solid state 1H NMR in $Cu(II)$ -oxamidato complex* 37

В.В. Воробьев *Эффект усиления комбинационного рассеяния света на ионносинтезированных наночастицах серебра* 39

А. А. Камашев *Возможность генерации спин-поляризованного тока в сверхпроводящем слое* 44

4. НОВЫЕ ПРИБОРЫ И АППАРАТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ..... 47

Н.Р. Ахмедов *Разработка скважинного (забойного) трактора для бурения горизонтального участка скважины.....* 49

В.Е. Хундиряков *Разработка радиочастотного приёмного датчика повышенной чувствительности для специализированного томографа.....* 51

5. БИОТЕХНОЛОГИИ 53

А.Р. Сафиуллина *Разработка молекулярно-генетического метода тестирования крупного рогатого скота по ДНК-маркерам иммунной системы.....* 55

А.И. Вафина *Перспектива применения новых молочнокислых изолятов в технологии нежирных йогуртов.....* 59

1. Информационные технологии

РАЗРАБОТКА ДИСТАНЦИОННЫХ УЧЕБНЫХ КУРСОВ В СИСТЕМЕ MOODLE С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ГЕЙМИФИКАЦИИ

И.А. Щербаков и С.С. Виноградова, А.А. Додонова

*Казанский национальный исследовательский технологический университет (420015 г. Казань ул. Карла Маркса д. 68,)
e-mail: igor09_91@mail.ru*

1. ВВЕДЕНИЕ

Глубокие теоретические познания – необходимое условие для грамотной работы специалиста. Однако освоение профессии на основе литературы, лекций, семинаров не дает практического опыта. Его приходится нарабатывать в процессе реальной трудовой деятельности методом проб и ошибок. Геймификация позволяет перенести обучение в искусственную среду, максимально приближенную к реальной. Цель использования в образовании игровых элементов и механик – вовлечь в учебный процесс и удержать в нем учащегося, используя новые технологии для эффективного получения знаний и навыков. Это особенно актуально при дистанционном обучении, где доля самостоятельной работы студента максимальна и успешность обучения зависит от его мотивированности и самоорганизованности.

Геймификация заключается в применении игровых элементов в неигровой среде. Геймификация образования, в нашем случае дистанционного обучения, - это не создание образовательных видеоигр, это формирование сообщества, участники которого помогают друг другу, соревнуются друг с другом и мотивируют друг друга. Целью геймификации образования является создание такой системы, в которой успешность игры участника зависит от его навыков и знаний, которые можно перенести в реальный мир.

Каждый год возрастает число людей нуждающихся в обучении определенного типа и вне образовательных учреждений для того, чтобы иметь возможность работать в полную силу. Выходом из сложившейся ситуации является дистанционное обучение. Этот вид обучения может подойти всем желающим, а плата за нее намного меньше, чем при очной форме обучения. Помимо этого можно выбрать определенные учебные курсы, т.е. получать так называемое "образование по заказу", которое так же дает некоторое преимущество в цене по сравнению с существующей моделью очного образования. Универсальный доступ при уменьшении цены - вот стимул для настойчивой работы всех орга-

низаций, которые предоставляют услуги дистанционного обучения. В дополнение к экономическим факторам такая форма обучения предполагает увеличение числа нетрадиционных учащихся, например, пожилых или уже работающих людей, беременных женщин. Ясно, что при таком индивидуальном подходе люди с большей готовностью платят за возможность учиться в выбранном ими месте и в приемлемом для них темпе [1].

2. РАЗРАБОТКА ДИСТАНЦИОННЫХ УЧЕБНЫХ КУРСОВ

Одной из самых популярных платформ дистанционного обучения является «Электронная система управления обучением Moodle». Она представляет собой инструментальную среду для разработки электронных курсов, которая позволяет создать единое учебное пространство для слушателей и преподавателей курсов. Данная система по своим функциональным возможностям, простоте освоения и удобству использования удовлетворяет большинству требований, предъявляемых пользователями к системам электронного обучения [2].

С точки зрения использования в образовательном процессе ресурсы Moodle достаточно разнообразны и позволяют осуществлять непрерывный контроль усвоения материала темы, что значительно увеличивает эффективность обучения. Кроме того, учащиеся, пропустившие занятия, или желающие повторить, разобраться со сложной темой, получают дополнительную возможность для изучения материала урока, что существенно повышает эффективность обучения. Таким образом, Moodle является и центром создания учебного материала и обеспечения интерактивного взаимодействия между участниками учебного процесса.

Целью данной работе являлось изучение возможностей и использование игровых элементов и механик электронной системы управления образованием Moodle для технических специальностей, разработке расчётные, тестовые задания и семинара для курса «Методы коррозионных испытаний».

Для создания тестовых заданий в электронной системе управления образованием Moodle был использован следующий алгоритм:

1. Подготовлены вопросы к разделу «Химическая коррозия» [3];
2. Создан курс в системе Moodle;
3. С использованием функцией добавить элемент или ресурс созданы тесты и добавлены вопросы четырех видов – множественный выбор, верно – неверно, вопрос на соответствие, ответ в виде слова.

Было создано 36 тестов, которые были сгруппированы в три группы по 12 вопросов, т.к. точность определения тестового балла зависит от количества заданий в тесте (при 10-20 ТЗ точность составляет 20%,

30-40 ТЗ - 10%) [4]. Наибольшее количество студентов (4 человека) ответило на 8 тестов из 12, что составляет 67% правильных ответов, трое студентов ответило на 9 и более вопросов, и только 2 человека, что составляет 17% от общего числа студентов, ответили на 5 и 6 вопросов (42% правильных ответов).

По разделу «Электрохимическая коррозия» [5] были составлены три задания для самостоятельной работы студентов по курсу «Методы коррозионных испытаний».

Для создания расчетных заданий в электронной системе управления образованием Moodle использовался следующий алгоритм:

1. В режиме редактирования создавалось задание с помощью функции добавить элемент или ресурс;
2. Заполнялось описание задания, и предоставлялись дополнительные файлы для решения;
3. Устанавливали начало предоставления работы и конечный срок сдачи, и максимальное количество попыток отправки работы студентами;
4. Определяли максимальную оценку, а так же проходной балл.

Анализ полученных результатов, показал, что задание 1 оказалось наиболее легким, т.к. 9 студентов из 11 решили его на 100%, задание 2 оказалось самым сложным (5 человек не справились с заданием), с заданием 3 справились практически все студенты (10 из 11), общий процент выполнения заданий составил 65%.

Кроме того, в системе Moodle был организован семинар на тему «Методы защиты металлов от коррозии» [6], в ходе которого студенты предоставляли свои работы в виде презентаций. Презентации оценивал не только преподаватель, но и другие студенты, предоставившие работу. Алгоритм выполнения семинара:

1. На первом этапе студент знакомился с семинаром и изучал инструкцию для работы;
2. Скачивал предоставленную преподавателем в качестве примера презентацию, для оценивания ее по трем критериям – содержание, объем и внешний вид;
3. После подготовки работы в виде файл word загружал ее на сайт, после чего появлялось диалоговое окно, с возможностью редактирования работы до фазы оценивания;
4. Оценивание работы преподавателем и студентами. В распределении работ преподаватель определяет каждому участнику, представившему работу рецензента и рецензируемого. После этого студенты оценивали работы сокурсников;
5. На итоговом этапе семинара преподаватель оценивал участие в семинаре, и учитывал оценки, поставленные студентами.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Система дополнительного образования Moodle вполне приспособлена для использования игровых технологий в учебном процессе, где кульминацией обучения становится не просто обмен информацией, а демонстрация полученных знаний и навыков, обсуждение результатов обучения, само- и взаимооценивание [7]. Поэтому преподаватели желающие активизировать учебный процесс, уже сейчас могут использовать игровые технологии в дистанционном обучении как в полном объеме, так и на уровне внедрения игровых элементов и механик. В отличие от компьютерных игр процессом дистанционной игры должен руководить преподаватель. Поэтому этот трудоемкий процесс требует дополнительных знаний не только о методологии учебных игр, структуре и балансе игры, но и принципах дистанционного обучения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Д.С. Станимирович, Разработка дистанционного курса по информатике для студентов технических специальностей реализованных в LMS “Sakai” (на примере КГАСУ), КГАСУ, Казань (2015).
- [2] Н.Д. Быковицкая, Работа в системе дистанционного обучения Moodle. Краткое руководство слушателя, ГУЭИФ, Санкт – Петербург (2011).
- [3] Н.П. Жук, Курс теории коррозии и защиты металлов, Металлургия, Москва (1976).
- [4] В.С. Аванесов, Форма тестовых заданий, Центр тестирования, Москва (2005).
- [5] И.В. Семенова, Коррозия и защита от коррозии, ФИЗМАТЛИТ, Москва (2002).
- [6] А.А. Попова, Методы защиты от коррозии. Курс лекций, Изд-во Лань, Санкт – Петербург (2014).
- [7] О.Б. Елагина, Геймификация дистанционного обучения, Открытое и дистанционное образование №4, Москва (2014).

2. Медицина будущего

К АЛГОРИТМУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНСТАНТЫ СКОРОСТИ СПИНОВОГО ОБМЕНА ИЗ АНАЛИЗА ФОРМЫ СПЕКТРА ЭПР РАСТВОРА ПАРАМАГНИТНЫХ ЗОНДОВ

Бакиров М.М.¹, Галеев Р.Т.¹, Салихов К.М.¹

*КФТИ КазНЦ РАН 420029, г. Казань, ул. Сибирский тракт, 10/7
e-mail: pinas1@yandex.ru*

Спиновый обмен между частицами в растворах привлекает внимание исследователей. Например, при исследовании доступности различных участков белков используют проявления спинового обмена в форме спектра ЭПР спиновой метки [1, 2].

Форма спектра ЭПР спиновых зондов зависит от фазовой релаксации спинов и переноса спиновой когерентности между зондами. Эти параметры системы зависят от различных взаимодействий: обменного взаимодействия, диполь-дипольного взаимодействия и сверхтонкого взаимодействия (СТВ) неспаренных электронов с магнитными ядрами. Целью работы является получение константы скорости спинового обмена с учетом существующих взаимодействий.

На основе анализа экспериментальных данных группой Бейлса [3, 4] разработан метод получения константы скорости спинового обмена между радикалами в растворах, который можно характеризовать как феноменологический. В работе [5] на основе кинетических уравнений для поперечной намагниченности детально рассмотрены вклады диполь-дипольного и обменного взаимодействий между спиновыми зондами в ширину и форму линий спектра ЭПР и предлагаются подходы для разделения вкладов данных взаимодействий, и в итоге определения константы скорости спинового обмена. Однако, в работе [5] сверхтонкое взаимодействие с магнитными ядрами учитывалось не полностью: учитывалось только расщепление спектра ЭПР нитроксильных радикалов за счет взаимодействия неспаренного электрона с магнитными ядрами азота. В работе [6] дан детальный анализ трансформаций спектра ЭПР с учетом сверхтонкого взаимодействия неспаренного электрона зонда со всеми магнитными ядрами. Нами был сформулирован модифицированный алгоритм определения константы скорости спинового обмена между нитроксильными радикалами. Найдена область применимости предложенного в работе [5] алгоритма определения скорости спинового обмена, который был сформулирован для модельной ситуации без

учета СТВ с протонами, для реальных систем с учетом СТВ не только с ядрами азота, но и с протонами.

В данной работе экспериментально реализовано разделение обменного и диполь-дипольного взаимодействий для нитроксильных радикалов 4-Hydroxy-2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-¹⁵N-oxyl (Tempol N15H), 4-Hydroxy-2,2,6,6-tetramethylpiperidine-d17-¹⁵N-oxyl (Tempol N15D) в 60% водно-глицериновом растворе. Установлено, что оба алгоритма [4, 6] дают приемлемые значения константы скорости обменного взаимодействия в системах, имеющих сверхтонкую структуру как за счет магнитных ядер азота, так и других магнитных ядер: протонов и дейтронов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Khan N., Williams B.B., Swartz: *Appl Magn Reson.* 30, 185-199 (2006)
- [2] Villamena F., Zweier J.: *Antioxidants and redox signaling.* 6, 619-629 (2004)
- [3] Bales B., Peric M.; *J. Phys. Chem. B.* 101, 8707-8716 (1997)
- [4] Bales B., Meyer M., *J. Phys. Chem. A* 118, 6154–6162 (2014)
- [5] Salikhov K.: *Appl Magn Reson* 38, 237-256 (2010)
- [6] Salikhov K., Bakirov M., Galeev R.T.: *Appl Magn Reson* 47, 1095-1122 (2016)
- [7] К.И.Замараев, Ю.Н.Молин, К.М. Салихов. Спиновый обмен. Наука, Сибирское отделение, Новосибирск, с.317 (1977).

3. Современные материалы и техно- логии их создания

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРА И УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Р.Р. Гарипов, С.М. Хантимеров, Н.М. Сулейманов

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского Казанского научного центра Российской академии наук (КФТИ КазНЦ РАН), (РТ, г.Казань, ул. Сибирский тракт д. 10/7)
e-mail: gari_rtrf@mail.ru*

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время ведутся интенсивные поиски и разработки новых функциональных материалов, обладающих специфическими свойствами. Один из таких типов материалов - это электропроводящие полимеры, которые могут найти свое применение в таких областях как экранирование, электроника и электротехника, военная промышленность и т.д. Для придания полимерам электропроводящих свойств в их структуру вводятся различные электропроводящие добавки (графит, углеродная сажа, металлические порошки) [1], при этом немаловажным является равномерность их распределения в объеме материала. Наиболее перспективными наполнителями в полимеры являются углеродные нанотрубки (УНТ).

Целью данной работы является исследование и разработка композитного материала на основе полимерных сред, допированных углеродными нанотрубками, обеспечивающих высокую электропроводность композиционного материала при малом расходе наполнителя.

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Равномерному распределению нанотрубок в полимерной матрице препятствует наличие примесей (частицы катализатора, аморфный углерод), которые возникают в процессе синтеза, и их склонность к коагуляции. Поэтому, для применения УНТ в качестве наполнителя в материалы существует необходимость их предварительной обработки [2]. Большая часть существующих методик очистки и функционализации нанотрубок предполагает применение большого объема химических реактивов, в основном концентрированных кислот и щелочей (например, 3:1 HNO_3 и H_2SO_4), при этом, обработка проводится при высокой температуре, а время обработки может достигать от 3-х часов до несколь-

ких дней. Также следует отметить, что некоторые методики включают в себя несколько циклов очистки и функционализации, что приводит к усложнению процесса изготовления модификатора.

В работе будет использована методика обработки УНТ, которая предполагает обработку углеродных нанотрубок с использованием не концентрированных кислот, а их водных растворов, при меньших температурах и с меньшим временем обработки. Использование данной методики позволяет получить равномерное распределение УНТ в полимерной среде. Кроме того, при использовании данной методики катализатор синтеза УНТ (металлы подгруппы железа) почти не удаляется из образца, что может дать дополнительный вклад в электропроводимость конечного материала.

В работе предполагается использование как одностенных, так и многостенных нанотрубок, в частности конических углеродных нанотрубок. Такие структуры в отличие от более традиционных, цилиндрических, характеризуются большим количеством оборванных связей на поверхности, что предполагает более высокую их эффективность к функционализации.

3. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В работе будут изучены процессы модификации структуры УНТ, разработана методика управляемого распределения добавки в среде, установлены зависимости электрофизических характеристик композиционного материала от концентрации легирующих элементов и их распределения, что позволит создать научно-технический задел для разработки композиционных материалов, легированных углеродными нанотрубками, обладающих улучшенными функциональными характеристиками.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] А.Г.Гроздов, Е.А.Косарева, О.А.Штылева, Е. Тун Наинг, Г.М.Цейтлин, *Электропроводящие полимеры*, Химическая промышленность, № 5, 2007
- [2] Tong Lin, Vardhan Bajpai, Tao Ji, Liming Dai, *Chemistry of carbon nanotubes*, Aust. J. Chem., № 56, 2003.

БЕСПОЛИМЕРНАЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЖИДКОСТЬ ДЛЯ ГРП НА ОСНОВЕ ЦВИТТЕРИОННЫХ ВЯЗКОУПРУГИХ ПАВ

А.Р. Идрисов, Н.Ю. Башкирцева, Д.А. Куряшов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (ФГБОУ ВО «КНИТУ»)
idrisovairat@gmail.com

Во избежание трудностей в случае применения жидкостей гидравлического разрыва пласта (ГРП), таких как, во-первых, ухудшение фильтрационных свойств коллектора за счет осаждения остатками не разрушенных до конца производных гуар (полимеров) в поровом пространстве и образовавшихся трещин, во-вторых, высокая вязкость растворов полимера усложняет процесс доставки проппанта глубоко в низкопроницаемый пласт, где образуются трещины, растущие в высоту пласта, тогда как при обработке часть пласта с плохими фильтрационными свойствами сводится к созданию длинной трещины, распространяющейся как можно глубже в продуктивный интервал, тогда стоит использовать жидкости на основе поверхностно-активных веществ без добавления производных гуар, обладающими вязкоупругими свойствами, в частности цвиттерионных поверхностно-активных веществ. Одним из самых важных преимуществ цвиттерионных поверхностно-активных веществ является, во-первых, способность разрушаться при контакте с углеводородами (после легко выводить вместе с добываемыми флюидами, оставляя высокопроницаемые участки пласта), во-вторых, сохранять один заряд во всем диапазоне рН среды, в-третьих, устойчивость к щелочам и кислотам, в-четвертых – дешевизна продукции [1-3].

Поэтому актуальной задачей является исследование разработанной жидкости гидроразрыва пласта на основе поверхностно-активных веществ, выдерживающие высокие температуры.

Из рисунка 1 видно (исследовали на ротационном реометре Haake Rheostress RS 6000), что при нагревании от 25 до 55°C вязкость увеличивается в 3 раза, и видно, что вязкость падает при температурах свыше 45°C и видимо при более высоких температурах свыше 90°C будет наблюдаться падение вязкости. В результате адсорбции увеличивается площадь, приходящая на одну гидрофильную головку в мицелле, что приводит к уменьшению плотности упаковки мицеллы и, следовательно, должно приводить к уменьшению длины мицелл. В случае нагревания, в результате ускорения теплового движения, ионы соли десорбируются, и длина мицелл снова растет. Но свыше 55°C наблюдаем обрат-

ную зависимость, уменьшение вязкости с увеличением температуры, так как не хватает ионов для экранирования электростатического отталкивания, что и приводит уменьшению длины мицеллы.

При нагревании, как можно увидеть на рисунках 1 и 2, вязкость растворов хлорида кальция и ЦПАВ возрастает в 4 раза. Повышение вязкости при нагревании объясняется следующим образом: при нагревании в результате ускорения теплового движения ионы соли хлорида кальция десорбируются, и длина мицелл снова растет. Стоит отметить, что в случае содержания 3 и 10 мас.% хлорида кальция наблюдается незначительное понижение вязкости после 80°C, в то время как для 20 и 30 мас.% CaCl_2 наблюдается постоянное повышение вязкости до 90°C. Идентичную зависимость наблюдаем при содержании 1 и 3 мас.% ЦПАВ, поэтому в целях экономии, для разработки жидкости для ГРП необходимо брать 1 мас.% ЦПАВ [4-5].

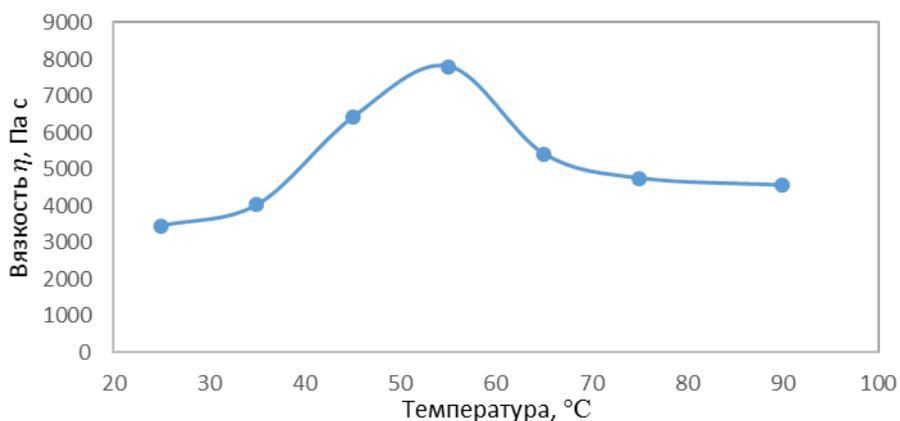


Рисунок 1 – Зависимость вязкости от температуры для водных растворов 3.0 мас. % ЦПАВ и 3.0 мас. % NaCl (Haake Rheostress RS 6000).

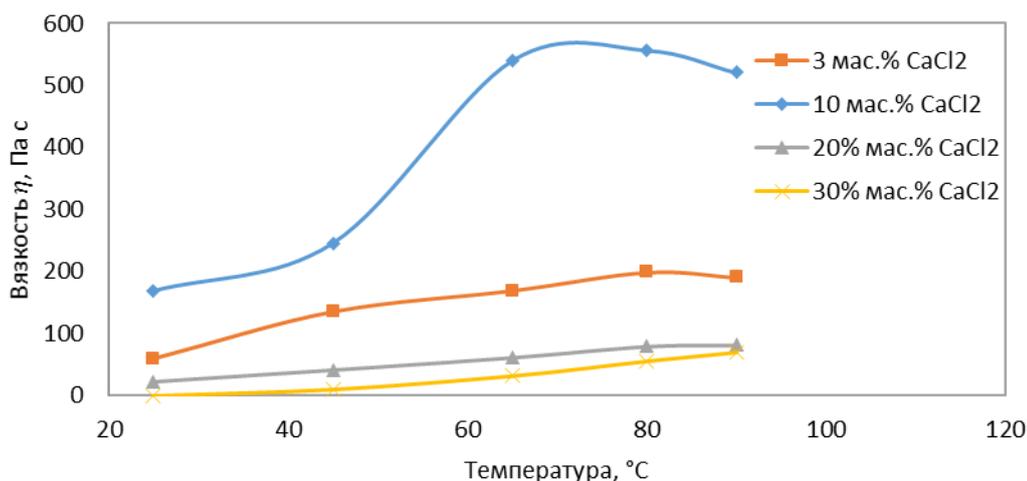


Рисунок 2 – Зависимость вязкости водных растворов 1.0 мас. % ЦПАВ при содержании 5, 10, 20 и 30 мас.% хлорида кальция CaCl_2 от температуры 25 – 90°C (Haake Rheostress RS 6000).

Исследование высокотемпературных реологических свойств свыше 100°C проводились на ротационном реометре FANN 50SL под давлением.

При нагревании в широком диапазоне температур от 20 до 140°C при разных скоростях сдвига, как можно увидеть на рисунках 3 и 4, вязкость растворов хлорида кальция и ЦПАВ возрастает в несколько порядков. Стоит отметить, что в случае содержания 3 и 10 мас.% хлорида кальция наблюдается незначительное понижение вязкости после 80°C , в то время как для 20 и 30 мас.% наблюдается постоянное повышение вязкости до 140°C .

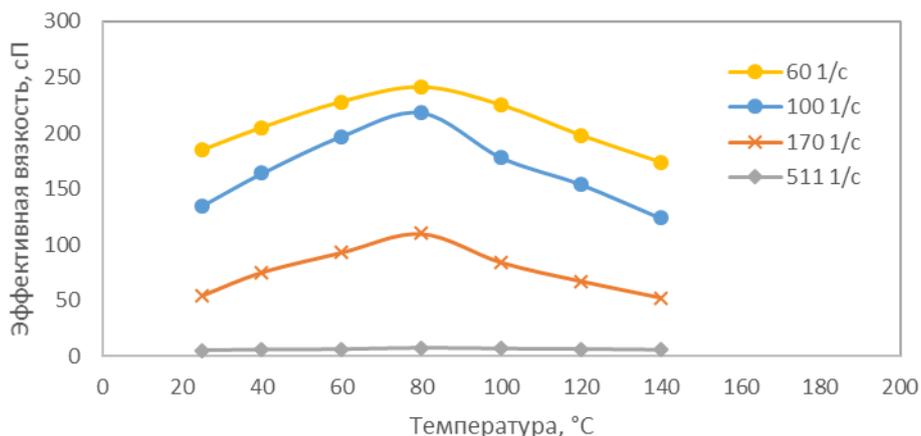


Рисунок 3 – Зависимость эффективной вязкости растворов ЦПАВ (1 мас.% ЦПАВ, 3 мас.% CaCl_2) от температуры при разных скоростях сдвига исследованных на приборе FANN 50SL

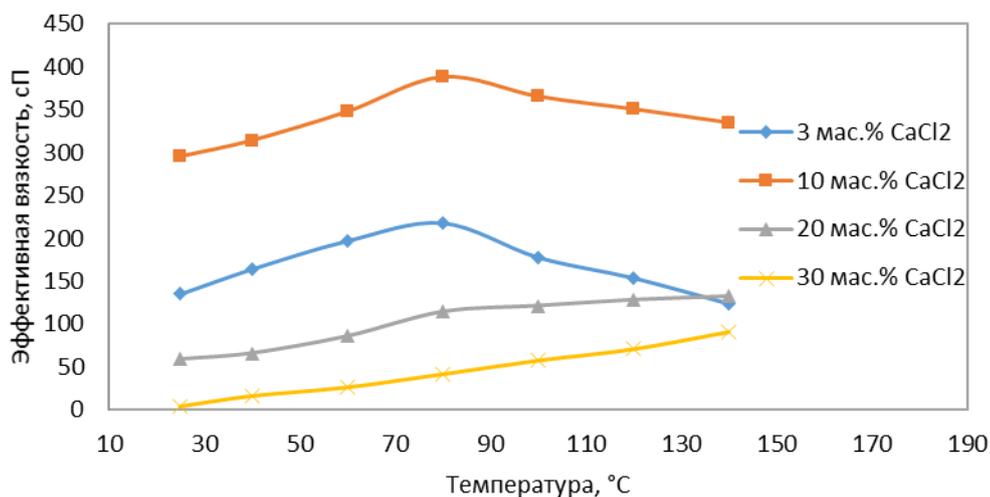


Рисунок 4 – Зависимость эффективной вязкости растворов ЦПАВ (1 мас.% ЦПАВ) от температуры исследованных на приборе FANN 50SL, скорость сдвига $100 1/\text{с}$

Таким образом, показано, что растворы ЦПАВ сохраняют высокую вязкость $124 \text{ мПа}\cdot\text{с}$ при повышенных температурах, что делает возможным его применение в качестве жидкости для ГРП. В дальнейшем необ-

ходимо будет изучить высокотемпературную пескоудерживающую способность и фильтроотдачу жидкости ГРП на основе ЦПАВ.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] С.А. Рябоконт, *Жидкости-песконосители для гидроразрыва пласта*, Нефтепромысловое дело, Москва (1987).
- [2] J. Roger, *Polymer-Free Fluid for Hydraulic Fracturing*, Paper SPE 38622 to be presented at the 1997 SPE Annual Technical Conference and Exhibition held in San Antonio, USA (1997).
- [3] B. Rimmer, *Fracture Geometry Optimization: Designs utilizing New Polymer-Free Fracturing Fluid and Log-Derived Stress Profile/ Rock Properties*, Paper SPE 58761 to be presented at the 2000 SPE International Symposium on Formation Damage Control, USA (1997).
- [4] Y. Lin, *Thermo-responsive viscoelastic wormlike micelle to elastic hydrogel transition in dual-component systems*, The Royal Society of Chemistry, China (2009).
- [5] S.V. Koroleva, *The strong specific effect of coions on micellar growth from molecular-thermodynamic theory*, Phys.Chem.Chem.Phys, Russia (2014).

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ СИНТЕЗА СУБМИКРОННЫХ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛАСТИН НА ОСНОВЕ Bi , SE , TE МЕТОДОМ ФИЗИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ

Д.С. Львов, Д.С. Яковлев, О. Скрыбина, С. В. Егоров, В.С. Столяров

ИФТТ РАН, Черноголовка, 142432

e-mail: lvov.dmitrys@gmail.com

1. ВВЕДЕНИЕ

В последние годы в физике конденсированного состояния активно исследуется новый класс веществ - топологические изоляторы. Эти вещества демонстрируют набор уникальных свойств, таких как различные типы проводимости объема и поверхности, наличие т.н. топологически защищенных состояний и др [1-5]. В системах на основе сверхпроводников и топологических изоляторов (например, HgTe , Bi_2Se_3 , $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$, $\text{Bi}_2\text{Se}_2\text{TeSb}$) теоретически предсказано существование т.н. майорановских фермионов [1-2], которые могут быть использованы в качестве кубитов - квантовых двухуровневых систем, - элементов квантового компьютера. С точки зрения создания устройств для спинтроники, интерес представляют топологически защищенные состояния, в которых проявляется сильное спин-орбитальное взаимодействие, т.е. скоррелированное направление спина и импульса квазичастицы.

Осаждение монокристаллов топологических изоляторов, пригодных к использованию в субмикронных гибридных структурах требует сложных и дорогостоящих методик, таких как молекулярно-лучевая эпитаксия (МВЕ) или физического осаждения из газовой фазы (PVD). В данной работе обсуждается конструкция бюджетной установки по синтезу субмикронных кристаллов топологического изолятора, а также результаты характеристики полученных образцов методами СЭМ и АФМ и результаты транспортных измерений.

2. КОНСТРУКЦИЯ УСТАНОВКИ

Установка физического осаждения из газовой фазы (см. Рис. 1) состоит из кварцевой трубы с остаточным вакуумом порядка 1 мБар, форвакуумного насоса, столика-источника с нагревателем и столика с подложкой. Управление температурами осуществляется с помощью PID-регулятора. Для переноса испаряемого вещества на подложку используется поток аргона, регулируемый натекателем. Температура газа также регулируется.

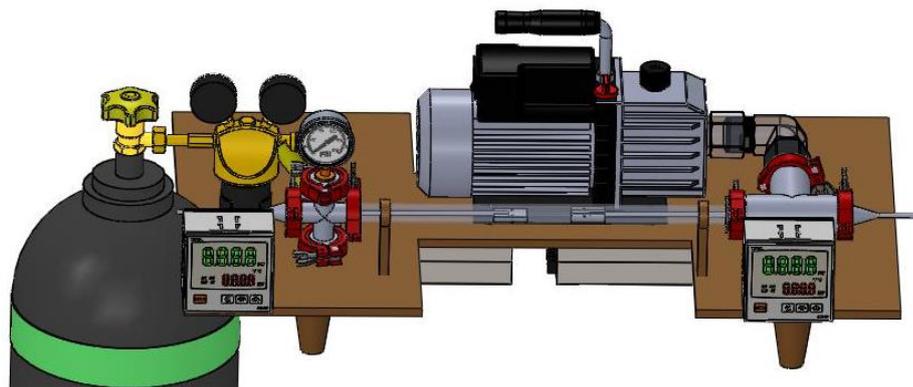


Рис. 1. Компьютерная модель установки синтеза монокристаллов.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ СИНТЕЗА

Было проведено ок. 30 осаждений $\text{Bi}_2\text{Se}_2\text{Te}$ при различных температурах источника и подложки, различных величинах потока аргона. Оптимальные условия синтеза – $T_{\text{ист}}=600^\circ\text{C}$, $T_{\text{подл}}=350^\circ\text{C}$, $P_{\text{Ar}}=100$ мБар. Время синтеза – 10 мин.

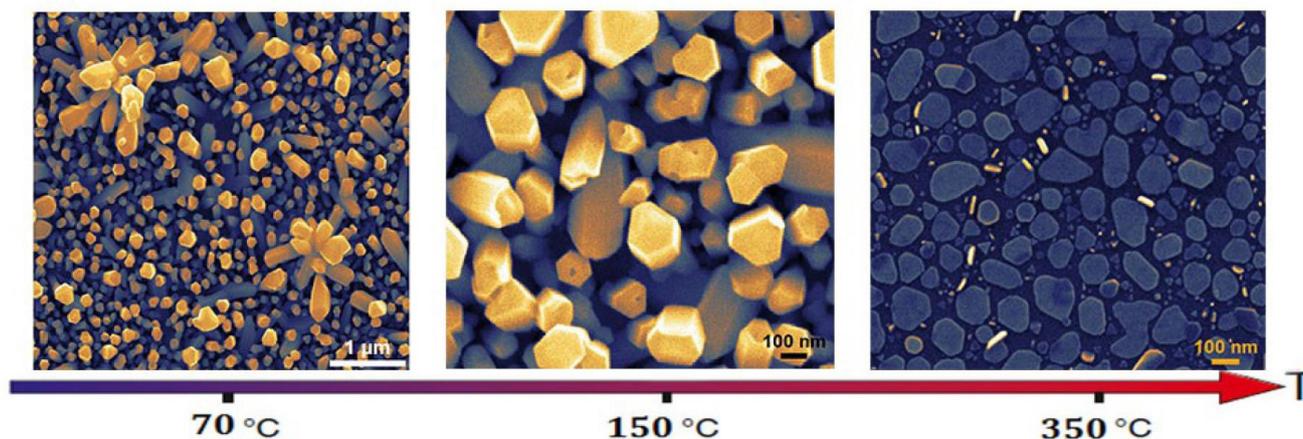


Рис. 2. Морфология синтезированных образцов сильно зависит от температуры подложки.

Образцы характеризовались методами СЭМ и АФМ. К нанопластинам субмикронных размеров были изготовлены ниобиевые контакты методами электронной литографии. Транспортные измерения выполнялись во вставке со откачкой He-4 при температурах до 1.4 К. Образцы с большей толщиной проявляют полупроводниковый характер зависимости сопротивления от температуры, тогда как более тонкие образцы проявляют металлический характер. На спектрах дифференциального сопротивления особенности предположительно обусловлены многократным андреевским отражением.

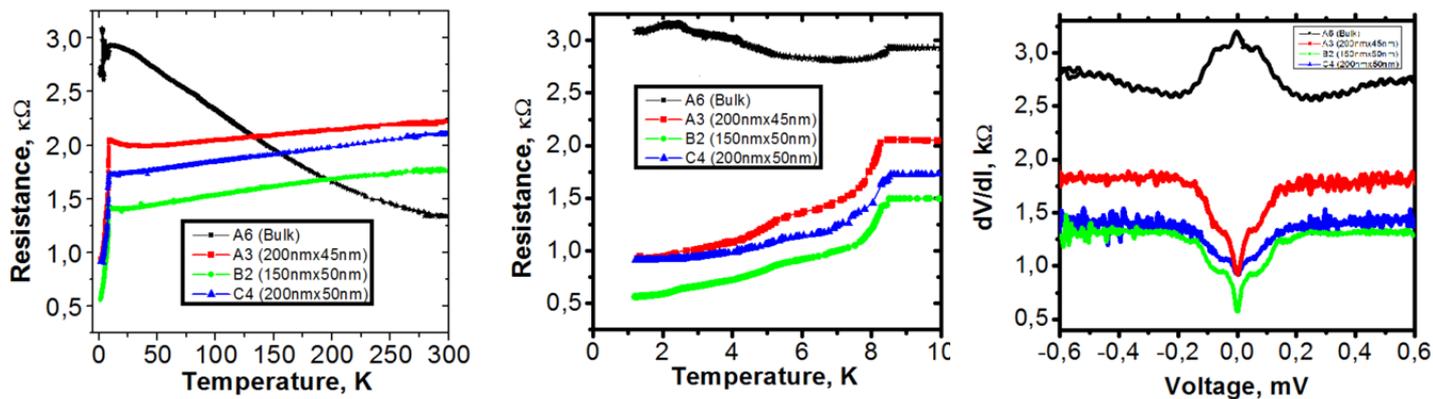


Рис. 3. Результаты транспортных измерений джозефсоновских контактов на основе Nb-BiTeSe-Nb.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Fu, L., C. L. Kane, *Phys. Rev. B* **79** (2009).
- [2] L. Fu, C. L. Kane, *Phys. Rev. Lett.* **100** (2008).
- [3] E. Majorana, *Nuovo Cimento*, **14** (1937).
- [4] M. Snelder, *Non-triviality matters, Examining the interplay between s-wave superconductivity and topological surface states*. Gilderprint, Enschede (2015).
- [5] Y. Xu, *Nature Physics* **10** (2014).

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ШТАМПОВ И ПРЕСС- ФОРМ ИЗ ТЕПЛОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ПОВЕРХНОСТНОЙ МОДИФИКАЦИИ

Морозов О.И.

ФГБОУ Ульяновский государственный технический университет
e-mail: olmorozov-rabota@yandex.ru

1. ВВЕДЕНИЕ

Основными тенденциями в современном машиностроительном производстве является создание новых машин и механизмов с высокими рабочими параметрами на основе изготовления деталей и заготовок, обладающих высоким уровнем физико-механических, технологических и потребительских свойств.

Актуальность исследования заключается в создании новой технологии получения износостойких покрытий на модифицированной рабочей поверхности инструмента, подбор режимов обработки и проектирование инструмента для ее реализации.

Используемые методы поверхностной модификации реализованы лишь в технологии повышения стойкости режущего инструмента (резцы, сверла и др.) и не являются эффективными для повышения стойкости пуансонов и матриц в процессах обработки металлов давлением.

Рабочий инструмент штампов (пуансоны и матрицы) работает в тяжелых условиях нагружения: наличие ударных, знакопеременных нагрузок; наличие особенностей сил трения между обрабатываемым материалом и инструментом и температурных режимов обработки.

Разрабатываемая технология может быть использована для повышения работоспособности рабочих поверхностей штампов листовой, холодной объемной и горячей штамповки из полутеплостойких и теплостойких сталей повышенной вязкости, а также пресс-форм.

Применение износостойких покрытий на рабочих поверхностях с предварительной механической активацией позволит значительно повысить стойкость, увеличить ресурс рабочих деталей штампов и пресс-форм, что определяет актуальность темы исследования [1,2].

Работа проводится на основе приоритетных технологических разработок в области повышения стойкости рабочих деталей инструмента.

2. СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ШТАМПОВ И ПРЕСС-ФОРМ

Целью представленного способа при использовании механической активации является повышение стойкости рабочих деталей штампа, расширение его технологических возможностей при обеспечении высокого качества штампуемых изделий.

Технология заключается в том, что рабочие поверхности штампов перед ионно-плазменным напылением подвергают механической активации, заключающейся в холодной пластической деформации, при которой наблюдается снижение теплопроводности штампа и, как следствие, уменьшение зоны температурного воздействия на подложку, снижение разупрочнения металла подложки и, как следствие, снижение износа рабочих частей штампа, повышение твердости системы покрытие-подложка и качества штампуемых деталей.

Однократное обкатывание при различных давлениях роликов формирует в поверхностном слое изделия сжимающие напряжения, что повышает адгезионную связь между покрытием и инструментальным материалом (подложкой). Формирование в подложке высоких сжимающих напряжений снижает интенсивность процессов трещинообразования и способствует торможению трещин в материале покрытия [3,4].

Сущность разработанного способа состоит в том, что снижение теплопроводности и разупрочнения металла поверхностного слоя штампа происходит за счет процесса механической активации металлопроката при прикладывании силового воздействия и холодной пластической деформации [5]. При этом обеспечивается резкое снижение теплопроводности металла за счет его упрочнения [6].

Наблюдаемый эффект обусловлен искажением кристаллической решетки металла, повышением плотности дислокаций при пластическом деформировании.

Разработанный способ повышения стойкости рабочих поверхностей деталей штампов и пресс-форм из теплостойких сталей осуществляется по следующим этапам:

1. Производят холодное пластическое деформирование обрабатываемой поверхности металлопроката любым традиционным способом (валками, ударным воздействием между бойками и др.). На этом этапе формируется благоприятная текстура (макро-, микро-) происходит активация и механический наклеп (деформационное упрочнение) в области рабочей зоны, что позволяет снизить теплопроводность металла, уменьшить температурное воздействие на металл за счет создания локализованной (местной) зоны температурного воздействия в поверхностном слое и уменьшить разупрочнение металла.

2. Нанесение на упрочненную рабочую поверхность износостойкого многослойного покрытия методом ионно-плазменного напыления.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Табаков В.П. *Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями на основе сложных нитридов и карбонитридов титана*. Ульяновск.: УлГТУ, 1998. -122с.
- [2] Патент на изобретение RU 2297473 «Способ получения многослойного покрытия для режущего инструмента», Табаков В.П. С1, С23С 14/24, С23С 14/06. 20.04.2007. - Бюл. №11
- [3] Морозов О.И., Титов Ю.А, Кокорин В.Н., *Вопросы повышения стойкости штампов за счет упрочнения рабочего инструмента*, Всероссийская научно-практическая заочная конференция «Инновационные технологии в металлообработке», Ульяновск, УлГТУ, 2016
- [4] Григорьев С.Н., Табаков В.П., Волосова М.А., *Технологические методы повышения износостойкости контактных площадок режущего инструмента*. - Старый Оскол.: ТНТ, 2001. -378с.
- [5] Man H.C., Duan J., Yue T.M. *Dynamic characteristics of gas jets from subsonic nozzles for high pressure gas laser cutting // Optics & laser technology*.1998.v.30.-p.497-509.
- [6] Арзамасов В.Б., *Материаловедение: учебник* /В.Б. Арзамасов, А.А. Черепяхин. –М.Экзамен, 2009. -350с.

СОЗДАНИЕ SERS-АКТИВНЫХ ПОДЛОЖЕК МЕТОДОМ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ ГЕРМАНИЯ ИОНАМИ СЕРЕБРА С ПОСЛЕДУЮЩИМ ИМПУЛЬСНЫМ ОТЖИГОМ

Рогов А.М., В.В. Воробьев, Ю.Н. Осин, В.И. Нуждин, В.Ф. Валеев,
А.Л. Степанов

КФУ, 420008

e-mail: alexeyrogov111@gmail.com

Нанопористые кремний (PSi) и германий (PGe) являются перспективными материалами оптоэлектроники и важными технологическими элементами в сенсорике, биосенсорике и элементах солнечных батарей. Интерес к исследованиям подобных материалов был стимулирован открытием фотолюменции PSi в видимом диапазоне при комнатной температуре, которая объясняется размерным эффектом для носителей заряда. Поэтому поиск новых технологий получения и анализ структуры полупроводниковых нанопористых материалов является актуальной задачей современной науки и техники.

В настоящее время активно развивается направление наноплазмоники и фотоники, целью которого является повышение эффективности оптических свойств PGe, например, для повышения интенсивности фотолюминисценции, рамановского рассеяния и др., за счет введения в структуру пористого полупроводника наночастиц благородных металлов [1-3]. Поверхностный плазмонный резонанс в таких металлических наночастицах, возбуждаемый под действием электромагнитной световой волны приводит к появлению резонансного локального поля вблизи частиц, что в свою очередь обеспечивает усиление оптических свойств композитного материала [4].

С целью создания материалов типа Ag:PGe нами был предложен и использован метод низкоэнергетической высокодозовой имплантации ионами Ag⁺ монокристаллического германия с последующим импульсным отжигом для восстановления кристаллической структуры. В проводимом эксперименте энергия ионов серебра составляла 30 кэВ при дозе облучения $1.5 \cdot 10^{17}$ ион/см² и плотности тока в ионном пучке 8 мкА/см². Наблюдение морфологии поверхности и элементный анализ проводился на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) Merlin (Carl Zeiss). Измерения профиля и поперечных сечений осуществлялось на сканирующем зондовом микроскопе FastScan (Bruker) и просвечивающем электронном микроскопе Hitachi 70707.

Преимуществом предлагаемой технологии является физический метод получения полупроводниковых пористых структур в вакууме без использования химических подходов. Тем более, что в настоящее время ионная имплантация используется как основной метод в современной индустрии создания микропроцессоров, поэтому предлагаемая новая технология изготовления PGe может быть достаточно легко интегрирована в производство.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] V. Lehman, U. Gosele, *Appl. Phys. Lett.* 58, 856 (1991);
- [2] H. J. Stein, S. M. Myers, D. M. Follstaedt, *J. Appl. Phys.* 73, 2755 (1993);
- [3] А. Л. Степанов, *Фотонные среды с наночастицами, синтезированными ионной имплантацией* (Саарбрюккен : Lambert Acad. Publ.), 353 (2014).;
- [4] U. Kreibig, M. Vollmer, *Optical properties of metal clusters* (Springer), 468 (1995).

МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА СМЕШАННО-ВАЛЕНТНОГО СОЕДИНЕНИЯ $\text{LiMn}_2\text{TeO}_6$

Т.М. Салихов¹, Е.А. Зверева², Р. Саркар³, Х.-Х. Клаусс³,
Е.Л. Вавилова¹

¹Казанский физико-технический институт, 420029

²Московский государственный институт, 119991

³Дрезденский технический университет, 01062

e-mail: tmsalikhov@gmail.com

Оксиды, содержащие марганец в смешанно-валентном состоянии, привлекают особый интерес для ученых [1, 2]. Наравне с возможными практическими применениями, такие соединения также интересны с фундаментальной точки зрения, так как они являются прототипами для сильно коррелированных электронных систем.

В данной работе мы представляем исследования соединения $\text{LiMn}_2\text{TeO}_6$ [3] методом Ядерного Магнитного Резонанса (ЯМР). Были проведены исследования в различных магнитных полях от 0,6Т до 6,6Т. Предварительные измерения магнитной восприимчивости указывают на установление антиферромагнитного упорядочения при ~20К. Из спектров ЯМР определены внутренние поля и предложена магнитная структура.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] A. Prodi, E. Gilioli, A. Gauzzi, F. Licci, M. Marezio, F. Bolzoni, Q. Huang, A. Santoro and J.W. Lynn, *Nature Materials* **3**, 48 (2004)
- [2] M. Coey, *Nature* **430**, 155 (2004)
- [3] A.A. Pospelov, V.B. Nalbandyan, E.I. Serikova, B.S. Medvedev, M.A. Evstigneeva, E.V. Ni, V.V. Lukov.. *Solid State Sciences*, **13** 1931 (2011).

РАЗРАБОТКА ГОМОГЕННЫХ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ СОЕДИНЕНИЙ КАЛЬЦИЯ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ОКИСЛЕНИЯ АЛКИЛАРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ

Ю.Х. Усманова

*Казанский Национальный Исследовательский Технологический Университет (г. Казань, ул. Карла Маркса 68)
e-mail: usmanova-yulduz@mail.ru*

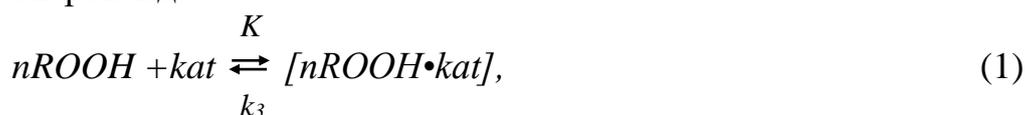
В рамках представленной работы проведено исследование, позволяющее проследить влияние 2-этилгексаноата кальция, комплекса хлорида кальция с дибензо-18-краун-6 эфиром и, собственно, дибензо-18-краун-6 эфира на брутто разложение гидропероксида кумола (ГПК).

Гидропероксиды являются первичными устойчивыми продуктами окисления соответствующих углеводородов молекулярным кислородом, их широко используют в процессах органического синтеза [1-5]. К настоящему времени накоплен обширный экспериментальный и теоретический материал, посвященный синтезу и термическому и каталитическому распаду гидропероксидов.

Анализ выполненных за последнее время работ указывает на то, что для повышения селективности процесса окисления алкилароматических углеводородов наиболее перспективным представляется использование гомогенных катализаторов окисления и, в частности, соединений непереходных металлов. Однако в вопросе о влиянии различных факторов (природа металла, строение лиганда) нет единого мнения. В связи с чем проводимое исследование является весьма актуальным

Изучалось разложение ГПК ампульным методом в интервале температур 90 - 130⁰С, интервал исследованных концентраций [ГПК]₀ = 0 - 1,5 моль/л, [kat]₀ = 0 - 1•10⁻² моль/л.

Изучение кинетики и состава продуктов, образующихся при каталитическом разложении ГПК, показало, что распаду гидропероксидов предшествует их активация в интермедиате катализатор–гидропероксид:



где kat – Ca(ЭГ)₂, CaCl₂-ДБК или ДБК;

n – порядок реакции по гидропероксиду;

K – константа равновесия комплексообразования;

k_3 – константа скорости распада комплекса гидропероксид-катализатор.

Основными продуктами разложения ГПК являются диметилфенилкарбинол (ДМФК), который является исходным продуктом для получения α -метилстирола, ацетофенон (АФ), используемый как цепной растворитель, метанол, фенол, ацетон, кислоты (ГЖХ, «Хроматэк-Кристалл», капиллярная колонка с полярной фазой, носитель - полиэтиленгликоль).

Согласно общеизвестным данным [6], наличие фенола в продуктах превращения ГПК свидетельствует об ионном механизме превращения, диметилфенилкарбинола (или МФК) и ацетофенона – о радикальном.

- На основании исследования кинетики и механизма брутто-распада ГПК в присутствии $\text{Ca}(\text{ЭГ})_2$, ДБК и $\text{CaCl}_2 \times \text{ДБК}$ показано, что каталитический эффект уменьшается в ряду $\text{Ca}(\text{ЭГ})_2 > \text{CaCl}_2 \times \text{ДБК} > \text{ДБК}$.

- При изучении процесса каталитического разложения гидропероксида кумола в присутствии данных катализаторов обнаружено и доказано (кинетически и квантово-химически) образование промежуточных интермедиатов состава $\text{ROOH} \times \text{Ca}(\text{ЭГ})_2$, $2\text{ROOH} \times \text{ДБК}$, $2\text{ROOH} \times \text{CaCl}_2 \times \text{ДБК}$.

- Рассмотрено строение предполагаемых промежуточных комплексов. Получены кинетические и термодинамические параметры их образования.

- Установлен механизм распада образующихся каталитических комплексов. Определена лимитирующая стадия разложения ГПК. Определены кинетические и термодинамические параметры распада комплексов.

- На основании параметров разложения ГПК в присутствии металлосодержащих катализаторов установлено, что в промежуточных активированных комплексах $\text{ROOH} \dots \text{MeLn}$ помимо водородных связей образуется связь металла с кислородом гидропероксида.

Таким образом, металлосодержащие катализаторы проявляют большую каталитическую активность и являются более эффективными катализаторами процесса разложения гидропероксида кумола по сравнению с «неметаллическим» дибензо-18-краун-6 эфиром.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] В.К. Цысковский, Б.К. Прокофьев, В.И. Пыльников, *Журн. прикл. химии*. 1974. Т. 47. №5. С. 1112.
- [2] Н.М. Нуруллина, Н.Н. Батыршин, Х.Э. Харлампида, *Вестник КГТУ*. 2002. №1-2. С. 79.
- [3] Н.М. Нуруллина, Н.Н. Батыршин, Х.Э. Харлампида, *Нефтехимия*. 2004. Т. 44. №6. С. 441.

- [4] Н.М. Нуруллина, Н.Н. Батыршин, Х.Э. Харлампида, *Кинетика и катализ*. 2007. Т. 48. №5. С. 695.
- [5] Р.А. Смолин, Г.Г. Елиманова, Н.Н. Батыршин, Х.Э. Харлампида, *Вестник Казанского технологического университета*. 2011. №20. С. 93.
- [6] Н.М. Эмануэль, Е.Т. Денисов, З.К. Майзус *Ценные реакции окисления углеводородов в жидкой фазе*. М.: Наука, 1965. С. 375.

РАЗРАБОТКА АНОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ С УЛУЧШЕННЫМИ УДЕЛЬНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Р.Р. Фатыхов, С.М. Хантимеров, В.В. Базаров, Н.М. Сулейманов

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Казанский физико-технический институт им. Е.К.Завойского Казанского научного центра Российской академии наук (КФТИ КазНЦ РАН)
e-mail: nice.fatyhov@mail.ru

1. ВВЕДЕНИЕ

Литий-ионные аккумуляторы (ЛИА) рассматриваются в настоящее время как перспективные электрохимические системы хранения и преобразования энергии [1]. Такие источники питания способны запасать в несколько раз больше энергии на единицу веса, чем традиционные накопители (аккумуляторные батареи и т.п.). Принцип работы литий-ионного аккумулятора основан на периодической интеркаляции и деинтеркаляции ионов лития в материалы анода и катода, разделенные электролитом [2].

В качестве коммерческого анодного материала в ЛИА используется главным образом графит. Однако графит имеет относительно низкую теоретическую емкость 372 мАч/г, что значительно ограничивает быстрорастущий спрос на высокоемкостные аккумуляторы. В связи с этим возникает потребность в разработке и создании нового анодного материала на основе наноструктурированных и пористых материалов обеспечивающий его высокие емкостные характеристики, цикличность и долговечность.

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Выбор в данном проекте в качестве анодного материала пористого германия обусловлен тем, что он показывает высокую теоретическую емкость, большую удельную площадь поверхности по сравнению с традиционно используемым графитом. При этом пористость (размер пор по предварительным исследованиям 50 нм) разрабатываемого материала позволяет беспрепятственно интеркалировать и деинтеркалировать ионы лития в процессе заряда/разряда аккумуляторной ячейки. Несомненно, важной составляющей в проблеме интеркаляции лития в различные среды является обратимость процесса, т.е. деинтеркаляция лития из среды, что соответственно определяется характером связи лития с молекулярной структурой аккумулирующего материала. В настоящее время многие исследования направлены также на повышение скорости заряда/разряда литий-ионных

аккумуляторов. В этом отношении германий, из-за высокого значения электронной проводимости и коэффициента диффузии лития позволит существенно повысить скорость перезарядки батареи.

Еще одним из оригинальных подходов, реализуемым в проекте, является разработанная нами методика приготовления пористого германия с помощью ионной имплантации, которая, в отличие от традиционных методик получения пористых материалов, является производительной и сравнительно недорогой и не требует многостадийности процесса.

3. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Оригинальная методика, реализуемая в проекте, позволяет получить более стабильную структуру пористого германия. Это объясняется тем, что в процессе синтеза происходит не только формирование наноструктурированного германия, но и его аморфизация, которая ослабляет эффекты механических напряжений, приводящих к деградации электрода в процессе интеркалирования/деинтеркалирования ионов лития.

В рамках работы по проекту будут синтезированы пористые материалы на основе германия с помощью оригинальной методики, разработанной в нашем институте. Будут проведены рентгеноструктурный анализ и электронно-микроскопические исследования для установления морфологии и структуры материала. Будут исследованы процессы, происходящих при электрохимическом литировании германиевых анодов и установлена эффективность разработанных электродов. Ожидаемым результатом работы является разработка анода на основе пористого германия, обеспечивающий его высокие емкостные характеристики, цикличность и долговечность.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] John B. Goodenough and Kyu-Sung Park. *The Li-Ion Rechargeable Battery: A Perspective. J. Am. Chem. Soc.*, 2013, 135 (4), pp. 1167–1176.
- [2] Da Deng. *Li-ion batteries: basics, progress, and challenges. Energy Science & Engineering*, 2015, 3, pp. 385–418.
- [3] K. Sato, M. Noguchi, A. Demachi, N. Oki, M. Endo. *A mechanism of lithium storage in disordered carbons. Science*, 1994, 264, pp. 556-558.
- [4] S. Smith, F. Jones and G. Hofman, *Phys. Rev. A* 46 (1992) 1458.

PECULIARITIES OF THE MULTI-PULSE PROTOCOLS IN SOLID STATE ^1H NMR IN Cu(II)-OXAMIDATO COMPLEX

**E.E. Anisimova^{1,2}, R.Zaripov¹, I.Khairuzhdinov¹, K.Salikhov¹, T.Ruffer³,
and E.Vavilova¹**

¹ *Kazan E. K. Zavoisky Physical -Technical Institute, Russian Academy of Sciences, 420029 Kazan, Russia*

² *Institute of Physics, Kazan Federal University, Kremlevskaya 18, Kazan, Russia 420006*

³ *Technische Universität Chemnitz, Fakultät für Naturwissenschaften, Institut für Chemie, Straße der Nationen 62, D-09111 Chemnitz, Germany*

elena.anisimova.kzn@gmail.com

The work starts with the study of materials that can be used for spintronics and quantum computing. Increasing the coherence time can be achieved with the CPMG pulse protocol [1]. Figure 1 shows the chemical structure of anionic complex of fragment $[\text{Cu}(\text{opbon-Pr}_2)]^{2-}$ and photo of the sample synthesized at TU Chemnitz, Germany. The study by ESR showed that under different conditions the behavior of the intensity of the echo is not exponentially because of the contribution in CPMG echo parasitic component of the stimulated echo. Was offered a modified CPMG sequence, to get rid of the parasitic contribution and the separation time of the primary echo and stimulated echo [2]. In this work, the same effect was studied by NMR. It was found that when using a CPMG sequence, the echo signal of the protons contains a contribution of the stimulated echo, but due to the complexity of the system is due to the inhomogeneity of the magnetic field for different positions of the hydrogen in the molecule. Therefore, the proposed modified sequence is not suitable for a full investigation of this sample.



Figure 1 – Chemical structure anionic complex of fragment $[\text{Cu}(\text{opbon-Pr}_2)]^{2-}$ and a photo of sample.

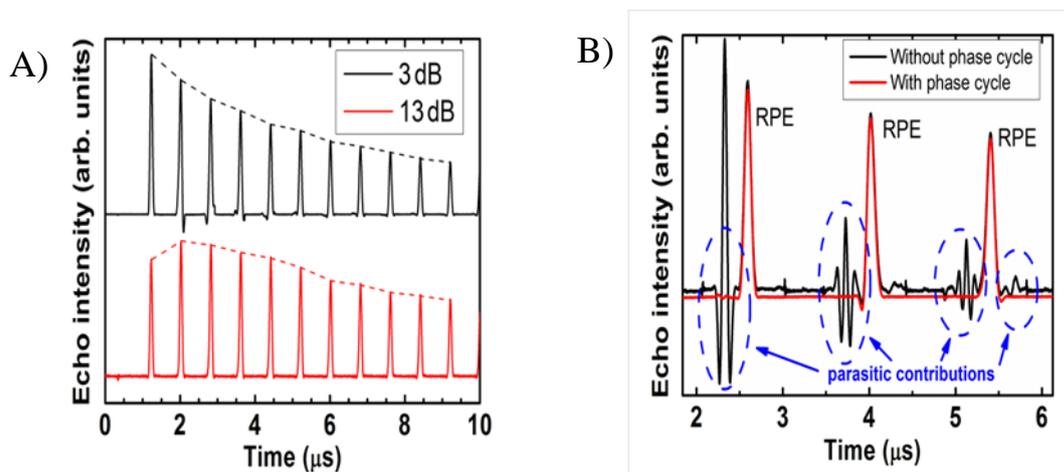


Figure 2 – (A) the intensity of the echo at different experimental conditions, (B) - the intensity of the echo with a cycle phase and without it.

- [1] Zaripov, R. Boosting the electron spin coherence in binuclear Mn complexes by multiple microwave pulses / R. Zaripov, E. Vavilova, V. Miluykov, I. Bezkishko, O. Sinyashin, K. Salikhov, V. Kataev, B. Büchner // *Physical Review B*. – 2013. – V.88. – P. 094418.
- [2] Zaripov, R. Tuning the spin coherence time of Cu(II)-(bis)oxamato and Cu(II)-(bis)oxamidato complexes by advanced ESR pulse protocols / R. Zaripov, E. Vavilova, I. Khairuzhdinov, K. Salikhov, V. Voronkova, M.A. Abdulmalic, F.E. Meva, S. Weheabby, T. Ruffer, B. Buchner, V. Kataev // *Beilstein Journal of Nanotechnology*. – 2017. – V.8. – P. 943-955.

ЭФФЕКТ УСИЛЕНИЯ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА НА ИОННОСИНТЕЗИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦАХ СЕРЕБРА

**В.В. Воробьев^{1,2}, А.М. Рогов^{1,2}, Ю.Н. Осин^{1,2}, Н.Н. Брандт³,
В.И. Нуждин², В.Ф. Валеев², А.Л. Степанов^{1,2}**

¹ Междисциплинарный центра «Аналитическая микроскопия», Казанский (Приволжский) федеральный университет, ул. Парижской Коммуны, д. 9, Казань, 420021 Россия;

² Группа нанооптики и наноплазмоники, Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского КазНЦ РАН, ул. Сибирский тракт, д. 10/7, Казань, 420029, Россия

³ Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 119991 Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 2

e-mail: slava.v679@gmail.com

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время важнейшей задачей на практике является определения малых концентраций органических веществ. Одним из быстро развивающихся направлений регистрации молекул является метод комбинационного рассеяния света (КР) [1]. При взаимодействии лазерного излучения с таким веществом, помимо Релеевского рассеяния, может происходить неупругое взаимодействие фотона с молекулой. В возбужденной молекуле электроны переходят на новый энергетический уровень, при этом падающий фотон рассеивается с измененной специфической частотой. По изменению энергии (частоты) фотона можно судить об энергетических переходах в молекуле, что является ее однозначной характеристикой. Таким образом КР можно эффективно использовать для идентификации органических веществ, исследования внутримолекулярного взаимодействия, фазовых переходов и т.д. Однако в связи с малой вероятностью процесса КР в расчете на одну молекулу, по сравнению, например, с фотолюминесценцией, метод КР требует дополнительного развития с целью повышения его чувствительности. Одним из способов усиления КР-сигнала является помещение анализируемых молекул вблизи или на поверхность наночастиц (НЧ) благородных металлов [2, 3]. Под действием света в таких частицах возникают коллективные колебания электронов проводимости, проявляющееся, в частности, в селективном поглощении в видимом диапазоне света [4]. Это явление называется поверхностным плазмонным резонансом, и оно характеризуется многократным усилением локального электромагнитного поля

вблизи металлических НЧ. Поэтому, при помещении молекулы в это поле может происходить существенное повышение вероятности процесса КР и, следовательно, усиления его сигнала. Такой процесс называется гигантским усилением КР (ГКР) или SERS (Surface Enhanced Raman Scattering) в зарубежной литературе.

Целью данной работы является наблюдение ГКР от органического соединения - красителя метилового оранжевого (МО), нанесенного на подложки пористого кремния с наночастицами серебра (Ag:PSi), изготовленных по оригинальной технологии методом высокодозовой низкоэнергетической ионной имплантации [5, 6]. Приводятся результаты спектров ГКР для образцов Ag:PSi, сформированных при различных значениях плотности тока в ионном пучке.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Имплантация подложек *c*-Si с кристаллографической ориентацией (100) проводилась ионами Ag⁺ с энергией $E = 30$ кэВ при дозе облучения $D = 1.5 \cdot 10^{17}$ ион/см² и при различных значениях плотности тока в ионном пучке $J = 2, 8, 15, 50$ мкА/см² на ионном ускорителе ИЛУ-3. Анализ поверхности был выполнен на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) Merlin (Carl Zeiss), оснащенный энергодисперсионным спектрометром X-Max (Oxford Instruments).

Регистрация спектров КР света выполнялась на конфокальном КР-микроскопе DXR Raman Microscope (Thermo Scientific). В качестве источника возбуждения была использована вторая гармоника (532 нм) твердотельного Nd:YAG лазера с диодной накачкой. Максимальная мощность излучения на образце составляла 10 мВт. Спектральный диапазон измерений составил 400–1650 см⁻¹. Спектры КР регистрировались для раствора красителя МО, разведенного в бидистиллированной воде в концентрации 10⁻² М. Методика проведения измерений КР спектров подробно описана нами в работе [7].

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

На рис. 1 представлены КР-спектры, измеренные для красителя МО (пунктирная линия) и для молекул МО, расположенных вблизи НЧ серебра (сплошная линия). Для данного эксперимента образец с НЧ серебра был сформирован при $J = 8$ мкА/см². На вставке к рисунку приведена схема в поперечном сечении капли МО на образце и место фокусировки лазерного пучка при измерении на КР-микроскопе. На обоих спектрах присутствуют узкие линии КР на частотах 1118, 1150, 1200, 1316, 1366, 1392, 1421, 1446, 1592 см⁻¹, которые хорошо согласуются с литературными данными [8] и соответствуют именно красителю МО. Как видно из рисунка спектр, измеренный для МО в присутствии НЧ

серебра, характеризуется большей интенсивностью КР-линий (примерно в 2 раза) по отношению к спектру красителя МО, т.е. наблюдается усиление сигнала КР. Отметим также, что на спектре для молекул МО на имплантированном образце Ag:PSi дополнительно проявляется хорошо известная линия на частоте 520 см^{-1} , относящаяся к кремниевой подложке. Наличие в спектре одновременно линий подложки и красителя указывает на достаточно точную фокусировку лазерного пучка на границе капли МО и Ag:PSi, как изображено на вставке рис. 1.

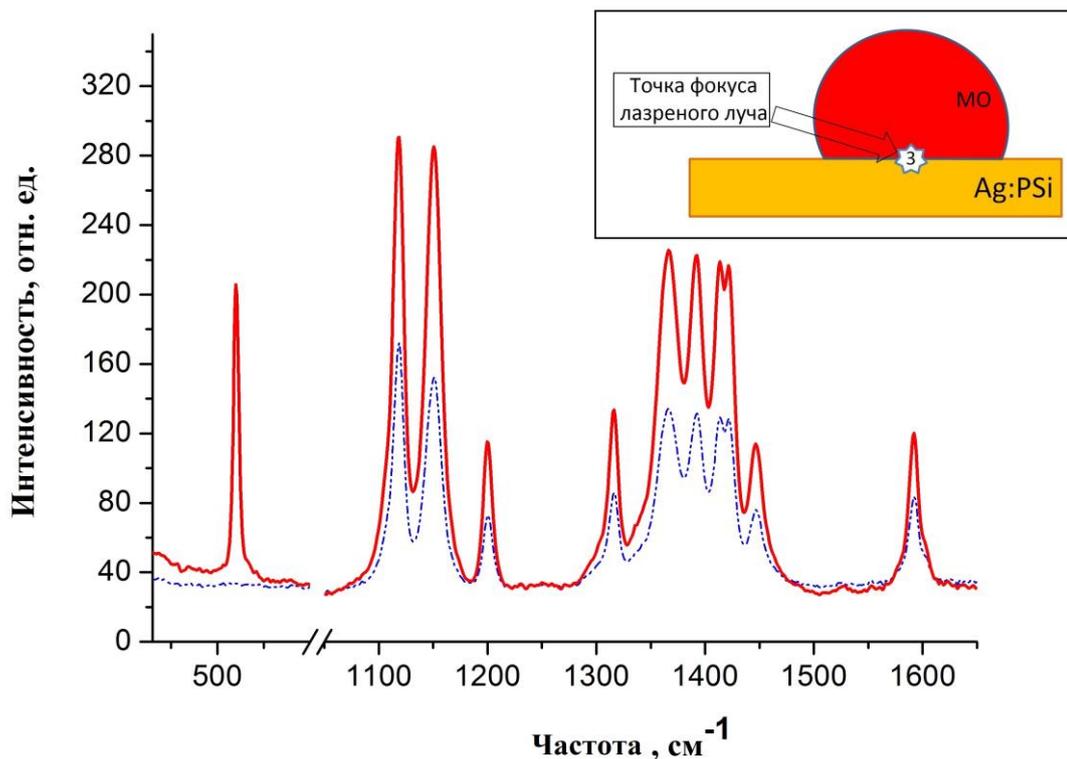


Рис. 1. ГРК спектр от красителя МО в присутствии наночастиц серебра (сплошная линия) и КР спектр от чистого красителя МО (пунктирная линия). На вставке схематически в поперечном сечении показан образец Ag:PSi, с нанесенной на него каплей МО, и локальное положение точки фокусировки зондирующего лазерного пучка при регистрации ГРК спектра.

Коэффициент усиления интенсивностей колебаний K был оценен с помощью соотношения [9]:

$$K = (I_{\text{ГРК}} / I_{\text{КР}}) \cdot (C_{\text{КР}} / C_{\text{ГРК}}),$$

где $I_{\text{ГРК}}$ и $I_{\text{КР}}$ – интенсивность линий ГРК и КР спектров, $C_{\text{ГРК}}$ и $C_{\text{КР}}$ – концентрация возбуждаемых атомов.

Интенсивность каждой линии для КР и ГРК, а также коэффициент усиления линий представлен в таблице 1.

Таблица 1. Частоты, интенсивность и коэффициент усиления линий КР-спектра для молекул МО и МО, нанесенных на поверхность Ag:PSi.

ν , см^{-1}	1118	1150	1200	1316	1366	1392	1421	1446	1592
$I_{\text{КР}}$, отн.ед.	172	152	72	85	134	131	128	76	83
$I_{\text{ГКР}}$, отн.ед.	290	285	114	133	225	222	216	114	120
K	1.68	1.88	1.58	1.56	1.68	1.69	1.69	1.5	1.45

Для сравнения эффекта усиления от подложек, изготовленных при различных значениях плотности тока в ионном пучке при имплантации ($J = 2, 8, 15, 50 \text{ мкА/см}^2$), были проведены соответствующие измерения ГКР для каждого образца. Для наглядного сравнения результатов, на рис. 2 представлены полученные спектры КР от молекул МО, нанесенных на поверхность подложек Ag:PSi. Как видно из рисунка, при увеличении плотности тока в ионном пучке наблюдается усиление интенсивности линий спектра ГКР от молекул красителя МО. Максимальное усиление, из представленных образцов, происходит на подложке, изготовленной при $D = 1.5 \cdot 10^{17} \text{ ион/см}^2$ и $J = 50 \text{ мкА/см}^2$.

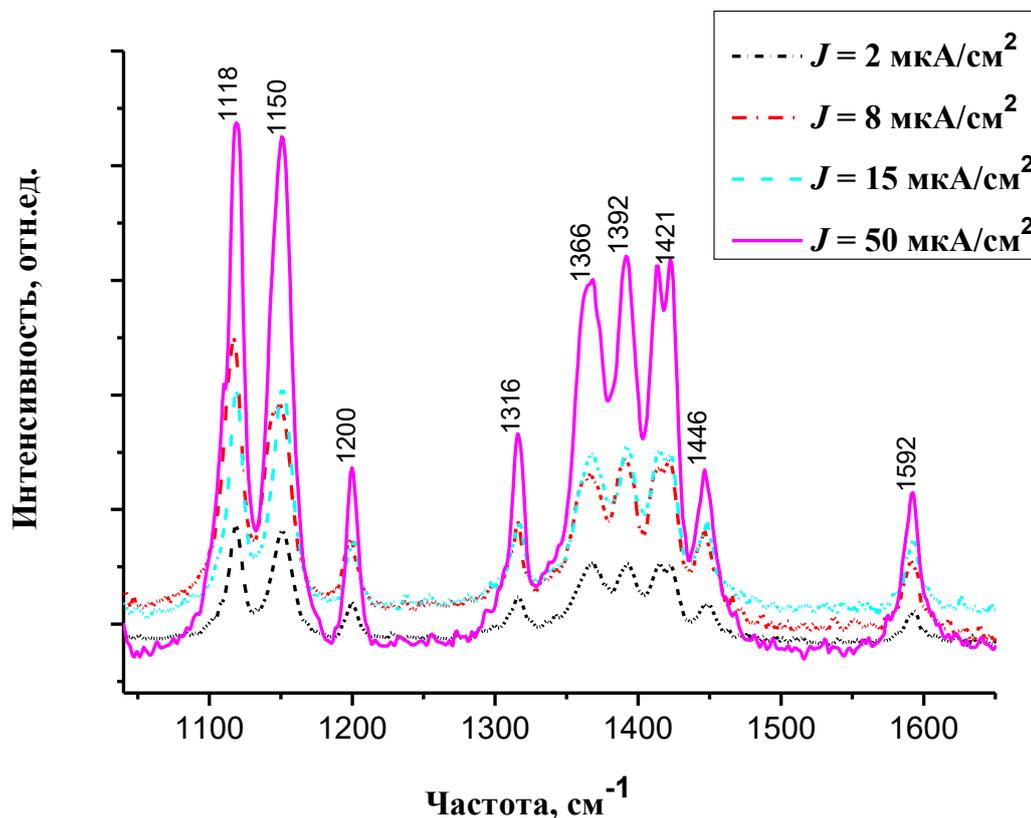


Рис. 2. ГКР спектры от красителя МО в присутствии наночастиц серебра на подложках, полученных при $D = 1.5 \cdot 10^{17} \text{ ион/см}^2$ и $J = 2, 8, 15, 50 \text{ мкА/см}^2$.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С целью наблюдения эффекта усиления КР на пористом кремнии с наночастицами серебра были изготовлены подложки при параметрах ионной имплантации $E = 30$ кэВ, $D = 1.5 \cdot 10^{17}$ ион/см² и $J = 2, 8, 15, 50$ мкА/см². Для каждого изготовленного образца были проведены эксперименты по регистрации ГКР молекул красителя МО. Экспериментально зарегистрирован эффект ГКР для молекул МО, осажденных на поверхности Ag:PSi. Установлено, что наибольшее усиления сигнала КР регистрируется на подложке Ag:PSi изготовленной при максимальном используемом значении $J = 50$ мкА/см².

Таким образом, полученные экспериментальные результаты показывают принципиальную возможность и перспективы использования подложек пористого кремния с наночастицами серебра, изготовленных ионной имплантацией, в качестве ГКР-сенсоров для биологических и химических соединений.

Настоящая работа поддержана грантом «УМНИК».

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Wu W., Liu L., Dai Z., Liu J., Yang S., Zhou L., Xiao X., Jiang C., Roy V.A.L., *Sci. Reports* **5** (2015) 1.
- [2] Yurova N.S., Markina N.E., Pozharov M.V., Zakharevich A.M., Rusanova T.Yu., Markin A.V., *Coll. Surf. A: Physicochem. Eng. Aspects* **495** (2016) 169–175
- [3] Емельянов В.И., Коротеев Н.И. *Успехи физических наук*, **135**(2) (1981) 345-361.
- [4] Kreibig U., Vollmer M., *Optical properties of metal clusters*, Springer, Germany (1995).
- [5] Stepanov A.L., Nuzhdin V.I., Valeev V.F., Vorobev V.V., Kavetsky T.S., Osin Y.N., *Rev. Adv. Mat. Sci.* **40** (2015) 155.
- [6] Степанов А. Л., Нуждин В.И., Валеев В.Ф., Осин Ю.Н. Способ изготовления пористого кремния. Патент РФ на изобретение (2015) № 2547515.
- [7] Воробьев В.В., Осин Ю.Н., Брандт Н.Н., Нуждин В.И., Валеев В.Ф., Степанов А.Л. *Сборник материалов 8-ой конференции молодых ученых «Молодежь и инновации Татарстана»*, КФТИ КазНЦ РАН, – Казань, 2015. С. 21-25.
- [8] Zhang A., Fang Y., *J. Colloid Interf. Sci.* **305b** (2007) 270.
- [9] Шабуня-Клячковская Е.В., Гапоненко С.В., Ващенко С.В., Станкевич В.В., Степина Н.П., Мацукович А.С., *ЖПС* **81** (2014) 378.

ВОЗМОЖНОСТЬ ГЕНЕРАЦИИ СПИН-ПОЛЯРИЗОВАННОГО ТОКА В СВЕРХПРОВОДЯЩЕМ СЛОЕ

А. А. Камашев¹, П. В. Лексин¹, Н. Н. Гарифьянов¹, А. А. Валидов¹,
Я. В. Фоминов², J. Thomas³, J. Schumann³, В. Катаев³, В. Büchner³,
И. А. Гарифуллин¹

¹Казанский физико-технический институт им. Е. К. Завойского КазНЦ РАН, Сибирский тракт 10/7, 420029 Казань, Россия

²Институт теоретической физики им. Л. Д. Ландау РАН, пр. Академика Семенова, 1-а, 142432 Черногоровка, Россия

³Leibniz Institute for Solid State and Materials Research IFW Dresden, Helmholtzstraße, 20, D-01171 Dresden, Germany

E-mail: kamand@mail.ru

Идея спинового клапана заключается в зависимости T_c от взаимной ориентации намагниченности двух Ф-слоев вследствие различных значений эффективного обменного поля, действующего на С-слой. Возможность создания спинового клапана на основе эффекта близости С/Ф была впервые теоретически предсказана О и др. [1]. Используя структуру CoO/Fe1/Cu/Fe2/In, нам удалось впервые реализовать полное включение и выключение сверхпроводящего тока при изменении направления внешнего магнитного поля [2].

Недавно опубликованные теории предсказывают, что при определенных условиях в структуре С/Ф с обычным сверхпроводником возникает триплетная компонента [3] (см. Рис. 1).

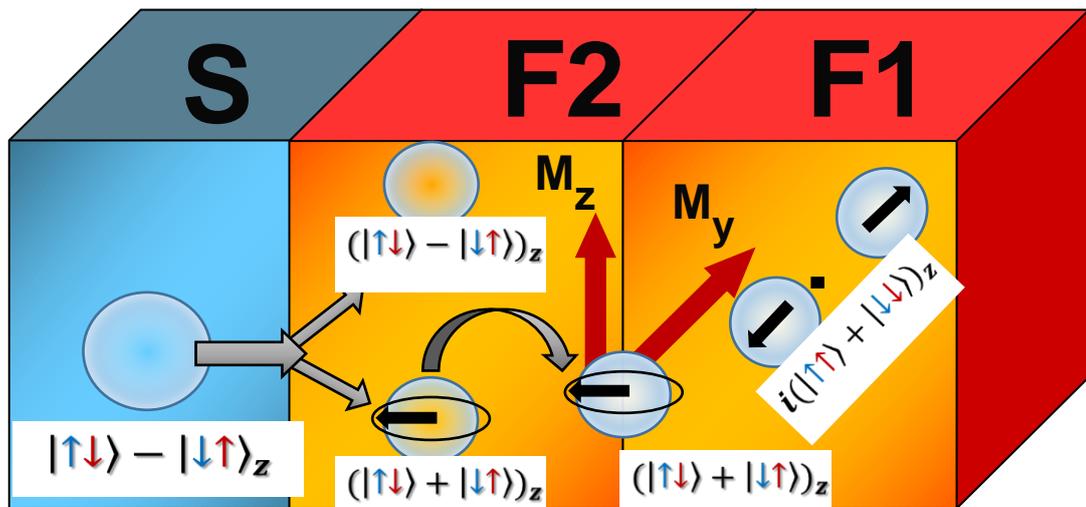


Рис. 1. Генерация триплетных компонент.

Эта компонента проникает в ферромагнетик на большую глубину, сравнимую с глубиной проникновения синглетной парной функции в немагнитный металл. Она может существовать лишь при наличии синглетной сверхпроводимости, поскольку она из нее и возникает. Вследствие этого T_c у нее является T_c синглетной компоненты. Отсутствие собственной критической температуры триплетной компоненты отличают эту ситуацию от наблюдаемых явлений в триплетных сверхпроводниках таких как UPt_3 , Sr_2RuO_4 . Несмотря на то, что все эксперименты указывают на генерацию триплетной сверхпроводимости в С/Ф/С системах, версия о триплетной сверхпроводимости не всегда подтверждается при экспериментальной проверке. Первые проявления дальнедействующей сверхпроводимости в Ф-слое были зафиксированы в экспериментах по измерениям индуцированной эффектом близости С/Ф проводимости. Наличие триплетной сверхпроводимости в системах С/Ф/С, наблюдалось также в экспериментах по эффекту Джозефсона по аномально глубокому проникновению сверхпроводящего конденсата в Ф-слой. В эффекте близости С/Ф подавление T_c в С-слое происходит вследствие истока куперовских пар в Ф-часть. На этом языке генерация дальнедействующей триплетной компоненты открывает дополнительный канал истока. Следовательно, T_c должно подавляться сильнее.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] S. Oh, D. Youm *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **71**, 2376 (1997).
- [2] P.V. Leksin *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **97**, 102505 (2010).
- [3] Ya.V. Fominov *et al.*, *Письма в ЖЭТФ*, **91**, 329 (2010).

4. Новые приборы и аппаратные комплексы

РАЗРАБОТКА СКВАЖИННОГО (ЗАБОЙНОГО) ТРАКТОРА ДЛЯ БУРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО УЧАСТКА СКВАЖИНЫ

Н.Р. Ахмедов

Альметьевский государственный нефтяной институт
e-mail: nailakhmedov@rambler.ru

1. ВВЕДЕНИЕ

Бурение скважин с горизонтальным участком на сегодня является одним из актуальных направлений в нефтяной и газовой промышленности. Число наклонно-направленных скважин с горизонтальным окончанием увеличивается с каждым годом. К основным проблемам, возникающие при строительстве горизонтальных скважин можно отнести некачественную очистку ствола от шлама, недоведение нагрузки до долота, а также затрудненности доставки геофизических инструментов в горизонтальный участок скважины.

2. СТРОИТЕЛЬСТВО ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН

На сегодняшний день большую часть запасов в России занимают трудноизвлекаемые запасы, и разрабатывать их является одним из сложных процессов. Не смотря на тенденцию изменчивости цен на нефть, в 2016 г. общие объемы буровых работ превысили максимального значения. По оценкам компании «Текарт», доля горизонтального бурения в России, в общем объеме эксплуатационного бурения в 2016 году составила 33,5% [1]. По прогнозам до 2025 года проходка горизонтального бурения будет возрастать и замещать наклонно-направленное бурение [2].

3. ЗАБОЙНЫЙ ТРАКТОР ДЛЯ БУРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО УЧАСТКА СТВОЛА

В горизонтальной части скважины компоновка низа бурильной колонны лежит на нижней стенке скважины, что приводит к торможению движения всех инструментов и в определенный момент сила трения увеличивается настолько, что движение (проходка) прекращается. Таким образом, создается недостаточная нагрузка на долото, что в свою очередь снижает механическую скорость бурения, дополнительно затрачивает время на проводку горизонтального участка, увеличивает

срок строительства скважины. Основной технической задачей является изменение силы трения покоя на силу трения скольжения, ввиду этого, значительно сокращается сопротивление движению бурового инструмента.

Существует скважинный трактор [3,4] для доставки инструмента геофизических исследований скважин, но данное оборудование при бурении горизонтального участка не применимо, ввиду отсутствия технологических параметров необходимых для работы в горизонтальном стволе, в частности, грузоподъемность, диаметр наружный, диаметр лопаток, роликов и тд.

Инновационность и новизна идеи заключается в следующем, устройство состоит из 6 роликов-звезд (4 из которых являются точками опор), которые соприкасаются со стенками ствола. Вращение роликов происходит за счет прохождения промывочной жидкости в корпусе «мозг». «Мозг» позволяет фиксировать пространственные параметры скважины, параметры режима бурения (осевая нагрузка, расход промывочной жидкости, частота вращения породоразрушающего инструмента), этим самым увеличивается функциональность, отсутствует необходимость применение наддолотного модуля, а также данное устройство обеспечивает дохождение бурового инструмента до забоя на горизонтальных участках.

В рамках данного проекта предлагается разработать и изготовить опытный образец из высоколегированной стали. Предполагается изготовить в заводских условиях НПФ «Пакер», который сможет обеспечить высокий уровень надежности данного устройства (при эксплуатации и ремонте), и обеспечить хорошую транспортабельную упаковку. Данная разработка в дальнейшем предполагает внедрение на месторождениях Республики Татарстан (при необходимости можно внедрить на других (зарубежных) проектах компанией ПАО «Татнефть»).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Журнал «Сибирская нефть». №7/144. (2017).
- [2] *ROGTEC MAGAZINE* №50. (2017).
- [3] Ш.Р. Галямов, К.А. Хисматуллин. Патент РФ 2528720. *Скважинный трактор*. (2014).
- [4] М.Л. Трубников. Патент 2495222. *Устройство для доставки приборов в горизонтальную скважину*. (2013).

РАЗРАБОТКА РАДИОЧАСТОТНОГО ПРИЁМНОГО ДАТЧИКА ПОВЫШЕННОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ТОМОГРАФА

¹Хундиряков В.Е., ²Баязитов А.А.

¹Казанский Федеральный (Приволжский) Университет, 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 16а.

²Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского КазНЦ РАН, 420029, РТ, г. Казань, ул. Сибирский тракт 10/7
yadim.139@mail.ru

1.АКТУАЛЬНОСТЬ

Травматологический томограф является комплексом различного прецизионного оборудования. В частности, необходимо разработать приемные радиочастотные датчики, во многом определяющие чувствительность и отношение сигнал-шум томографа.

Цель данной работы: улучшение однородности поля и амплитуды сигнала приемного датчика, и как следствие, разрешающей способности получаемых изображений.

2.ВВЕДЕНИЕ

Целью данной работы является разработка и исследование датчика «Кисть» для травматологического ЯМР-томографа с полем 0.4 Тл (резонансная частота малогабаритного томографа 17,5 МГц). Объектом исследования данной работы является приемная система, предназначенная для обследования малых суставов человека. В работе исследуется изменение параметров катушки от ее геометрии.

3.ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В данной работе описаны результаты исследования, и разработки приемной части датчика “Кисть”. Данный датчик имеет форму эллипса с параметрами X_1 , X_2 , R_z , R_y , где X_1 и X_2 расстояние между кольцами датчика, R_z и R_y – полуоси эллипса (рис.1).

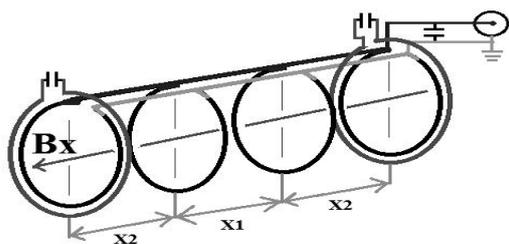


Рис.1 - Приемная система, состоящая из шести витков. Четыре витка – основная приемная часть, и два дополнительных витка, настроенных на рабочую частоту с учетом взаимной индукции

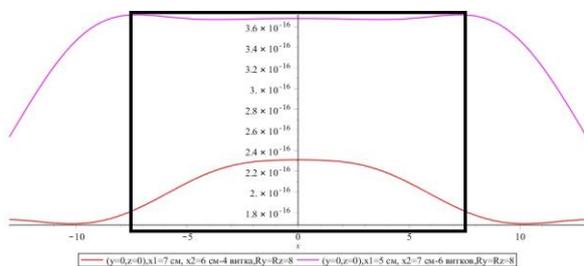


Рис.2 - Сравнение приемной системы с 4 и 6 витками

однородность достигается за счет добавления дополнительных колец на краях датчика, которые, в дальнейшем будут настроены на резонансную частоту отдельно от четырех витков и будут работать, как вспомогательный контур. Оценки однородности поля проводились путем расчёта среднеквадратичного отклонения от среднего значения поля, отнесенного к его среднему значению.

Полученные результаты лягут в основу работы по данной теме.

В работе проводилась оценка однородности поля вдоль оси X в центре датчика в области 150 мм. При моделировании катушки изменялись такие параметры, как число витков, параметры X_1 , X_2 , R_z и R_y . На рисунке 2 сравнение лучших вариантов конфигурации датчиков с 4 и 6 витками, видно, что амплитуда возросла ~ 2 раза, также видно, что поле стало более однородным. Были проведены исследования однородности распределения сигнала в исследуемой области датчика при уменьшении полуоси эллипса R_z . Результаты показали, что при $R_y=8$ см уменьшение полуоси R_z меньше 5 см сильно ухудшает однородность на краях датчика (неоднородность больше 20%). Наилучшая

5. Биотехнологии

РАЗРАБОТКА МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКОГО МЕТОДА ТЕСТИРОВАНИЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПО ДНК-МАРКЕРАМ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ

А.Р. Сафиуллина, Ф.Ф. Зиннатов, А.Р. Шамсова

*ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ, 420029, Республика Татарстан, г. Казань,
ул. Сибирский тракт 35
e-mail: aigul.gismatullina@yandex.ru*

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время остро стоит проблема генетической устойчивости разных пород КРС к болезням. Сохранение и изучение биоразнообразия и, в частности, разнообразия аллелей генов, связанных с устойчивостью популяции к меняющимся факторам окружающей среды. Изучение этих задач и получение результатов могут найти применение для мониторинга потенциала генетической устойчивости популяций к болезням, и долгосрочного планировании селекционной работы и разработки программ по разведению животных для отдельных хозяйств [1].

Особое значение приобретает молекулярно - генетическое тестирование крупного рогатого скота в племенных хозяйствах и предприятиях по ДНК – маркерам [2] иммунной системы и хозяйственно - полезных признаков, а также изучение взаимосвязи полиморфизма с устойчивостью к инфекционным заболеваниям.

Факторы врожденного и приобретенного иммунитета находятся в постоянном тесном взаимодействии как при уничтожении чужеродных организмов, борьбе с инфекционными агентами, так и в уничтожении клеток, вступивших в апоптоз и воспалительных реакциях [3].

В качестве перспективных генов-маркеров по устойчивости к заболеваниям крупного рогатого скота рассматриваются такие гены, как MBL (лектин, связывающий маннозу), LTF (лактоферрин), TLR4 (Toll-like рецептор или Толл-подобный рецептор) и другие.

Выявление генетического разнообразия животных на уровне ДНК, позволят использовать результаты исследований при составлении селекционно-племенных программ в племенных хозяйствах и предприятиях для сохранения ценных комбинаций генов и улучшения имеющегося генофонда сельскохозяйственных животных [4].

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводили на коровах голштинской породы СХПК им. Ленина Атнинского района Республики Татарстан. Для выделения ДНК брали пробы крови коров-первотелок с использованием набора реагентов «АмплиПрайм ДНК-сорб-В» согласно протоколу производителя (ДНК-Технологии, Москва). У каждого животного определяли полиморфизм локусов, которые оказывают влияние на иммунный статус организма и продуктивные качества животных. После амплификации каждый фрагмент ДНК при исследовании генов был подвергнут расщеплению с помощью эндонуклеаз рестрикции BstX 2I (TG5), Hae III (BLG, MBL) и др. Гидролиз проводили при 37°C в течение 16 часов. Визуализацию фрагментов осуществляли электрофоретическим разделением продуктов рестрикции в 2,5% и 3% агарозном геле в присутствии 5 мкл 10% бромистого этидия, фиксировали и документировали с помощью видеосистемы GelDoc (Bio-Rad, США).

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для улучшения качества продукции возникает необходимость сравнительного анализа влияния генов иммунной системы на хозяйственно-полезные признаки, то есть проведение дополнительных исследований и поиск взаимосвязей данных генов с иммунитетом и продуктивностью животных.

Таблица 1. Среднесуточные показатели продуктивности коров СХПК им. Ленина.

Генотипы BLG	Показатели по продуктивности				
	Удой, кг	Жир, %	Белок, %	Выход жира, кг	Выход белка, кг
AA	6432± 344,8	4,03±0,12	2,9±0,05	260±17,5	186±9,8
AB	6483±252,8	3,9±0,07	2,9±0,04	255±13,09	192±8,2
BB	6634±459,5	4,06±0,16	2,98±0,05	272±27,2	197±13,9

Изучение влияния полиморфизма гена BLG на молочную продуктивность коров, показало, что наибольшим удоем характеризуются коровы, несущие гомозиготный генотип BLG^{BB}, что составляет в среднем 6634 кг молока, так же у данных коров значительное преобладание в выходе молочного жира (272,8 кг) и белка (197,6 кг), чем у коров с гетерозиготным генотипом BLG^{AB}. Наименьший удой отмечается у коров с гомозиготным генотипом BLG^{AA} и составляет 6432 кг, так же и с выходом молочного жира и белка - 260,3 кг и BLG^{AA} 186,5 (таблица 1).

Таблица 2. Пересчёт фактического количества молока на базисную жирность (зачетный вес).

Генотип	Фактическое количество молока за 305 дней лактации, кг	Содержание жира в молоке, %	Зачетный вес, кг	Сумма за полную лактацию в расчёте на 1 корову, тыс.руб
TG5				
ТТ	7743,5	4,22	9611,05	218,65
ТС	5909,75	3,86	6709,3	152,63
СС	6675,45	4,0	7853,5	178,67
LEP				
ТТ	6303,5	3,96	7341,7	167,023
СТ	6537,4	4,0	7691,05	174,97
СС	6802,2	3,78	7562,4	172,0
LEPTG5				
LEP ^{ТТ} TG5 ^{ТТ}	7279,5	4,11	8799,6	200,19
LEP ^{ТТ} TG5 ^{ТС}	4193,5	3,48	4292,1	97,6
LEP ^{ТТ} TG5 ^{СС}	6530,3	4,0	7682,7	174,78
LEP ^{СТ} TG5 ^{ТТ}	7975,5	4,27	10016,3	227,87
LEP ^{СТ} TG5 ^{ТС}	6136,6	3,93	7093,2	161,37
LEP ^{СТ} TG5 ^{СС}	6643,7	4,02	7855,2	178,7
LEP ^{СС} TG5 ^{ТС}	5540	3,47	5654,0	128,63
LEP ^{СС} TG5 ^{СС}	7117,8	3,86	8080,8	183,8

Накопление в стадах животных, несущих в своем геноме желательные аллельные варианты генов кандидатов иммунной системы (MBL, LTF, TLR4 и др.) и генов кандидатов хозяйственно-полезных признаков (PRL, LGB, CSN3, LEP и др.), приведет к увеличению не только молочной продуктивности животных, но и к увеличению производства белкомолочной, жирномолочной продукции высокого качества с устойчивостью животных к различным заболеваниям (таблица 2).

4. ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Обзор о перспективных генах-маркерах отвечающих за иммунную резистентность животных, показывает целесообразность более широкого

изучения и внедрения ДНК-маркеров в животноводческую практику для оптимизации и совершенствования системы оздоровления крупного рогатого скота. Современный уровень селекции животных немислим без их генетической идентификации, которая широко применяется для контроля происхождения, повышения точности прогноза племенной ценности.

Изучение биоразнообразия популяций животных на примере племенных хозяйств Республики Татарстан будет влиять на выявление частоты встречаемости аллельного полиморфизма животных с генами по устойчивости к инфекционным заболеваниям. Для этого необходимо будет отобрать наиболее ценных по комплексу признаков животных с целью расширения генофонда популяции для формирования группы особо ценных животных по устойчивости к заболеваниям.

Результаты работы будут применены в агропромышленном комплексе, в сфере животноводства. Так как данные исследования могут применяться на любых видах животных, это имеет весомое значение в практике ветеринарных специалистов для постановки диагнозов. В настоящее время, сельскохозяйственные животные, являются средством заработка и кормления населения страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.А. Адамбаева, *Исследование генетической устойчивости и восприимчивости к бруцеллезу у разных пород крупного рогатого скота Казахстана, России и Киргизии* / А.А. Адамбаева, А.А. Султанов, Р.Б. Ахмедов, М.С. Кобозева, В.В. Заякин, И.Я. Нам, Л.Н. Гордиенко // В сборнике: I Евразийская научно-практическая конференция «Инновационные агробιοтехнологии в животноводстве и ветеринарной медицине» ответственный редактор И.Я. Нам. 2015. С. 17-20.
2. Ф.Ф. Зиннатова, *Молекулярно-генетическое тестирование быков-производителей различной породы по генам маркерам липидного обмена* / Ф.Ф. Зиннатова, Ф.Ф. Зиннатов // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2014. № 2. С. 124-126.
3. U.L. Holmskov, *Collectin and collectin receptors in innate immunity*, *APMIS*, Suppl., (2000) 100: 1-59.
4. Н.С. Марзанов, *Сохранение биоразнообразия. Генетические маркеры и селекция животных (обзор)* / Н.С. Марзанов, Ю.В. Саморуков, Г.В. Ескин // Сельскохозяйственная биология. 2006. №4. С. 3-19.

ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ МОЛОЧНОКИСЛЫХ ИЗОЛЯТОВ В ТЕХНОЛОГИИ НЕЖИРНЫХ ЙОГУРТОВ

А.И.Вафина, Е.В.Никитина, Г.О. Ежкова, А.Р.Каюмов

*Казанский национальный исследовательский технологический
университет
420015 г. Казань, ул.К.Маркса, д.68
adelia88@mail.ru*

Кисломолочные продукты в силу специфических свойств и направленного воздействия на организм человека приобретают большую популярность среди потребителей. В основе получения продуктов такого типа лежат микробиологические процессы. Соответственно качество кисломолочных продуктов напрямую зависит от качества заквасок, применяемых для их производства, что в свою очередь определяется свойствами микроорганизмов, входящих в их состав [1]. Представлялось интересным выявить и оценить перспективу использования новых штаммов молочнокислых бактерий в технологии получения сквашенного продукта из обезжиренного молока.

Для получения классического йогурта использовали штаммы *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* штамм 51 и *Bifidobacterium* BB-12™, *Streptococcus thermophilus* TH-4. Экспериментальные изоляты, выделены из силоса и идентифицированы до рода *Lactobacillus* sp., были предоставлены к.б.н., доцентом кафедры генетики Казанского федерального университета Каюмовым А.Р., (Казань, РФ). В работе тестировали шесть изолятов - *Lactobacillus* sp. AG1, *Lactobacillus* sp. AG 8, *Lactobacillus* sp. AG 9, *Lactobacillus* sp. AG 10, *Lactobacillus* sp. AG 15, *Lactobacillus* sp. AG 16. В исследовании были получены образцы сквашенных молочных продуктов под воздействием новых изолятов молочнокислых бактерий и йогуртовой закваски. Исследованы физико-химические показатели качества свежеработанных образцов молочнокислого продукта с добавлением новых изолятов и классического йогурта (рис. 1).

Из представленного рисунка 1 видно, что отмечалось большее нарастание кислотности в кисломолочных образцах по сравнению с классическим йогуртом (контролем). Исключение составлял образец, полученный с использованием штамма AG1, значение кислотности которого 94 °Т, что ниже контроля.

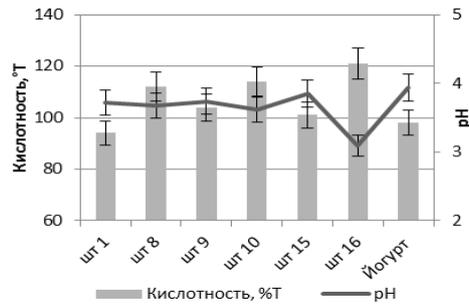


Рис. 1 – pH и кислотность сквашенного обезжиренного молока после культивирования йогуртовой закваски и новых изолятов молочнокислых бактерий

Наибольшее кислотообразование прослеживается в образце, сквашенном штаммом AG16, и составляет 120 °Т. В целом кислотность всех опытных образцов соответствует гостуемым требованиям, в готовом йогурте она должна соответствовать 75 - 140 Т. Активное кислотообразование в сквашиваемом продукте связано с присутствием большого количества заквасочных микроорганизмов, которое приводит к накоплению продуктов метаболизма заквасочных микроорганизмов (органические кислоты, преимущественно молочная кислота) и повышению значения титруемой кислотности. Важным показателем качества молочного сырья с позиции технологии его переработки и хранения является величина pH, так как деятельность ферментов и бактерий связана с кислотностью, которая коррелирует с кислотностью. Величина pH после сквашивания молока для разных штаммов колебалась в пределах 3-4. Самое низкое значение pH наблюдается в образце, сквашенном штаммом AG16 (3,09).

Для оценки структурно-механических характеристик полученных сквашенных продуктов проводили определение синерезиса и влагоудерживающей способности (ВУС). Полученные результаты свидетельствуют, что синерезис образцов сквашенных с использованием штаммов AG8 и AG10 (19 мл H₂O/100 продукта) проявляется в меньшей степени, этот показатель ниже чем в контрольном классическом йогурте. ВУС опытных сквашенных продуктов характеризовались более низкими значениями по сравнению с контролем. Наиболее значительный показатель ВУС выявлен в продуктах, сквашенных новыми изолятами AG8, AG10 и AG15.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Крусь Г.Н., Шалыгина А.П., Волокитина З.В. *Методы исследования молока и молочных продуктов*. М.: Колос, 2000 - 368 с.