

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Тверской государственный университет»  
Тверской региональный общественный фонд имени  
академика В.А. Каргина

# **XVI РЕГИОНАЛЬНЫЕ КАРГИНСКИЕ ЧТЕНИЯ**

**Областная научно-техническая конференция  
молодых учёных  
"Физика, химия и новые технологии"**

26 марта 2009 года

г. Тверь

**Тезисы докладов**

**Тверь 2009**

**Ответственные за выпуск:**

Доктор химических наук П.М. Пахомов  
Кандидат химических наук С.Д. Хижняк

XVI Региональные Каргинские чтения: Тезисы докладов. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2009. – 112 с.

Областная научно-техническая конференция молодых учёных в рамках Региональных Каргинских чтений проводится ежегодно, начиная с 1999 года, а с 2007 года она входит в перечень аккредитованных мероприятий Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (фонд Бортника) по программе УМНИК. В сборнике представлены доклады студентов, аспирантов, молодых учёных и школьников тверских вузов и школ. Рассмотрены современные проблемы физики, химии и новых технологий.

Настоящий сборник издан на средства РФФИ (грант № 09-03-06000Г).

При проведении XVI Региональных Каргинских чтений финансовую поддержку оказали администрация Тверской области и фирма «Брукер».

© Авторы статей, 2009  
© Тверской государственный университет, 2009

А.В. Алферова

ИК СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ  
СЛОЕВИЩА ЛИШАЙНИКА *EVERNIA PRUNASTRY* (L.) АСН.  
В РЕЗУЛЬТАТЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОРТОФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

Руководитель А.Ф. Мейсурова

Тверской государственный университет  
Кафедра ботаники

Лишайники одни из первых реагируют на изменение химического состава воздуха, так как способны накапливать и сохранять в себе экотоксиканты (окислы азота и серы, соединения хлора и фосфора, тяжёлые металлы) до концентраций, которые намного превышают их физиологические потребности, что позволяет по уровню их в слоевищах делать выводы об особенностях выпадений и степени загрязнения. Цель работы: ИК спектроскопический способ оценки изменений слоевища *Evernia prunastri* в результате воздействия ортофосфорной кислоты. Объект исследования – образцы вида *Evernia prunastri*, которые были собраны в фоновой зоне (усадьба Михнево, с. Ново-Михнево, Рамешковский р-он Тверской обл.). Образцы *Evernia prunastri* выдерживали в эксикаторах с ортофосфорной кислотой различной концентрации (84, 42, 21 и 10,5 %) в течение 6 недель. Для записи ИК спектров образцы сушили при 25–35 °С и по стандартной методике готовили таблетки с КВг. Спектры образцов записывали на ИК спектрометре «Equinox 55».

ИК спектроскопический анализ образцов *Evernia prunastri*, выдержанных в эксикаторе с  $H_3PO_4$  различной концентрации в течение 6 недель, позволил выявить химические изменения в лишайнике, связанные с накоплением поллютанта. В ИК спектрах образцов 1–4 выявлено изменение на частоте  $520\text{ см}^{-1}$ . Отнесение данной полосы говорит о деформационных колебаниях Р–О связи  $PO_4^{3-}$ . Расчёт отношения оптической плотности полосы поглощения ( $D_{520}$ ), связанной с усвоением аниона кислоты лишайником, к оптической плотности полосы стандарта ( $D_{520}/D_{2925}$ ) позволил определить относительную концентрацию исследуемой химической группы. Расчёт отношения  $D_{520}/D_{2925}$  для образцов 1–3 показал, что высокое содержание фосфатов характерно для образца, выдержанного в эксикаторе с 21 % ортофосфорной кислотой, а самое низкое – с 10,5 % кислотой. По-видимому, процесс усвоения остатка ортофосфорной кислоты лишайником в большей степени зависит от концентрации, а не от времени экспонирования образца. Во всех образцах отмечено увеличение интенсивности полос поглощения, ответственных за содержание белка. Вероятно, усвоенный анион-фосфат вступает в биосинтез белка. Целесообразно проведение дополнительных исследований, которые с помощью ИК спектроскопии позволят выяснить характер воздействия других загрязнителей атмосферы на образцы *Evernia prunastri*.

Е.С. Анискина

## ТВЁРДОКОНТАКТНЫЙ ИОНОСЕЛЕКТИВНЫЙ ЭЛЕКТРОД ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭРИТРОМИЦИНА

Руководитель С.С. Рясенский

Тверской государственный университет  
Кафедра неорганической и аналитической химии

При лечении ряда заболеваний, связанных с органами дыхательной системы, при менингите часто используется антибиотик – эритромицин. Для изучения влияния этого антибиотика на живой организм важно уметь определить содержание его в различных растворах.

Используемые в настоящее время методики для определения эритромицина не позволяют провести экспресс-анализ. В то же время известно, что для определения ряда антибиотиков усиленно используется ионометрический метод. Для реализации этого метода необходимо иметь соответствующий ионоселективный электрод. Целью настоящей работы было создание твёрдоконтактного ионоселективного электрода для определения эритромицина.

Замена внутреннего электрода сравнения электронным трансдюссером позволяет существенно улучшить метрологические характеристики электрода.

В качестве ионно-электронного трансдюссера мы выбрали электропроводный полимер – полианилин (ПАНи). Вся конструкция данного электрода представляет собой сложную структуру, основой которой служил гранитовый токоотвод. Сверху этого токоотвода была нанесена полимерная мембрана, содержащая 25 % ПАНи. К этой мембране была прикреплена ионоселективная мембрана с ЭАВ в воде ионного ассоциата фосфорномолибденовой кислоты с эритромицином, полученная по традиционной схеме.

Электродная функция изготовленного электрода представляет собой прямую в интервале рС 1,5–4,5. Линейность электродной функции была подтверждена с использованием критерия Фишера. При этом крутизна функции составила 42 мВ/рС. Рабочий диапазон рН составил 3–6 единиц рН, что вполне приемлемо для большинства практических задач. Время отклика не превышает 50 секунд. Высокая надежность изготовленного электрода была подтверждена при помощи ионометрического определения содержания эритромицина в модельных смесях, относительная погрешность этих измерений составляет 4 %, что соответствует обычной погрешности ионометрического анализа.

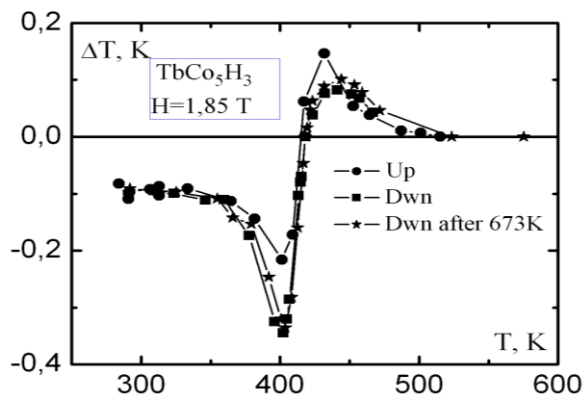
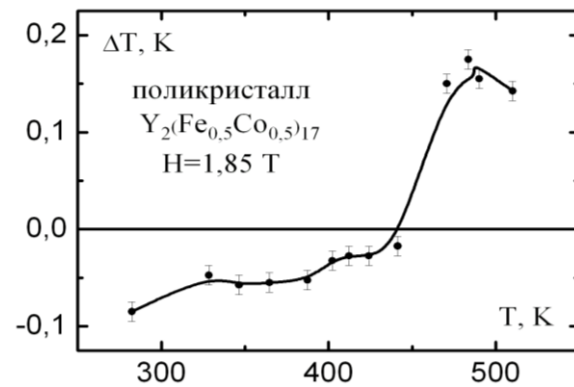
А.И. Арефьев, Ю.С. Кошкидько

МАГНИТОКАЛОРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ПОРОШКОВЫХ  
И ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ОБРАЗЦОВ

Руководитель К.П. Скоков

Тверской государственной университет  
Кафедра магнетизма

Измерения проводились на порошке гидроксида  $TbCo_5H_3$  и на поликристаллическом образце  $Y_2(Fe_{0,5}Co_{0,5})_{17}$ . В результате проведённых измерений были получены следующие результаты (рис. 1 и 2).

Рис. 1. МКЭ  $TbCo_5H_3$ Рис. 2. МКЭ  $Y_2(Fe_{0,5}Co_{0,5})_{17}$ 

Так как порошок можно отнести к системе свободно вращающихся монокристаллов, то МКЭ в данном случае должен определяться только парапроцессом. В результате того что намагниченность ферромагнетика в области СПП возрастает, должен наблюдаться минимум МКЭ, при этом максимум должен наблюдаться в  $T_C \sim 1000$  К. Однако из рис. 1 видно, что максимум МКЭ наблюдается при 450 К. Внедрение водорода не могло привести к сильному понижению  $T_C$ , кроме того, часть водорода вышла вследствие нагревания, при этом максимум МКЭ практически не сместился.

Похожий результат был получен на поликристаллическом образце  $Y_2(Fe_{0,5}Co_{0,5})_{17}$ . При измерении МКЭ на поликристалле  $Y_2(Fe_{0,5}Co_{0,5})_{17}$  в области СПП, МКЭ эффект определяется суммой МКЭ отдельных зёрен, а как известно, в области СПП МКЭ имеет различный знак при различных ориентациях образца относительно внешнего магнитного поля. Аналогичная ситуация наблюдается при измерении порошка  $TbCo_5H_3$ , т.е. вращение отдельных частиц порошка было затруднено вследствие уменьшения величины вращающего магнитного момента в СПП (возможно, это также связано с плотной прессовкой). Таким образом, образец напоминает по свойствам поликристалл с мелкими зёрнами различной ориентации. Следовательно, МКЭ эффект определяется суммой МКЭ отдельных зёрен с различной ориентацией.

М.С. Афанасьев

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ УСТАНОВКИ CORSET

Руководитель В.Н. Околович

Тверской государственный университет  
Кафедра общей физики

В работе поставлена актуальная научная задача, состоящая в совершенствовании системы сбора данных, используемой непосредственно для проведения измерений в экспериментах по выявлению экстремальных условий существования сверхтяжёлых ионов в ядерных реакциях, проводимых на установке CORSET. Объектом исследований в данной работе являются производительность настоящей DAQ (Data acquisition system) и разработка проекта построения аналогичной DAQ на более современном электро-механическом стандарте.

За последние десять лет было проведено множество экспериментов по открытию новых сверхтяжёлых элементов. Эксперименты такого рода очень трудоёмкие и требуют очень больших затрат. Для того чтобы увеличить шанс нахождения нового сверхтяжёлого элемента, требуется сначала определить экстремальные условия его существования. При проведении подобного рода экспериментов требуется измерять большое число параметров, а следовательно, и количество входных каналов в DAQ будет большим. От производительности модулей, на основе которых строится DAQ, зависит качество проводимых измерений, а также и результат. DAQ, построенная на основе модулей PXI, более производительная и экономичная по отношению к существующим ранее. Актуальность построения DAQ на основе PXI модулей заключается в увеличении качества проводимых измерений и уменьшении затрат в ходе эксперимента.

В работе использованы эмпирические и теоретические методы исследования. Решения задач базируются на экспериментальных данных и известных теоретических положениях технологии построения измерительных систем. Автором предложен новый принцип работы схемы совпадений. Функциональная часть схемы совпадений частично также переведена с аппаратного на программный уровень.

Результаты работы, вероятнее всего, будут внедряться на установку CORSET экспериментального отдела ЛЯР ОИЯИ в виде технологической и проектно-конструкторской методологической документации по сборке, настройке и использованию системы сбора данных.

И.А. Барабонова

## ВЛИЯНИЕ ГАЗОЛАЗЕРНОЙ РЕЗКИ НА МИКРОСТРУКТУРУ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ

Руководитель Л.Е. Афанасьева

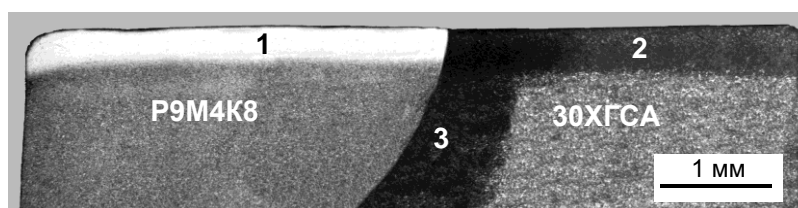
Тверской государственный технический университет  
Кафедра технологии металлов и материаловедения

Среди большого разнообразия упрочняющих методов металлообрабатывающего инструмента заметное место принадлежит лазерной обработке. Это связано с возможностью локального упрочнения материала в нужных участках, что позволяет экономить энергию, уменьшать деформацию инструмента.

Цель настоящей работы – изучить строение зоны лазерного воздействия (ЗЛВ) быстрорежущей стали марки Р9М4К8.

Для проведения исследований и разработки технологии упрочнения инструмента на заготовке из низколегированной конструкционной стали 30ХГСА проводили наплавку быстрорежущей стали дугой прямого действия на постоянном токе обратной полярности в защитной среде аргона. Затем в наплавленном слое заготовок вырезали образцы с использованием лазерного комплекса BySprint 3015 компании «Bystronic». Исследование микроструктуры стали проводилось с помощью оптического микроскопа МИМ-8 с цифровой видеокамерой. Микротвёрдость измеряли на приборе ПМТ-3.

Макроструктура образца показана на рисунке. Светлая полоса в левой верхней части, отмеченная цифрой 1, соответствует ЗЛВ в наплавленной быстрорежущей стали, 2 – ЗЛВ в стали 30ХГСА, 3 – зона термического влияния, образовавшаяся при наплавке стали.



Макроструктура биметаллического образца

В результате проведённых исследований изучено строение ЗЛВ. Она имеет слоистое строение и состоит из области закалки из жидкой фазы, закалки из твёрдой фазы, области отпуска. Показано, что быстрорежущая сталь приобретает уникальную структуру и повышенную твёрдость на глубину до 300 мкм.

А.В. Баранов

ФИЛЬТРОВАЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИДНЫХ  
ФИБРИДОВ, ПОЛУЧАЕМЫХ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ  
ПОЛИКОНДЕНСАЦИЕЙ

Руководители: В.А. Никифоров, Е.И. Лагусева

Тверской государственной технической университет  
Кафедра технологии полимерных материалов

По принципу работы фильтровальные материалы разделяют на поверхностные и объёмные. Особую ценность для практики представляют объёмные фильтровальные элементы (ф/э), так как по сравнению с поверхностными они обладают повышенной механической прочностью, при фильтрации используется весь объём элемента, в результате чего их удельная грязоемкость в 2–5 раз выше, чем у поверхностных элементов. Технология изготовления объёмных фильтров из фибридов проще, процесс поддается полной механизации и автоматизации. Объёмные фильтры экономичны в изготовлении и эксплуатации.

Для формования ф/э использовали композицию на основе гомо- и сополиамидных фибридов и резаного синтетического волокна.

Фибриды марок 6Т, ПТ, 6ПТ-20, 6ПТ-30, 6ПТ-50, 6ПТ-70, 26ПТ-33, 26ПТ-20, 6ИТ-10, полученные методом газожидкостной поликонденсации, в ф/э выполняют роль связующего. Фильтровальные элементы, изготовленные только из полиамидных фибридов, обладают высоким гидравлическим сопротивлением вследствие значительного уплотнения структуры и непригодны для практического использования.

В качестве разрыхлителя структуры ф/э применяют полипропиленовое, лавсановое и капроновое волокна с длиной нарезки 3–5 мм. Капроновое волокно как наименее стойкое в агрессивных средах может быть использовано в фильтрующих композициях для очистки технологической воды и дизельного топлива.

Варьируя соотношением фибридов и резаного синтетического волокна в композиции, можем регулировать тонкость отсева и пропускную способность ф/э.

Технология формования фильтрующих элементов трубчатого типа предельно проста и не требует сложного технологического оборудования и большого числа операций. Имеются ручная и полупромышленная механизированная установки для изготовления ф/э.



И.А. Беляков, А.А. Быховец, М.В. Каменщиков

ИМПУЛЬСНЫЕ ПРОЦЕССЫ В МНОГОСЛОЙНЫХ  
ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АКТЮАТОРАХ

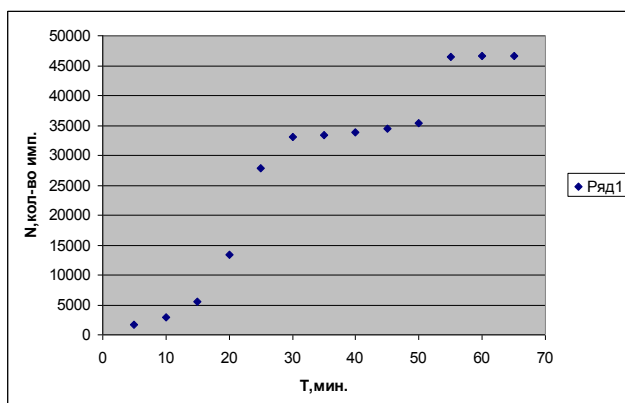
Руководитель Н.Н. Большакова

Тверской государственной университет  
Кафедра сегнето- и пьезоэлектриков

Многослойные пьезокерамические актюаторы (МКА) нашли широкое применение. Экспериментальные образцы актюаторов изготовлены из материала ЦТС-46 в ОАО «ЭЛПА» г. Зеленограда. Многослойный элемент имеет размеры  $6 \times 6 \times 2,7$  мм<sup>3</sup> и содержит 6 блоков. Емкость МКА равна  $C_0 = 2,43$  мкФ,  $\text{tg } \delta = 0,0142$ . При напряжении 100 В механическое перемещение МКА составляет 18 мкм.

Целью настоящей работы являлось исследование импульсных процессов в многослойных пьезоэлектрических актюаторах, изготовленных на основе пьезокерамики ЦТС-46. Исследования проведены методом эффекта Баркгаузена.

Установлено, что при подаче на актюатор поля  $E = 0,4$  кВ·см<sup>-1</sup>, сонаправленного напряженности поляризующего в производственных условиях поля, появляются импульсы, число которых в первые 30 секунд его воздействия изменяется незначительно, с увеличением напряженности поля число импульсов возрастает. На рисунке представлены результаты исследования распределения во времени числа импульсов, возникающих в МКА под воздействием электрического поля  $E = 0,4$  кВ·см<sup>-1</sup>. Видно, что с



увеличением времени выдержки МКА под полем от 0 до 30 мин наблюдается монотонный рост числа импульсов. В интервале времен от 30 до 50 мин кривая  $N(T)$  выходит на насыщение. При дальнейшей выдержке под полем число импульсов возрастает до  $N = 46 \cdot 10^3$  и остаётся неизменным в течение 20 мин.

В сегнетоэлектриках скачки переполаризации происходят не только в момент переключения поля, но и в течение значительного времени после его переключения, что свидетельствует о наличии в сегнетоэлектриках вязкостного явления. Для сегнетоэлектриков введено понятие диэлектрической вязкости. Кривые распределения числа скачков переполаризации во времени позволяют рассчитать коэффициент диэлектрической вязкости  $\beta$ . Расчёт показывает, что для МКА  $\beta \approx 5,7 \cdot 10^5$  В·с·см<sup>-1</sup>.

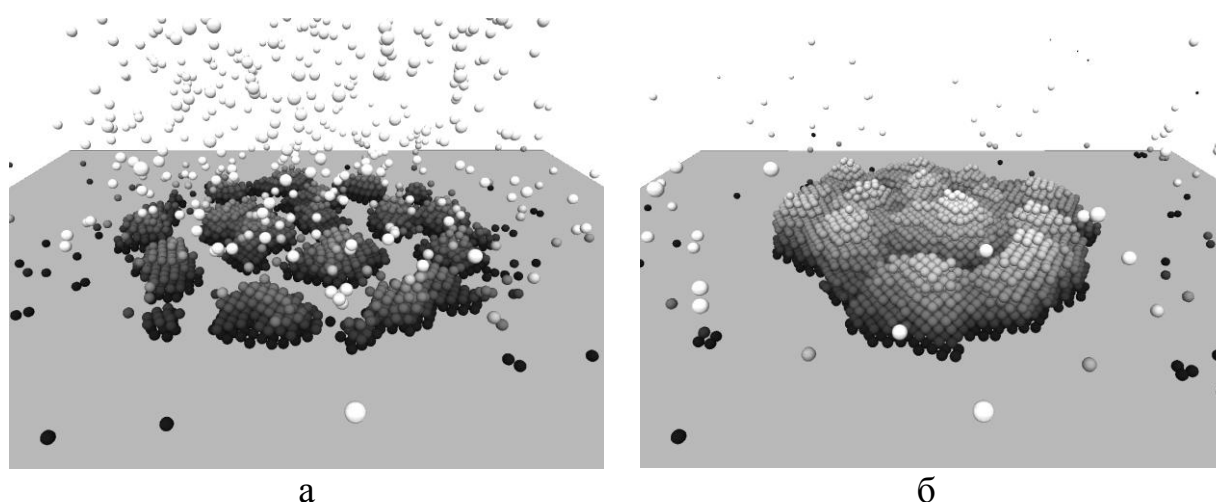
А.Г. Бембель

МОЛЕКУЛЯРНО-ДИНАМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ  
ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ И МЕХАНИЗМОВ КОНДЕНСАЦИОННОГО  
РОСТА ОСТРОВКОВЫХ ПЛЁНОК

Руководитель В.М. Самсонов

Тверской государственный университет  
Кафедра теоретической физики

Основной целью данной работы являлось изучение закономерностей и механизмов роста леннард-джонсовских островковых пленок в условиях молекулярно-лучевой эпитаксии. Выделяют три основных механизма конденсационного роста плёнок. Рост по Фольмеру–Веберу связан с образованием дискретных трёхмерных зародышей, которые затем сливаются, образуя сплошную плёнку. Механизм Франка и Ван дер Мерве отвечает послойному росту, а при росте по Странскому и Крыстанову сначала происходит послойный рост с образованием двумерных кристаллов, на которых затем формируются трёхмерные островки-зародыши. Образование германиевых островков на поверхности кремния соответствует в целом последнему механизму: сначала на кремниевой подложке формируется плёнка германия, а затем она «вспучивается» в местах образования островков. Для создания наносхем может оказаться целесообразным изменение механизма роста островков, т.е. переход к механизму Фольмера–Вебера.



Две последовательные конфигурации, отвечающие росту эпитаксиальной плёнки (диаметр пучка  $d^* = 30$ ): а – приведённое время  $t^* = 35000$ ; б –  $t^* = 150000$

Как видно, рост леннард-джонсовской островковой плёнки происходит по механизму Фольмера–Вебера.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 08-03-97511-р\_центр\_а).*

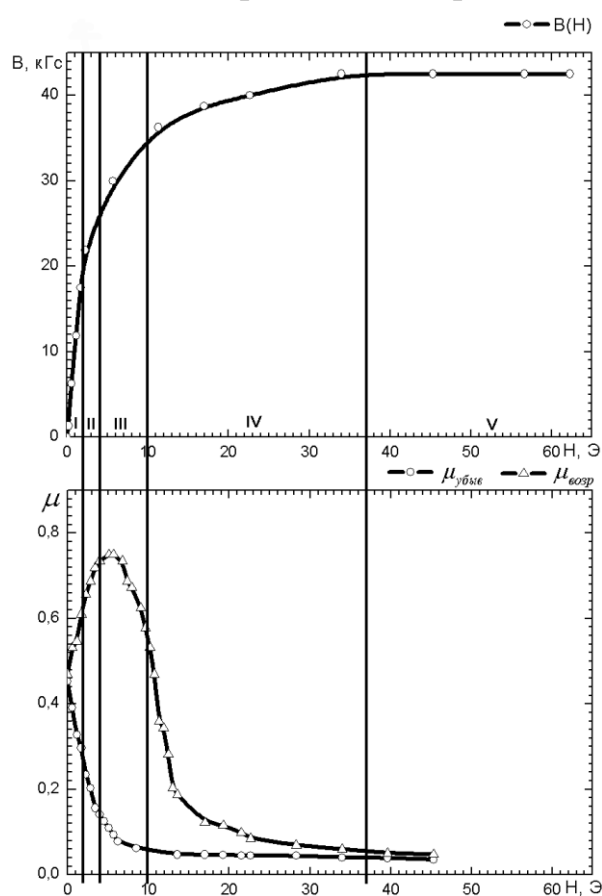
П.В. Бойков

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА НАМАГНИЧИВАНИЯ ФЕРРОМАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПОСТОЯННЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ

Руководитель А.Г. Пастушенков

Тверской государственной университет  
Кафедра магнетизма

Современная техника невозможна без магнитных материалов, они находят применение во всех отраслях промышленности. Значительную роль в процессе разработки новых магнитных материалов имеет получение информации о магнитных свойствах ферромагнетиков. Важной характеристикой вещества, определяемой на основе основной кривой намагничивания, является магнитная проницаемость. Её поведение объясняется процессами, происходящими в структуре вещества. Особый



Сравнительный анализ кривой намагничивания и полевых зависимостей проницаемостей для неотожжённого кремнистого железа

интерес представляют проницаемости возрастания и убывания ( $\mu_{\Delta} = \frac{+\Delta B}{+\Delta H}$  и  $\mu_{\delta} = \frac{-\Delta B}{-\Delta H}$  соответственно) ввиду отсутствия достаточного освещения в литературе и малого использования в практике. Поэтому целью работы было выбрано определение проницаемостей возрастания и убывания ферромагнитного образца с коэрцитивной силой порядка 0,1 Э (кремнистое железо). Проведён сравнительный анализ кривой намагничивания и полевых зависимостей проницаемостей возрастания и убывания (рисунок).

Если величины  $\Delta\mu$  и  $\delta\mu$  близки, то превалируют обратимые процессы намагничивания, если  $\Delta\mu > \delta\mu$ , то основными являются необратимые процессы намагничивания, ответственные за существование магнитного гистерезиса.

А.В. Бурцев, А. Юпатов

## ИНДУЦИРОВАННЫЕ СКАЧКООБРАЗНЫЕ ПРОЦЕССЫ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ В КРИСТАЛЛЕ SBN С ПРИМЕСЯМИ МЕТАЛЛОВ

Руководитель Б.Б. Педько

Тверской государственный университет  
Кафедра физики сегнето- и пьезоэлектриков

Широкие возможности применения кристаллов SBN делают актуальными исследования, направленные на изучение реакции кристалла на различные внешние воздействия.

Основным фундаментальным свойством сегнетоэлектрических кристаллов является способность к реориентации спонтанной поляризации. Как правило, это явление сопровождается скачкообразными процессами переключения локальных областей кристалла – эффектом Баркгаузена. Основные закономерности протекания эффекта Баркгаузена взаимосвязаны с закономерностями протекания процессов переполяризации в кристалле в целом. Параметры скачков Баркгаузена позволяют определить механизмы переключения сегнетоэлектрических кристаллов и минимальные размеры переключающихся областей, что является актуальным для создания памяти на основе сегнетоэлектриков (FeRAM). Вышеизложенное делает актуальным исследование процессов переключения в кристаллах методом эффекта Баркгаузена.

В работе проведено исследование влияния нагрева и облучения светом ртутной лампы кристалла на импульсы переключения кристалла SBN чистого и с примесями Cr, Ce, Rh и Eu. Для интенсификации наблюдаемых процессов к образцу прикладывалось внешнее электрическое поле.

На основании анализа морфологических особенностей импульсов переключения в различных температурных областях выделены типовые импульсы переполяризации и предложена качественная модель механизмов протекания термоиндуцированных скачкообразных процессов переключения.

Впервые проведено исследование протекания импульсов переполяризации при охлаждении кристаллов SBN.

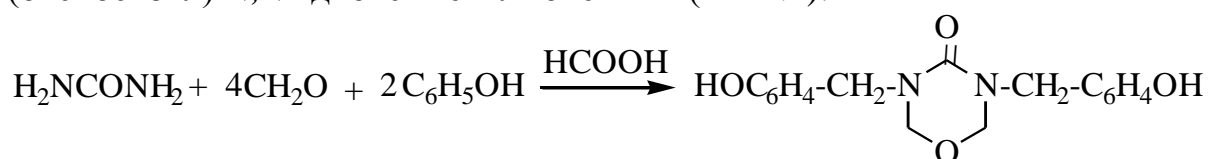
А.Д. Васильев, М.И. Шиков

## СИНТЕЗ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ БИСФЕНОЛОВ И ЭПОКСИДНЫХ СМОЛ НА ИХ ОСНОВЕ

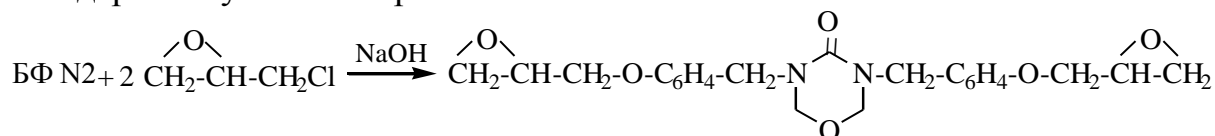
Руководитель Б.К. Крупцов

Тверской государственной технической университет  
Кафедра технологии полимерных материалов

В продолжение ранее проводимых работ по получению самоотверждающихся эпоксидных смол реакцией мочевины, формальдегида и фенола при мольном соотношении 1:4:2 получили азотсодержащий бисфенол следующего строения: ангидрид *N,N'*-ди-(оксибензил)-*N,N'*-диоксиметилмочевины (БФ N2):



Из этого бисфенола и эпихлоргидрина по стандартной методике, но с добавлением в реакционную массу ацетона синтезирована эпоксидная смола, представляющая собой высоковязкий продукт, стабильный в стандартных условиях хранения:



Определены температура и время отверждения смолы в сравнении с промышленным образцом эпоксидной смолы на основе БФ А (2,2-дифенилолпропан) и эпоксидной смолы, ранее полученной с БФ N1 (продукт конденсации мочевины с двумя молями формальдегида и двумя молями фенола следующего строения:  $\text{HO-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_2\text{-NHCONH-CH}_2\text{-C}_6\text{H}_4\text{OH}$ ).

Найдено, что эпоксидная смола на основе БФ N2 способна к самоотверждению, хотя и в меньшей степени, чем эпоксидная смола на основе БФ N1. Самоотверждение эпоксидной смолы на основе БФ А без отвердителя отсутствует (табл.).

Время отверждения эпоксидных смол при  $T=150^\circ\text{C}$ , отвердитель –  
гексаметилендиамин

Эпоксидные смолы с БФ	Время отверждения	
	без отвердителя, мин	с отвердителем, мин
БФ А	не отверждается	17
БФ N2	21	15
БФ N1	15	10

В работе показана доступность и простота технологии получения азотсодержащих бисфенолов и эпоксидных смол на их основе.

Н.И. Велюханов

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ НА РАЗНЫХ ФОНАХ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Руководитель А.А. Петрова

Тверская государственная сельскохозяйственная академия  
Кафедра растениеводства

Обеспечение населения продуктами питания (мясо, молоко, яйцо) сдерживается недостатком белка в кормах. Смешанные посевы могут решить проблему белка не только за счёт установления оптимальной нормы высева культур, но и применения удобрений, содержащих микроэлементы (кемира), на которые отзывчивы вика и рапс. Цель исследований – выявить влияние фонов минерального питания на продуктивность смешанных посевов на окультуренных дерново-подзолистых почвах, осушенных закрытым способом, супесчаных по гранулометрическому составу.

Полевой двухфакторный опыт проводился на опытном поле ТГСХА (2007–2008 гг). В опыте изучались нормы высева овса, вики яровой, ярового рапса в разных соотношениях (млн. всхожих семян/га): 1 – овёс (5 млн), 2 – овёс (3,5 млн) + вика (1,5 млн), 3 – овёс (4,5 млн) + вика (0,5 млн), 4 – рапс (3,5 млн) + вика (0,5 млн), 5 – рапс (3 млн) + вика (1 млн), 6 – овёс (3 млн) + вика (1 млн) + рапс (1 млн). Фоном являлось предпосевное внесение азофоски и кемиры, в состав которой входят микроэлементы: S, Mg, Mn, Cu, B, Fe, Zn, Mo в дозе  $N_{32}P_{32}K_{32}$ .

В результате исследований в условиях 2007 г. было выявлено, что кемира обеспечила прибавку урожая в среднем по вариантам опыта 2,2 ц/га или 12,9 % по сравнению с азофоской. В 2008 г. кемира практически не оказала влияния на продуктивность смешанных посевов из-за переувлажнения почвы в период вегетации культур. Прибавка урожая наибольшей оказалась по азофоске – 1,0 ц/га по сравнению с кемирой. В среднем за 2 года продуктивность смешанных посевов по фонам удобрений различалась незначительно (+ 0,5 ц/га по кемире). Полный набор микроэлементов, входящих в состав кемиры, оказывал положительное влияние на интенсивность образования клубеньковых микроорганизмов, на фиксацию ими азота, способствовал улучшению питательного режима смешанных посевов, особенно в смеси вики с овсом (при норме высева овса 4,5 млн + вика 0,5 млн; овса 3,5 млн + вика 1,5 млн), вики с рапсом (при норме высева вики 0,5 млн + рапс 3,5 млн).

Таким образом, кемира оказывает положительное влияние на продуктивность яровой вики при соблюдении норм её высева в смеси с овсом и рапсом и оптимальном увлажнении почвы.

Исследования продолжаются.

Л.Н. Вихарева

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ТУАЛЕТНЫХ ВОД И ОДЕКОЛОНОВ

Руководитель Г.П. Лапина

Тверской государственной университет  
Кафедра биоорганической химии и физико-химической экспертизы

Парфюмерные жидкости согласно ГОСТ Р 51578-2000 представляют собой спиртовые, спиртоводные, водноспиртовые растворы многокомпонентных смесей душистых веществ (парфюмерных композиций). Парфюмерные жидкости могут содержать красители, антиоксиданты и другие добавки, разрешённые органами Государственного санитарно-эпидемиологического надзора России.

Хотя нормативно-техническая и законодательная базы по вопросам обеспечения качества и безопасности парфюмерных товаров в основном сформированы, прогрессивное развитие производства парфюмерных изделий, интенсивное расширение ассортимента опережают научные исследования в этой области. Отсутствие жёсткого и экспрессного физико-химического контроля над производством и реализацией продукции данной группы, недостаток подготовленных специалистов приводят к появлению фальсифицированных товаров.

Цель работы – углубленное теоретическое и экспериментальное изучение потребительских и некоторых физико-химических свойств жидких парфюмерных изделий, показателей качества.

В работе:

- изучены факторы, формирующие качество парфюмерных товаров, их физико-химические характеристики на основе данных литературы;
- выявлены на основе нормативно-технической документации и данных литературы потребительские свойства и показатели качества туалетных вод и одеколонов;
- проанализирован ассортимент туалетных вод и одеколонов;
- освоены физико-химические методы испытаний объектов в соответствии с ГОСТами;
- получены результаты собственных исследований по определению содержания спирта, массовой доли душистых веществ;
- разработаны практические рекомендации по совершенствованию рынка этой группы парфюмерных товаров на основе физико-химических показателей качества.

В.А. Волков

КИНЕТИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НЕКОТОРЫХ ФЛАВОНОИДОВ  
СО СТАБИЛЬНЫМ РАДИКАЛОМДФПГ

Руководитель П.М. Пахомов

Тверской государственный университет  
Кафедра физической химии

Флавоноиды являются одними из наиболее активных антирадикальных антиоксидантов (АО) растительного происхождения.

В настоящей работе была поставлена задача изучить кинетические характеристики реакций кверцетина и его гликозида – рутина – со стабильным радикалом 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилом (ДФПГ), рассматриваемым в качестве удобного в лабораторной практике модельного соединения для изучения антирадикальных свойств АО. В качестве реакционной среды использовался этанол. Кинетические кривые падения оптической плотности радикала в ходе реакции при  $\lambda=517$  нм спрямляются в координатах интегрального уравнения реакции второго порядка:

$$\ln([ДФПГ]/[АО])=\ln([ДФПГ]_0/[АО]_0)+k([ДФПГ]_0/a-[АО]_0)t,$$

где  $[ДФПГ]_0$ ,  $[АО]_0$ ,  $[ДФПГ]$ ,  $[АО]$  – начальные и текущие концентрации радикала и антиоксиданта соответственно, моль/л;  $k$  – константа скорости реакции, л/моль·с;  $a$  – стехиометрический коэффициент, равный количеству свободных фенольных оксигрупп в молекуле флавоноида;  $t$  – время, с.

Вычисленное из уравнения значение константы скорости реакции кверцетина с ДФПГ составило 242 л/моль·с. На полулогарифмической анаморфозе кинетической кривой реакции рутина с ДФПГ имеется резкий излом, что свидетельствует о выраженной неэквивалентности фенольных ОН-групп в его молекуле. Первая, наиболее реакционноспособная группа столь быстро вступает во взаимодействие с радикалом, что используемое нами оборудование не позволяет вычислить константу скорости. В медленной фазе реакции константа равна 38 л/моль·с. Таким образом, гликозидирующий агент оказывает сильное влияние на антирадикальную активность (АРА) флавоноидов.

При подкислении реакционной среды реакции замедлялись. Минимумы скоростей наблюдались при концентрации соляной кислоты 0,02 мМ для кверцетина и 0,1 мМ для рутина соответственно, что объясняется подавлением ионизации фенольных оксигрупп. Следует отметить, что для цельных экстрактов лекарственных растений, содержащих в своем составе несколько различных фенольных соединений одновременно, значение оптимума наблюдалось также при 0,1 мМ HCl.

Результаты исследования позволят сопоставить полученные ранее данные об АРА экстрактов лекарственных растений со свойствами индивидуальных фенольных АО.



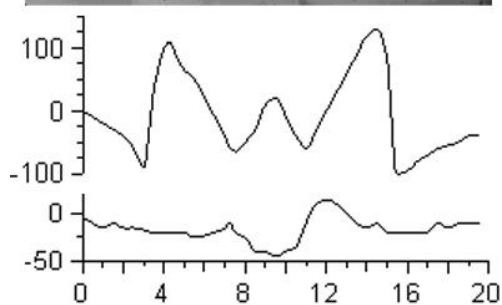
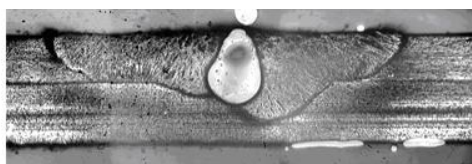
ИССЛЕДОВАНИЕ МАКРОСТРУКТУРЫ СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ  
НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ ПРИ ПЛАЗМЕННОЙ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКЕ

Руководитель С.Е. Ильяшенко

Тверской государственной технической университет  
Кафедра технологии металлов и материаловедения

В производствах, использующих в качестве сырья листовой металлопрокат, целесообразно применение точечной плазменной сварки, которая имеет ряд преимуществ, а именно: высокая стабильность и воспроизводимость точек, возможность сварки в импульсном режиме, возможность приварки листов к объёмным конструкциям и т.д. В связи с большими объёмами производства в машиностроении важнейшей задачей является контроль качества сварных соединений. Цель данной работы – исследование макроструктуры сварных соединений листовой стали 12Х18Н10Т, выполненных точечной плазменной сваркой.

Образцы для исследований сваривали из листовой стали 12Х18Н10Т с толщинами 2,0 и 1,5 мм на аппарате фирмы SBI в автоматическом импульсном режиме с различными параметрами сварки. Изучение макроструктуры сварного шва производили на металлографическом микроскопе МИМ-8 методом магнитной металлографии с использованием магнитной жидкости на основе магнетита EMG 807 фирмы «Ferrotec» (США). Для изучения профилограмм поверхностей сварных точек была



Макроструктура внутреннего строения шва и соответствующая профилограмма верхней и нижней поверхностей сварной зоны после плазменной точечной сварки с внутренним дефектом (пора).  
Параметры сварки:  $I_{уст}$  = 320 А;  $t_{уст}$  = 340 мс; расход газа – 1,5 л/мин; сварка одним импульсом. Состав газа: 5 % водорода, 95 % аргона (Varigon)

собрана сканирующая система, оснащенная микрометром с погрешностью измерений 10 мкм. В результате исследования показана взаимосвязь макроструктуры и профилей поверхностей сварных точек; с ростом сварочного тока увеличиваются как линейные размеры литой зоны, так и глубина усадочной раковины с обеих сторон свариваемых поверхностей. Профилограммы сварных точек с дефектом (порой) внутри литой зоны имеют характерный пик в центре кривой (рисунок).

Таким образом, исследование профиля поверхности сварной точки достаточно хорошо согласуется с внутренней макроструктурой литого ядра и может быть использовано для контроля качества сварного соединения.

Е.А. Волохин, А.Н. Михайлова

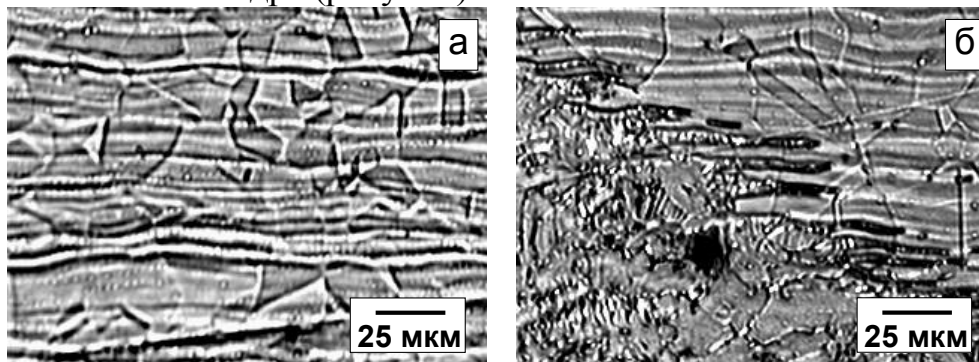
**СТРУКТУРА И СВОЙСТВА СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ  
АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ ПРИ ПЛАЗМЕННОЙ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКЕ**

Руководитель С.Е. Ильяшенко

Тверской государственной технической университет  
Кафедра технологии металлов и материаловедения

При сварке существует целый комплекс одновременно протекающих процессов, влияющих на структуру и свойства сварного соединения. Основными из них являются тепловое воздействие на металл в зоне термического влияния, кристаллизация металла в объёме сварочной ванны в процессе непрерывного охлаждения, термомодеформационные плавления и т.д. Структурные превращения в этом случае отличаются от превращений, протекающих при распаде аустенита при изотермической выдержке. Целью данной работы явилось исследование микроструктуры и свойств сварного соединения нержавеющей аустенитной стали 12Х18Н10Т при плазменной точечной сварке.

Металлографические исследования сварных швов, выполненных плазменной точечной сваркой, проводили после электролитического травления шлифов в растворе хромового ангидрида в ортофосфорной кислоте. Исследования микротвёрдости проводили на приборе для измерения твёрдости ПМТ-3. Изучены микроструктуры основного металла как в зоне термического влияния, так и вдали от неё. Основной металл имеет структуру аустенита и включений  $\delta$ -феррита, ориентированных вдоль направления прокатки стали. Также получены микроструктуры зоны сплавления и литого ядра (рисунок).



Микроструктуры основного металла в зоне термического влияния (а) и зоны сплавления (б)

В результате исследования выявлено, что микротвёрдость различных участков сварного соединения, а именно основного металла, металла в зоне термического влияния, зоны сплавления и литого ядра, не имеет существенных различий, как и при контактной точечной сварке\*.

\* О. Martin, P.De Tiedra, M.Lopes, M.San-Juan, C.Garcia, F.Martin, Y.Blanco. // Materials and Design. 2009. N 30, P. 68–77.

Е.А. Волохин, А.Н. Михайлова

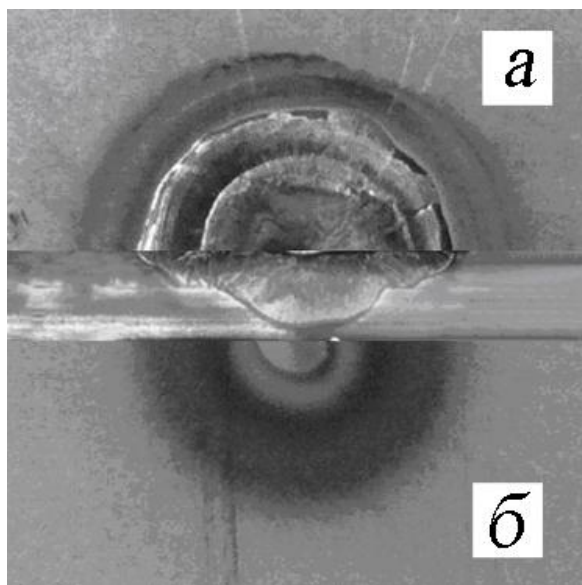
ЭКСПРЕСС-МЕТОД ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ  
СТАЛИ 12Х18Н10Т ПРИ ПЛАЗМЕННОЙ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКЕ

Руководитель С.Е. Ильяшенко

Тверской государственный технический университет  
Кафедра технологии металлов и материаловедения

В изделиях и конструкциях ответственного назначения в промышленности широко используются аустенитные нержавеющие хромоникелевые стали, содержащие в структуре до 9–11 % Ni при 17–19 % Cr, обладающие наряду с высокими антикоррозионными и жаростойкими свойствами хорошей свариваемостью. Целью данной работы явилось исследование сварных соединений листовой стали 12Х18Н10Т, выполненных точечной плазменной сваркой.

Образцы для исследований, выполненные плазменной точечной сваркой с различными параметрами, разрезались на две половины с помощью электро-эрозионной резки для исследования поперечного сечения сварного соединения. Внутреннее строение литого ядра сварной точки выявлялось методом магнитных порошковых осадков в постоянном магнитном поле, создаваемом соленоидом постоянного тока.



Взаимосвязь внутренней макроструктуры литого ядра сварной точки и внешних параметров с обеих сторон свариваемых поверхностей (вид с верхней поверхности (а) и цвета побежалости с нижней поверхности (б))

В работе рассмотрен визуально-измерительный метод Контроля качества сварных соединений при плазменной точечной сварке по цветам побежалости, возникающим при нагреве стали до высоких температур. Выявлено, что цвета побежалости на свариваемых поверхностях соответствуют внутренней макроструктуре литой зоны (рисунок), что даёт возможность диагностирования формы и размеров литого ядра.

Таким образом, визуально-измерительный контроль может служить первичным экспресс-методом для тестирования качества точечной плазменной сварки при большом количестве сварных точек с их последующей отбраковкой и исправлением.

К.О. Воробьёва

ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТА СВЕТОРАССЕЯНИЯ НА МОДЕЛЬНЫХ  
ОБРАЗЦАХ С ПОМОЩЬЮ СПЕКТРОСКОПИИ УФ И ВИДИМОГО  
ДИАПАЗОНОВ

Руководители: С.Д. Хижняк, П.М.Пахомов

Тверской государственный университет  
Кафедра физической химии

Полимерные композиты находят большое применение в разных областях жизни. Для придания полимерному материалу необходимых свойств в него вводят наполнители различной природы, при этом важно, чтобы его частицы были равномерно распределены в объёме полимерной матрицы. Наполнитель, имеющий наноразмер, позволяет варьировать свойства конечного материала в широком диапазоне при значительно меньшей его концентрации. Ранее нами был разработан ИК спектроскопический (средний и ближний диапазоны) подход\*, основанный на анализе эффекта рассеяния, который позволяет определять размер пор и частиц наполнителя, имеющих микронный размер. Представляло интерес применить эту методику для оценки частиц наноразмера. С этой целью с помощью спектроскопии УФ и видимого диапазонов был проведён модельный эксперимент на системах, содержащих частицы наноразмера.

Объектами исследования были водные суспензии различной концентрации на основе частиц с разной геометрией: полистирол (0,6 мкм), двуокись кремния (5; 10 мкм), алюмосиликат (0,2; 0,5; 1 мкм), двуокись титана и монтмориллонит (наноразмерный диапазон). С целью уменьшения агрегации частиц, анализируемые суспензии подвергали обработке в ультразвуковой ванне в течение 1 мин. Спектры суспензий регистрировали на спектрофотометре «Specord M40» в диапазоне 200–900 нм.

В результате анализа спектральных данных по ранее разработанной методике\* были получены распределения частиц по размерам и определён их средний размер. Установлено, что величина светорассеяния зависит от концентрации и размера частиц в растворе. Кроме того, обнаружено, что существует корреляция между размером частиц, определённым экспериментально из спектральных данных, их формой, концентрацией в растворе и величиной коэффициента преломления.

Д.Ю. Воронович

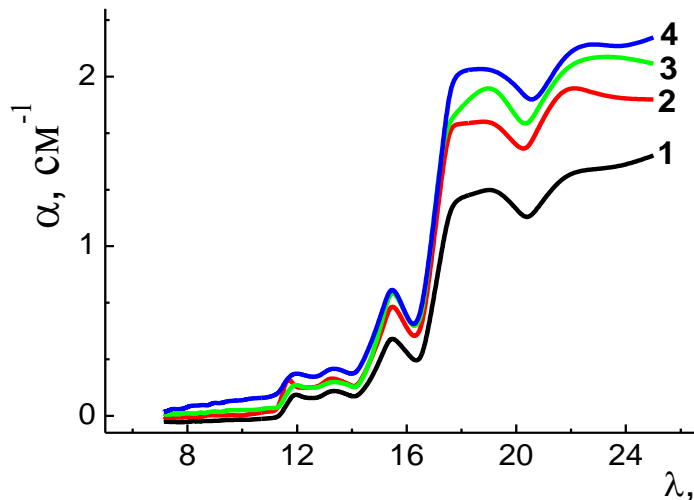
## ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ПРОПУСКАНИЯ ГЕРМАНИЯ

Руководитель И.А. Каплунов

Тверской государственный университет  
Кафедра прикладной физики

Монокристаллический и поликристаллический германий применяется для изготовления оптических элементов устройств тепловизионной техники [1; 2].

В работе исследовалось оптическое пропускание кристаллического германия (чистого и легированного примесями n- и р-типа проводимости) в спектральном диапазоне 2,3–25,0 мкм. На рисунке представлена расчётная зависимость коэффициентов ослабления от длины волны для исследуемых образцов:



Зависимость коэффициентов ослабления от длины волны для образцов: 1 – Ge (Sb 11 Ом·см); 2 – Ge (Sb 1 Ом·см); 3 – Ge; 4 – Ge (Ga)

Показано, что максимальным оптическим пропусканием обладают монокристаллы германия, легированные примесью n-типа проводимости (сурьмой) с определённым удельным сопротивлением. Нелегированные монокристаллы, монокристаллы р-типа проводимости (с галлием) имеют более высокие коэффициенты поглощения.

В работе анализировалось влияние вида и концентрации на длинноволновую (фононную) составляющую часть спектра. Спектр пропускания характеризуется в спектральном диапазоне 10–23 мкм наличием нескольких хорошо выраженных минимумов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уханов Ю.И. Оптические свойства полупроводников. М.: Наука, 1977.
2. Криксунов Л.З. Справочник по основам инфракрасной техники. М.: Советское радио, 1978.

А.К. Гасанова

## ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВЛАГИ В СОСТАВЕ МАЙОНЕЗА «МОСКОВСКИЙ ПРОВАНСАЛЬ» В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ

Руководитель Н.И. Белоцерковец

Тверской государственной университет

Кафедра биоорганической химии и физико-химической экспертизы

Майонез является одним из наиболее популярных продуктов питания и принадлежит к группе жировых продовольственных товаров.

Качество майонезной продукции зависит от многих факторов (температуры, влажности и т.д.), характеризуется такими физико-химическими показателями, как кислотность, массовая доля жира, массовая доля влаги и др.

В настоящей работе на примере майонеза «Московский провансаль» исследовано влияние упаковки на качество продукта в процессе хранения в пределах установленного нормативными документами срока и условий хранения.

В качестве физико-химического показателя выбрано содержание влаги в продукте. Массовую долю влаги определяли ускоренным весовым методом по известной методике, для чего определённое количество майонеза отвешивали в чистый стакан, ставили на предварительно нагретую плиту и перемешивали стеклянной палочкой при 140 °С до золотисто-коричневого цвета, затем дополнительно высушивали в сушильном шкафу при 103 °С в течение 30 минут.

Полученные результаты показали, что содержание влаги в майонезе зависит от вида упаковки. Массовая доля влаги при хранении в течение пяти месяцев увеличивается на 1,5–2,5 % в случае пластиковой и стеклянной упаковки, но уменьшается на 6–7 % в случае полиэтиленовой упаковки.

Уменьшение влажности майонеза в полиэтиленовой упаковке можно объяснить высыханием продукта в процессе хранения.

А.В. Глуховец

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РАЗНЫХ ВИДОВ  
ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Руководитель И.Н. Барановский

Тверская государственная сельскохозяйственная академия  
Кафедра агрохимии, почвоведения и агроэкологии

Особое значение в поддержании и воспроизводстве плодородия дерново-подзолистых почв Нечерноземной зоны, а также в обеспечении на них сельскохозяйственных культур элементами питания принадлежит органическим удобрениям. Традиционно так сложилось, что при их применении основное внимание уделяется вносимым дозам и гораздо меньше – количеству питательных веществ, которые в них содержатся.

Мы исследовали состав трёх видов удобрений – птичьего помета с Верхневолжской птицефабрики, свиного навоза со свинокомплекса «Заволжский» и навоза крупного рогатого скота (КРС) из учхоза «Сахарово». Выявлено, что количество основных элементов питания, содержащихся в 1 т физической массы удобрений, заметно отличается не только по видам удобрений, но и в зависимости от их консистенции (жидкой и полужидкой фракции). Это особенно характерно для свиного навоза, в жидкой фракции которого количество фосфора и калия меньше, чем в полужидкой соответственно в 8,3 и 7,8 раз на 1 т физ. массы.

В самом концентрированном удобрении – птичьим помёте – в 1 т физ. массы полужидкой фракции количество азота составляет 17,78 кг, а в жидкой – лишь 3,67, фосфора соответственно 10,96 и 3,45. В меньшей степени такие различия свойственны навозу КРС. В полужидкой фракции содержание азота, фосфора и калия составило соответственно 5,83; 3,70 и 5,03 кг, тогда как в жидкой 1,84; 1,21 и 2,26 кг / т физ. массы.

Заметно отличаются между собой разные виды удобрений и по их реакции. Так, навоз КРС обладает слабо щелочной реакцией (рН 8,3–8,4), примерно в этих же пределах находилась реакция и свиного навоза, а вот реакция помёта была слабо кислой (рН 5,1–5,6). Поэтому если помёт вносить в почву в достаточно высоких дозах, то это может приводить к её определённому подкислению. Использование свиного навоза и особенно навоза КРС, способствует раскислению наших дерново-подзолистых почв, хотя полная нейтрализация их кислотности достигается при внесении известковых материалов.

Аналитические данные удобрений показывают, что при использовании их отдельных видов, важны не столько физические дозы внесения, сколько имеющееся содержание питательных веществ, равно как и реакция. В странах Западной Европы уже давно внесение рассматриваемых удобрений соотносят с переводом их на сухую массу, что ко всему облегчает расчёт ожидаемого увеличения в почве гумуса.

Е.П. Голикова, Н.В. Растаева

РАСЧЁТ ИЗБЫТОЧНОЙ СВОБОДНОЙ ЭНЕРГИИ МИКРОКАПЛИ  
И МИКРОПУЗЫРЬКА НА СФЕРИЧЕСКОМ ТВЁРДОМ ЯДРЕ

Руководитель А.Р. Новосёлов

Тверской государственный университет  
Кафедра общей физики

Кинетика роста новой фазы определяется радиусом кривизны поверхности зародышей. В случае гетерогенного зарождения новой фазы на сферическом твёрдом ядре радиус кривизны зависит от краевого угла  $\theta$ , являющегося основной характеристикой смачивания. Краевой угол, в свою очередь, может быть определён из условия минимума избыточной свободной энергии. Таким образом, нахождение избыточной свободной энергии малого объекта необходимо для анализа краевых условий микрообъектов и может быть использовано при исследовании начальных стадий образования новой фазы, а также ряда других технологических процессов. Ряд особенностей в поведении микрообъектов связан с отличием состояния вещества в окрестности линии пересечения межфазных поверхностей как от объёмного, так и от приповерхностного состояний. Это отличие может быть учтено введением в рассмотрение линейной плотности избыточной свободной энергии  $\kappa$  (линейного натяжения). Линейная плотность избыточной свободной энергии периметра смачивания  $\kappa$ , рассчитанная с помощью термодинамической теории возмущений, дается выражением

$$\kappa = 3\sigma \cdot a \cdot \left[ (1 + m) \cdot \operatorname{ctg} \theta - \operatorname{ctg} \left( \frac{\theta}{2} \right) \cdot \cos \left( \frac{\theta}{2} \right) \right],$$

где  $\sigma$  – удельная свободная поверхностная энергия,  $a$  – диаметр молекул жидкости,  $m = (\sigma_{sv} - \sigma_{sl})/\sigma$ .

Используя известные соотношения стереометрии, избыточную свободную энергию микрокапли или микропузырька на твёрдом сферическом ядре можно представить в виде

$$\psi = \sigma_{ls} \cdot 2\pi \cdot R^2 \cdot (1 - \cos \gamma) + \sigma_{sl} \cdot 2\pi \cdot \rho \cdot (1 - \cos (\gamma - \theta)) + \\ + \sigma \cdot 6\pi \cdot r \cdot a \left[ (1 + m) \cdot \frac{\cos \theta}{\sqrt{1 - \cos^2 \theta}} - \sqrt{\frac{(1 + \cos \theta)^2}{2(1 - \cos \theta)}} \right],$$

где  $r$  – радиус периметра смачивания.

Исследование этого выражения на минимум при условии постоянства объёма позволит найти величину равновесного краевого угла.



А.Ю. Голубихин

## МАТЕРИАЛ КОНТАКТНЫХ ЛИНЗ ИЗ СМЕСИ ФИБРОИНА ШЕЛКА С СИНТЕТИЧЕСКИМИ ПОЛИМЕРАМИ

Руководитель Е.С. Сашина

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна  
Кафедра теоретической и прикладной химии

К материалам контактных линз предъявляются следующие требования: оптическая прозрачность, биологическая инертность, химическая и механическая стабильность, прочность, эластичность, повышенная кислородопроницаемость. Пленки фиброина шелка обладают более высокой кислородопроницаемостью по сравнению с фторсиликоновыми материалами, используемыми для изготовления контактных линз. С целью повышения прочности и эластичности пленок к фиброину добавляют другие пленкообразующие полимеры. В данной работе изучены смеси фиброина с полиметилметакрилатом, поли-3-оксимасяной кислотой, поли-L-молочной кислотой и поливиниловым спиртом. Пленки получали из растворов указанных смесей полимеров в общем растворителе. Целью работы является исследование влияния синтетического компонента на газопроницаемость, светопропускание, антибактериальные и физико-механические свойства пленок смесей.

Пленки фиброина имеют высокую пропускающую способность света в диапазоне длин волн 360–700 нм, которая достигает 87,8–90,6 %. Высоким светопропусканием обладают также пленки смесей фиброина с полиметилметакрилатом и поли-3-оксимасяной кислотой (количество синтетического компонента 20–30 и 5–15 масс. %, соответственно). С увеличением содержания синтетического компонента газопроницаемость исследованных пленок смесей уменьшается, а прочность и эластичность (разрывное удлинение) пленок в воздушно-сухом состоянии растет. Наибольшее относительное увеличение прочности и эластичности пленок наблюдается при содержании синтетического компонента ~ 20 %. Поскольку эксплуатация материала контактных линз предусматривает их постоянное пребывание в набухом состоянии, проведено изучение физико-механических свойств равновесно набухших в физиологическом растворе пленок смесей, в том числе обработанных этанолом.

Полученные данные позволяют полагать, что смеси фиброина с полиметилметакрилатом и поли-3-оксимасяной кислотой могут быть использованы в качестве материала для жестких контактных линз и сохраняют высокую свето- и газопроницаемость при содержании синтетического компонента 10–20 масс. %. При введении синтетического компонента увеличивается гидрофобность пленок фиброина и антибактериальные свойства.

А.В. Горячая, З.Б. Артыкова, А.Н. Кусков

## НАНОРАЗМЕРНЫЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ АМФИФИЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ ВИНИЛПИРРОЛИДОНА

Руководители: Р.И. Ташмухамедов, М.И. Штильман

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева  
Учебно-научный центр «Биоматериалы»

Наноразмерные носители для биологически активных и фармацевтических веществ (липосомы, наноагрегаты) представляют собой быстрорастущую и перспективную область исследований, привлекающую к себе всё большее внимание (научный интерес). Значительная роль в увеличении эффективности наноразмерных носителей принадлежит водорастворимым амфифильным полимерам, которые используются для создания организованных структур (наноагрегатов) и поверхностной модификации липосомальных мембран. Один из самых популярных и изученных методов получения долгоциркулирующих липосом, стабильных в биологических средах – покрытие их оболочек полиэтиленгликолем. Несмотря на широкую доступность полиэтиленоксида, ряд его свойств, связанных с поведением в организме, остаётся малоизученным.

В связи с этим были разработаны амфифильные полимеры винилпирролидона, токсические характеристики которого широко известны. Синтез амфифильного поливинилпирролидона включает в себя две стадии: на первой – получение полвинилпирролидона с концевой карбоксильной группой, на второй – присоединение гидрофобного фрагмента к полученному на первой стадии полимеру. Для получения полимера с концевой карбоксильной группой проводилась радикальная полимеризация винилпирролидона в присутствии передатчика цепи. В качестве передатчика цепи была использована меркаптоуксунная кислота. Далее взаимодействием с октадециламином вводили концевую длинноцепную алифатическую группу. Синтезированные полимеры, как было показано на примере протеиназы Баумана–Бирка (ВВІ), обладают возможностью встраиваться в липосомальные оболочки, тем самым протектируя от внешних негативных факторов воздействия и улучшая некоторые свойства липосом. Также было показано, что данные полимеры образуют наноразмерные агрегированные структуры в водных средах, которые обладают сферической формой, что делает возможным применение этих полимеров в качестве самостоятельных носителей веществ различной природы.

УДК 678.746.523-139

А.В. Горячая, З.Б. Артыкова, А.Н. Кусков

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК АМФИФИЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ ВИНИЛПИРРОЛИДОНА

Руководители: Р.И. Ташмухамедов, М.И. Штильман

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева  
Учебно-научный центр «Биоматериалы»

Для полимеров, использующихся в фармацевтических и биомедицинских областях, являются важными их коллоидные свойства: размер и форма частиц, критическая концентрация мицеллообразования, распределение частиц по размерам. Для самих же полимеров важными свойствами являются биосовместимость, растворимость, гидрофильность, повышенная гибкость основной цепи. Одним из наиболее подходящих синтетических полимеров является поливинилпирролидон, давно применяемый в медикобиологических целях. Амфифильные производные поливинилпирролидона, рассматриваемые в этой работе, содержат в своём составе достаточно длинный (октадецильный) гидрофобный фрагмент и водорастворимую часть. В данной работе была получена двухстадийным методом серия амфифильных полимеров винилпирролидона с различными молекулярными массами и изучено влияние строения полимеров на их коллоидные характеристики.

Размер частиц и распределение частиц по размеру были определены методом многоугольного динамического светорассеяния. Так, было показано, что синтезированные полимеры преимущественно состоят из частиц двух размеров, что отражается в наличии двух мод на корреляционных кривых, при этом размер частиц увеличивается с ростом молекулярной массы полимеров. Критическая концентрация полимеров была определена стандартным методом с использованием флуоресцентного зонда. ККМ в ряду полученных полимеров также менялась в зависимости от мол. массы. Было выяснено, что значения ККМ находятся в пределах 4,0–5,8 мкмоль/л. Как следует из данных трансмиссионной электронной микроскопии, частицы, полученные при растворении синтезированных полимеров в водных средах, имеют сферическую форму.

О.В. Грищенко

## АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ В РОДНИКОВЫХ ИСТОЧНИКАХ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

Руководитель В.М. Никольский

Тверской государственный университет  
Кафедра неорганической и аналитической химии

В качестве объектов исследования были выбраны нисходящие родники, приуроченные к долинам рек. Время отбора проб – осень 2008 г. Для сравнительной оценки дополнительно использована вода реки Обша в районе г. Белого Тверской области.

Расположение водного источника	рН	Кальций, мг/л	Магний, мг/л	Общая жёсткость, мг-э/л
родник д. Савватьево	7,20	36,0	13,4	1,6
родник г. Белый	7,03	114,0	104,5	13,7
родник д. Гришкино	7,03	74,0	19,4	3,0
река Обша	7,59	50	48,6	6,5
ПДК	6,50–9,00	–	–	не более 7,00

Из таблицы следует, что в роднике г. Белого содержится наибольшее количество солей кальция и магния, в результате чего общая жёсткость воды этого источника достигает 13,7 мг-э/л и может быть классифицирована как очень жёсткая (больше 12 мг-э/л), тогда как вода реки Обша характеризуется средней жёсткостью (4–8 мг-э/л), а воды родников д. Гришкино и д. Савватьево Калининского района относятся к классу мягкой воды (меньше 4 мг-э/л).

Д.В. Груздков

## НОВЫЙ ТИП ТВЁРДОТЕЛЬНЫХ ИОНОСЕЛЕКТИВНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ С ДВУХСЛОЙНОЙ МЕМБРАНОЙ

Руководитель С.С. Рясенский

Тверской государственный университет  
Кафедра неорганической и аналитической химии

Разработан новый тип твёрдотельных ионоселективных электродов с двухслойной мембраной. Для стабилизации потенциала на границе раздела ионоселективная мембрана – токоотвод был применён ионоэлектронный трансдюссер. В качестве такого ионоэлектронного трансдюссера использовался электропроводный полимер – полианилин.

Было изготовлено несколько ионоселективных электродов с двухслойными мембранами для определения карнитина, димедрола и некоторых других лекарственных средств.

Предварительные исследования показали, что твёрдотельные ионоселективные электроды обладают значительно более хорошими метрологическими характеристиками, чем электроды с внутренним раствором сравнения.

Применение же двухслойной мембраны увеличивает время жизни электрода.

Твёрдотельные ионоселективные электроды с двухслойной мембраной обладают хорошими метрологическими характеристиками и могут успешно применяться в аналитической практике, заменив собой ионоселективные электроды с внутренним раствором сравнения.

П.В. Гусев, Д.А. Чалова

## УВЕЛИЧЕНИЕ БИОМАССЫ ПЕКАРСКИХ ДРОЖЖЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМИНОДИАНТАРНОЙ КИСЛОТЫ

Руководитель Т.И. Смирнова

Тверская государственная медицинская академия  
Кафедра общей и биорганической химии

Пекарские дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* – один из немногих видов широко культивируемых микроорганизмов. Различные производственные расы дрожжей издавна применяются в хлебопечении, виноделии, пивоварении. В фармации пивные дрожжи используются в качестве препарата, служащего источником витаминов группы В.

В лабораторных и производственных условиях *S. cerevisiae* культивируют как в естественных, так и в синтетических средах, содержащих в качестве основного компонента сбраживаемый сахар (глюкозу, мальтозу, сахарозу). Как источник азота в среды вводят соли аммония.

Целью представленной работы было исследование эффективности замены аммонийных солей биологически активным комплексом – иминодиантарной кислотой (ИДЯК).

В эксперименте были использованы прессованные пекарские дрожжи и жидкие синтетические среды культивирования с добавлением в качестве источника азота  $\text{NH}_4\text{Cl}$  или ИДЯК. Биологическую активность дрожжей оценивали по объёму выделившегося диоксида углерода и числу микробных тел в 1 мл среды культивирования.

Было обнаружено, что 1) в среде культивирования оптимальной концентрацией обоих азотсодержащих веществ является  $10^{-4}$  моль/л; 2) ИДЯК проявляет значительно большую биологическую активность, чем  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , на порядок увеличивая содержание микробных тел в 1 мл среды и вызывая выделение на 12 % большего объёма диоксида углерода по сравнению со средой, содержащей  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

А.Ю. Данилов

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННОГО  
МАТЕРИАЛА СО СВЯЗАННОСТЬЮ 0-3 ТИПА НА ОСНОВЕ  
МАТРИЦЫ ИЗ СМЕСИ ПОЛИМЕРОВ ПОЛИВИНИЛИДЕНФТОРИДА И  
ПОЛИАМИДБЕНЗИМИДАЗОЛА

Руководители: П.М. Пахомов, О.В. Малышкина

Тверской государственный университет  
Кафедра физической химии

Среди новых материалов, способных эффективно преобразовывать механическое воздействие в электрический заряд, всё большее внимание привлекают электроактивные полимеры. Одним из таких полимеров является поливинилиденфторид (ПВДФ). Наличие высоко электроотрицательных атомов фтора и соответственно больших дипольных моментов обуславливает электроактивное поведение полимера. Преимуществом ПВДФ является то, что из него легко получать тонкие плёнки.

Повышенный интерес среди электроактивных материалов также представляют композиты с матрицей на основе термостойких и прочных ароматических полиамидов. К таким полимерам относится полиамидбензимидазол (ПАБИ), имеющий температуру стеклования 350 °С и использующийся для производства высокопрочных термостойких волокон под торговой маркой «Армос». Целью данной работы является создание нового композиционного материала с хорошими сегнетоэлектрическими и термическими свойствами. В работе получен новый композиционный материал на основе матрицы из смеси полимеров ПВДФ марки Ф-2М и ПАБИ, в качестве наполнителя использовали пьезокерамику НЦТС-1. Проведенные исследования показали, что у всех образцов как чистых полимерных матриц, так и у композитов на их основе наблюдается зависимость диэлектрической проницаемости от частоты измеряемого поля. У композитов с содержанием НЦТС-1 50 % масс. на основе матрицы из смеси полимеров ПВДФ и ПАБИ значение эффективной диэлектрической проницаемости при частоте поля 4 Гц практически на порядок выше (1577), чем у чистого ПВДФ (169) с таким же содержанием НЦТС-1. При увеличении частоты имеет место резкое падение диэлектрической проницаемости.

В постоянном электрическом поле композиционные материалы находятся в стабильном состоянии (имеют постоянную емкость и  $\text{tg } \delta$ ). Существенное влияние оказывает термическое воздействие, после которого происходит увеличение тангенса потерь, но у композитов он значительно ниже (ПВДФ+ПАБИ+НЦТС-1 в поле 10 В  $\text{tg } \delta = 0,3$ , в поле 20 В  $\text{tg } \delta = 0,25$ ; ПВДФ+НЦТС-1 в полях 10 В и 20 В  $\text{tg } \delta = 0,05$ ), чем у чистой полимерной матрицы (ПВДФ+ПАБИ в поле 10 В  $\text{tg } \delta = 0,9$ , в поле 20 В  $\text{tg } \delta = 0,62$ ; ПВДФ в поле 10 В  $\text{tg } \delta = 0,65$ , в поле 20 В  $\text{tg } \delta = 0,62$ ). В дальнейшем планируется получить полимерную матрицу с различным процентным соотношением полимеров и исследовать сегнетоэлектрические свойства композитов на основе полученных матриц с различным процентным содержанием пьезокерамики.

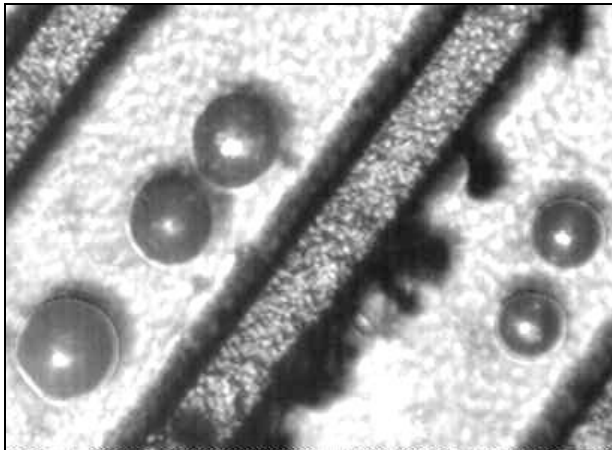
Д.В. Друина

## ДИАМАГНИТНАЯ ЛЕВИТАЦИЯ В БУФЕРНЫХ ПАРАМАГНИТНЫХ РАСТВОРАХ

Руководитель Р.М. Гречишкин

Тверской государственный университет  
Кафедра прикладной физики

Интерес к изучению свободного подвеса диамагнитных тел в последнее время усилился в связи с открывшимися возможностями его применения в различных микроэлектромеханических системах, высокочувствительных сенсорах и микроустройствах типа «лаборатория на чипе» (lab-on-a-chip) для бесконтактной манипуляции биообъектами. В известных разработках устройств свободного подвеса используется исключительно пиролитический графит, обладающий уникально высокими значениями модуля диамагнитной восприимчивости при комнатной температуре. В данной работе исследуется возможность расширения спектра используемых материалов для диамагнитного подвеса за счёт использования буферных парамагнитных жидкостей.



Левитация сферических частиц меди диаметром 6...12 мкм в буферном растворе  $GdCl_3$ . Градиентное магнитное поле создано микропрофилированным плёночным магнитом из сплава Nd-Fe-B

Условие левитации диа- или парамагнитных тел при их погружении в буферную парамагнитную жидкость описывается соотношением  $B \nabla_z B = \mu_0 g (\rho - \rho_0) / (\chi - \chi_0)$ , ( $g$  – ускорение свободного падения,  $\rho$  и  $\rho_0$  – плотности объекта и жидкости, а  $\chi$  и  $\chi_0$  – их магнитные восприимчивости)\*. В работе исследованы условия левитации для различных буферных жидкостей с высокими значениями  $\chi_0$  (хлориды Ni, Co, Gd и др.). Экспериментально реализован свободный подвес тел

из материалов, левитация которых в обычных условиях была невозможной (рисунок).

\* Profijt H.B., Pigot C., Reyne G., Grechishkin R.M., Cugat O. // J. Magn. Magn. Mater. 2009. V. 321 (4). P. 259–262.



М.М. Елицкий

## ГАЗОЛАЗЕРНАЯ РЕЗКА НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ 12Х18Н10Т

Руководитель Л.Е. Афанасьева

Тверской государственный технический университет  
Кафедра технологии металлов и материаловедения

Одной из распространённых энергоёмких технологий, используемых на машиностроительных заводах, является резка материалов. В качестве энергетического инструмента для резки часто используют лазерное излучение, вызывающее в зависимости от плотности мощности, подводимой в зону реза, локальное плавление, окисление и испарение материала вместо традиционного снятия стружки. При тепловом воздействии лазера в зоне реза происходят структурные изменения, приводящие к изменению механических свойств материала [1; 2].

Цель настоящей работы – изучить влияние газолазерной резки (ГЛР) на микроструктуру и микротвёрдость нержавеющей стали марки 12Х18Н10Т.

Для решения этой задачи на ОАО «ТВЗ» были подготовлены образцы, вырезанные лазером из листа нержавеющей стали, толщиной 3 мм. В качестве вспомогательного газа использовали кислород. Сталь 12Х18Н10Т поставляют в виде холоднокатаных листов, подвергнутых закалке с температуры 1050 °С в воде. Микроструктуру изучали с помощью оптического металлографического микроскопа МИМ-8. Микротвёрдость измеряли на приборе ПМТ-3.

Сталь 12Х18Н10Т является стабильной аустенитной сталью, не испытывающей фазовых превращений в широком температурном интервале вплоть до плавления. На поверхности газолазерного реза встречаются участки с дендритной структурой, испытавшие плавление. Вблизи зоны реза микротвёрдость снижена.

При ГЛР с продувкой кислородом на некоторых режимах происходит окисление границ зёрен аустенита на глубину до 100 мкм. Это может вызвать образование трещин при гибке вырезанных заготовок или снижение качества сварных швов при их сварке. Следовательно, в этом случае требуются дополнительные технологические операции по зачистке кромки реза.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Астапчик С.А. и др. Лазерные технологии в машиностроении и металлообработке. Минск: Белорус. наука, 2008.
2. Suutala N. // Metallurgical Transactions A. 1982. V. 13A. P. 2121–2130.

ДОМЕННАЯ СТРУКТУРА И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА СОЕДИНЕНИЙ  
FeV И Fe<sub>2</sub>V

Руководитель М.Б. Ляхова

Тверской государственный университет  
Кафедра магнетизма

Проведены исследования доменной структуры и магнитных свойств соединений FeV и Fe<sub>2</sub>V.

В ромбических монокристаллах FeV обнаружены три взаимно перпендикулярные оси намагничивания: легчайшая, лёгкая и трудная. Основной объем образцов FeV занимают полосовые домены, границы которых ориентированы вдоль легчайшей оси, структура замыкающих доменов представляет собой «ряды и зигзаги из звёздочек», причём замыкающие домены имеют правильную форму ромбов (рис. 1б).

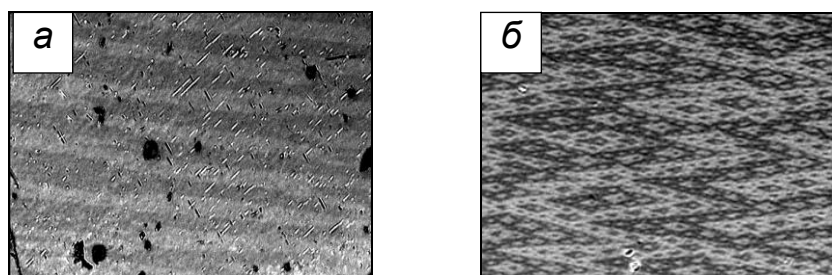


Рис. 1. Доменная структура монокристаллов FeV на плоскостях, перпендикулярных легчайшей (б) и трудной (а) осям намагничивания, выявленная с помощью эффекта Керра:  $\times 50$  (а),  $\times 200$  (б)

В медленно охлаждённых слитках сплава, содержащего 90 вес. % Fe и 10 вес. % V, формируются столбчатые зёрна основной тетрагональной фазы Fe<sub>2</sub>V с квадратными сечениями. На базисной и призматической плоскостях зерен Fe<sub>2</sub>V наблюдается доменная структура, характерная для соединений с МКА типа «лёгкая плоскость», границы основных доменов ориентированы по диагонали квадратных сечений зёрен Fe<sub>2</sub>V, что свидетельствует о высоких значениях третьей константы МКА соединения (рис. 2).

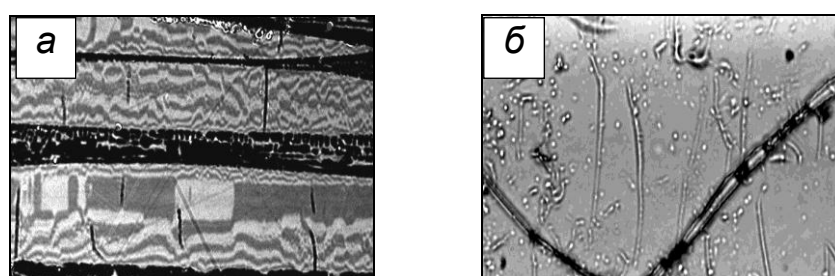


Рис. 2. Доменная структура на плоскостях параллельной (а) и перпендикулярной (б) оси текстуры сплава Fe<sub>2</sub>V:  $\times 55$  (а),  $\times 400$  (б)

Н.А. Жукова

МОЛЕКУЛЯРНО-ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
РАСТЕКАНИЯ МОДЕЛЬНЫХ НАНОКАПЕЛЬ НОРМАЛЬНЫХ  
АЛКАНОВ ПО ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ

Руководитель В.М. Самсонов

Тверской государственный университет  
Кафедра теоретической физики

В подавляющем большинстве работ, прямо или косвенно связанных с растеканием, исследовалось растекание жидкостей по поверхности твёрдого тела. Растекание жидкости 1 по поверхности жидкости 2 изучено в гораздо меньшей степени. Моделирование этого случая растекания облегчается тем, что при описании взаимодействия между полярной молекулой, например молекулой воды, и неполярной молекулой (к ним относятся и алканы) не нужно учитывать вклад дипольного момента.

Сопоставление молекулярно-динамических результатов по растеканию нанокapель алканов по поверхности воды с экспериментальными данными, относящимися к растеканию малых, но макроскопических капель алканов

$n$	$K_{\ominus}^*$	$m$	
		молекулярная динамика	эксперимент
5	0	0,55	0,47
	0,25	0,57	
7	0	0,40	0,49
	0,25	0,50	
12	0	0,44	0,42
	0,25	0,47	
16	0	0,55	0,41
	0,25	0,55	

Результаты моделирования для нанокapель пентана, гептана, додекана и гексадекана представлены в таблице. В ней приведены значения безразмерного коэффициента жесткости цепи  $K_{\theta}^*$  (значение  $K_{\theta}^*=0.25$  оценивалось по параметрам, отвечающим реальной алифатической цепи;  $K_{\theta}^*=0$  отвечает идеально гибкой цепи) и показателя степени  $m$  кинетической степенной зависимости  $r_0 = At^m$  для радиуса периметра смачивания  $r_0$ .

Как видно из таблицы, значения показателя степени  $m$ , наблюдавшиеся в компьютерных экспериментах, хорошо согласуются с экспериментальными данными.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 08-03-97511).*

О.Е. Журавлёв

## ЛЕВИТАЦИЯ В ПАРАМАГНИТНЫХ ИОННЫХ ЖИДКОСТЯХ

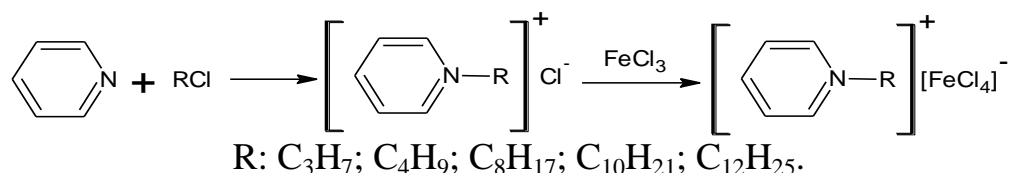
Руководители: Л.И. Ворончихина, Р.М. Гречишкин

Тверской государственный университет

Кафедра органической химии

Ионные жидкости широко применяются как термически устойчивые растворители, экстрагенты и со-растворители. Недавно японские учёные сообщили о новых свойствах ионных жидкостей, полученных ими на основе 1-бутил-3-метилимидазолий хлорида и хлорида железа (III)\*. В результате измерений учёные получили аномально высокую магнитную восприимчивость полученных солей к постоянному магниту, таким образом имея сходство с классическими магнитными жидкостями.

Нами были синтезированы четвертичные соли пиридиния, различающиеся длиной радикалов, и на их основе получены парамагнитные ионные жидкости по схеме



Полученные жидкости являются гидрофильными, они растворяются в полярных растворителях (вода, спирт, ацетон) и не смешиваются с неполярными (бензол, гексан). Полученные жидкости были охарактеризованы по данным спектроскопии в видимой области (максимумы при 534, 619 и 688 нм), что доказывает наличие [FeCl<sub>4</sub>]<sup>-</sup>-иона данными ИК спектроскопии, а также элементарным анализом. Значения магнитной восприимчивости солей близки к магнитной восприимчивости растворов FeCl<sub>3</sub> (~480·10<sup>-9</sup> м<sup>3</sup>·кг<sup>-1</sup>). Отклик на магнит качественно был такой же, как и в работе японских учёных, однако такая магнитная восприимчивость на несколько порядков меньше, чем у классических магнитных жидкостей, и качественно зафиксировать её можно в присутствии дополнительной неполярной жидкости (верхней фазы). Возникающий эффект при действии магнитного поля на такую систему зависит от плотности, вязкости и поверхностного натяжения жидкостей.

Синтезированные парамагнитные ионные жидкости были использованы в качестве буферных сред для левитации диамагнитных макрообъектов (рис, чечевица, пластинки кремния и меди) и микрообъектов (сферические частицы меди, диаметром 5–10 мкм).

\* Hayashi S., Hamaguchi H. // Chem. Letters. 2004. V. 33. P. 1590.

Н.В. Звягинцев

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ  
ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ КОМПЛЕКСОВ ПАЛЛАДИЯ (II)  
СО СТИРОЛОМ

Руководитель Л.Т. Кондратьев

Российский государственный университет туризма и сервиса, г. Москва  
Кафедра химии и общей экологии

Комплексы переходных металлов, химическая связь в которых с лигандами образуется за счёт перекрывания *d*-орбиталей металла и  $\pi$ -молекулярных орбиталей лиганда, представляют значительный интерес для химии. Этот интерес связан с возможностью моделирования механизмов многих гомогенных каталитических реакций. В частности, механизм реакции карбонилирования стирола протекает через образование подобного  $\pi$ -комплекса, в котором молекула стирола координирована атомом палладия по двойной связи винильной группы. Нами рассмотрены различные комплексы палладия со стиролом, включающие также лиганды с различными акцепторными свойствами. Различными квантово-химическими методами рассчитаны геометрические параметры молекулы и распределения частичных электрических зарядов на атомах.

При проведении расчётов применялись метод Хартри–Фока и метод V3LYP теории функционала плотности. Были использованы комбинированные базисные наборы, в которых для атома палладия использовались базисы DZVP и WTBS. Для атомов остальных элементов (водород, углерод, кислород, фосфор) выбирались валентно-расщеплённые базисы с различными поляризационными и диффузными функциями: 6-31++G, 6-31G\*\*, 6-311G\*\*, 6-311G(df,p). Все вычисления произведены при помощи программного комплекса PC Gamess/Firefly 7.0.1.

А.В. Зинкевич, И.Г. Катков, П.Л. Чащин

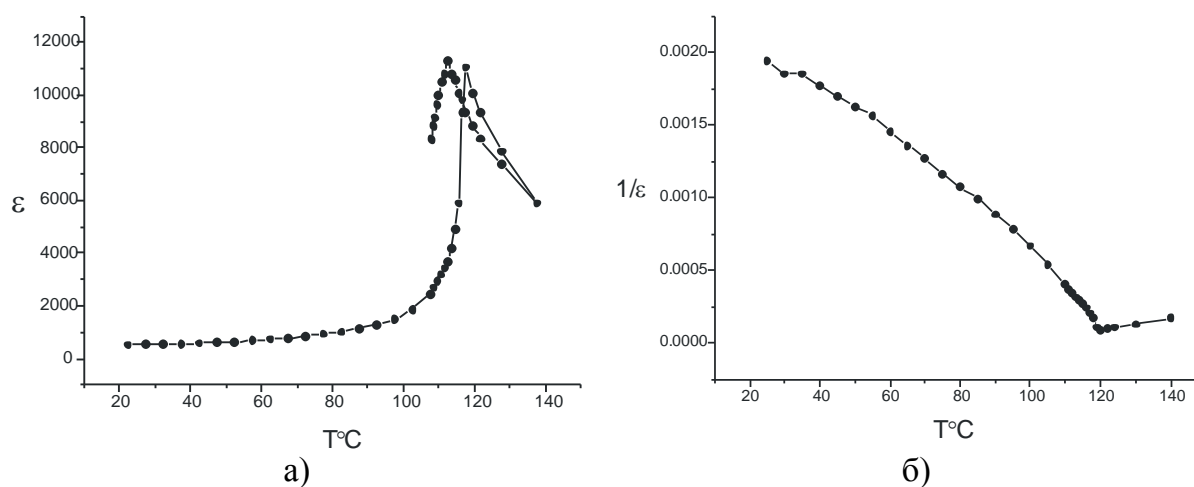
ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГАДОЛИНИЙСОДЕРЖАЩИХ  
КРИСТАЛЛОВ ТИТАНАТА БАРИЯ

Руководитель Н.Н. Большакова

Тверской государственной университет  
Общеобразовательный лицей

Целью настоящей работы являлось исследование диэлектрических характеристик монокристаллов  $\text{BaTiO}_3$  с примесью  $\text{Gd}^{3+}$  в переменных электрических полях. Объекты исследования представляли собой плоские пластины. Концентрации  $\text{Gd}^{3+}$  в расплаве составляли 0,4 мол. % и 1,5 мол. %.

На рисунке представлены зависимости  $\varepsilon(T)$  и  $1/\varepsilon(T)$  для кристалла  $\text{BaTiO}_3$ , содержащего 0,4 мол. %  $\text{Gd}^{3+}$ . При нагревании  $\varepsilon$  резко возрастает и принимает максимальное значение порядка 8800 при 118 °С. В процессе охлаждения максимум зависимости  $\varepsilon(T)$  приходится на температуру  $\sim 115$  °С. Обнаруженный температурный гистерезис хода кривых  $\varepsilon(T)$  составляет  $\sim 3$  °С.



Температурные зависимости диэлектрической проницаемости (а) и  $1/\varepsilon$  (б), полученные для кристалла  $\text{BaTiO}_3:\text{Gd}^{3+}$  с концентрацией примеси 0,4 мол. %.

Тангенс угла наклона кривой  $1/\varepsilon(T)$ , рассчитанной для кристалла  $\text{BaTiO}_3:\text{Gd}^{3+}$  в сегнетофазе (вблизи  $T \sim 118$  °С) отличается от его значения в парафазе в четыре раза, что характерно для сегнетоэлектриков с фазовым переходом первого рода. Аналогичные зависимости получены и для кристалла  $\text{BaTiO}_3:\text{Gd}^{3+}$  с содержанием примеси 1,5 мол. %. Это согласуется с известными данными для беспримесного кристалла  $\text{BaTiO}_3$  и теорией фазовых переходов первого рода. Влияние примеси  $\text{Gd}^{3+}$  на переключательные характеристики можно объяснить изменением ионного состава кристаллической решетки  $\text{BaTiO}_3$  при замещении ионов  $\text{Ba}^{2+}$  ионами  $\text{Gd}^{3+}$ .

Н.В. Золотарева

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ПИРАЦЕТАМА НА КАТАЛИТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ АЛКОГОЛЬДЕГИДРОГЕНАЗЫ ПЕЧЕНИ ЛОШАДИ

Руководитель Г.П. Лапина

Тверской государственной университет  
Кафедра биоорганической химии и физико-химической экспертизы

Алкогольдегидрогеназа (АДГ) – фермент класса оксидоредуктаз (1.1.1.1), катализирующих процессы окисления никотинамидадениндинуклеотидом (НАД) первичных алифатических спиртов в соответствующие альдегиды [1]. В качестве регулятора активности алкогольдегидрогеназы в данной работе изучен пирацетам, являющийся ноотропным фармакологическим препаратом [2].

Цель настоящей работы – изучение влияния пирацетама на каталитическую активность алкогольдегидрогеназы печени лошади в условиях pH 4,0.

На 1-м этапе работы определяли ферментативные характеристики АДГ-системы сравнения, не включающей пирацетам. Рассчитанное значение  $K_m$ , равное  $2,85 \cdot 10^{-5}$  моль/л, позволяет оценить относительное сродство фермента к субстрату.

На 2-м этапе была изучена система, включающая АДГ ( $2,41 \cdot 10^{-4}$  М), NAD ( $1,5 \cdot 10^{-2}$  М),  $C_2H_5OH$  ( $1,5 \cdot 10^{-2}$  М) и пирацетам ( $0,5 \cdot 10^{-2}$  М,  $1,5 \cdot 10^{-2}$  М,  $2,5 \cdot 10^{-2}$  М,  $4,5 \cdot 10^{-2}$  М,  $5,5 \cdot 10^{-2}$  М). Получены и изучены кинетические зависимости изменений оптической плотности  $D$  во времени  $t$  в условиях насыщения фермента субстратом.

Установили, что на значение  $K_m$  влияет концентрация пирацетама. Так, наибольшее значение параметра  $K_m$  выявлено для концентрации пирацетама, составляющей  $5,5 \cdot 10^{-2}$  М; наименьшее – для  $0,5 \cdot 10^{-2}$  М. Характер изменений значений  $K_m$  – плавно нарастающий с увеличением концентрации пирацетама от  $0,5 \cdot 10^{-2}$  М до  $5,5 \cdot 10^{-2}$  М. Это может свидетельствовать о том, что введённый в ферментативную систему пирацетам влияет на формирование фермент-субстратного комплекса, а именно: чем больше концентрация пирацетама, тем слабее взаимодействия в фермент-субстратном комплексе.

Итак, с возрастанием концентрации пирацетама ухудшаются условия для формирования фермент-субстратного комплекса. В то же время значения  $V_{max}$  в тех же условиях возрастают [2].

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фершт Э. Структура и механизм действия ферментов. 1980. С. 135.
2. Лапина Г.П., Золотарева Н.В. // Тез. докл. I Междунар. конф. «Состояние воды в биологических и модельных системах». Тверь, 2007. С. 173.

А.А. Зубреева

ИЗУЧЕНИЕ СВЯЗИ ЯН-ТЕЛЛЕРОВСКИХ ИОНОВ И ПРОЦЕССА  
ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ В КРИСТАЛЛЕ НИОБАТА ЛИТИЯ

Руководитель Б.Б. Педько

Тверской государственный университет  
Кафедра физики сегнето- и пьезоэлектриков

С развитием нанотехнологий в последнее время возрос интерес к кристаллам, обладающим локальной анизотропией различных физических свойств на нано- и микроуровне, благодаря которым можно создать среду с односторонней или хотя бы асимметричной проводимостью на уровне отдельных электронов. Одним из способов создания областей с различными электрооптическими свойствами в одном кристалле может стать «термооптический» эффект. «Термооптический» эффект открывает возможность фиксации оптической информации на полярных срезах ниобата лития с помощью нанесения проводящих масок с последующей температурной обработкой. В настоящей работе представлено объяснение «термооптического» эффекта на базе модели «заряженная нить на незаряженной диэлектрической поверхности». В результате расчёта модели получено выражение для тангенциального электрического поля заряженной нити в приповерхностном слое кристалла толщиной  $h$ :

$$E_x = \frac{2\rho \cdot d}{4\pi\epsilon_0\epsilon r_x} \cos \alpha, \quad \rho \cdot d - \text{плотность заряда в приповерхностном слое,}$$

$\alpha$  – угол между направлением поля в кристалле и его проекцией на оси X,  $r_x$  – проекция расстояния от нити. На основе полярной природы проводимости  $\text{LiNbO}_3$  в интервале температур 20–120 °С предложен механизм записи и стирания «термооптических» изображений. С помощью атомно-силовой микроскопии детально исследована поверхность ниобата лития с записанным изображением, а также кристаллы ниобата лития, содержащие примеси Ян-Теллеровских (Я-Т) ионов (Mn, Fe, Ni). Результаты сканирования показали наличие мелкой заряженной структуры. Изучение влияния примесей на формирование изображений в кристалле ниобата лития позволило сделать предположение о значительном влиянии на процесс записи изображений и формирования кластерных и доменных структур Я-Т ионов. Более глубокое изучение связи Я-Т ионов и процесса электропроводности в кристалле ниобата лития открывает возможность с помощью «термооптического» эффекта создавать новые среды, обладающие наноразмерной анизотропией электрооптических и других свойств.



Н.В. Ильяшенко, В.Д. Ильяшенко

ОЦЕНКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА  
КОРНЕВИЩА *POTENTILLA ERECTA L.* К АНТРОПОГЕННОМУ  
ВОЗДЕЙСТВИЮ МЕТОДОМ ФУРЬЕ-ИК СПЕКТРОСКОПИИРуководители: С.М. Дементьева, П.М. Пахомов, С.Д. Хижняк  
Тверской государственный университет  
Кафедра экологии

Использование лекарственных растений в медицине особенно актуально сейчас, когда генетическое здоровье населения значительно подорвано экологической обстановкой и синтетическими лекарственными препаратами. На территории Тверской обл. произрастает более 100 видов лекарственных растений. Большой интерес в фармакогнозии представляет корневище *Potentilla erecta L.* (лапчатка прямостоячая).

Цель данной работы – изучение чувствительности корневища *P. erecta* к негативным факторам окружающей среды методом Фурье-ИК спектроскопии.

В ходе исследования был проведён сравнительный анализ спектров образцов корневищ *P. erecta*, собранных в экологически загрязнённой местности – г. Тверь, м-н Соминка, канал ТЭЦ-3 – с разной степенью удалённости от источника загрязнения, а именно: I – в 0,5 м от ручья ТЭЦ-3 и II – в 30–40 м от ограждения ТЭЦ-3 (наиболее загрязнённые участки); III – в 50 м и IV – в 100 м (менее загрязнённые участки); а также в окрестностях экологически чистой местности – озеро Сиг Осташковского р-на Тверской обл., т.е. в фоновой зоне (образец V). Собранные растения предварительно высушивали по методике, определяющей правила заготовки лекарственных растений. Для записи ИК спектров использовали стандартную методику приготовления таблеток с бромидом калия (KBr). Спектры получали на спектрометре «EQUINOX 55» фирмы «Bruker».

В результате спектроскопических исследований было выявлено, что для образцов I и II появляется полоса поглощения на частоте  $1317\text{ см}^{-1}$  (вал. колеб.  $\text{SO}_2$ -группы), что, вероятно, связано с разрушением третичной структуры белка и дальнейшим окислением серы. При удалении от источника загрязнения интенсивность данной полосы поглощения уменьшается (образцы III и IV), а в спектрах из фоновой зоны (образец V) эта полоса отсутствует. Кроме того, полоса поглощения  $780\text{ см}^{-1}$  (симм. колеб. группы S–O–C) более интенсивна для образцов корневищ I и II *P. erecta*, при этом в спектрах образцов III и IV данная полоса проявляется в виде плеча, а в спектре из фоновой зоны её интенсивность минимальна. Таким образом, исследование показало, что ИК спектры образцов корневищ *P. erecta* из фоновой и загрязнённой зон отличаются друг от друга, что является доказательством чувствительности данного вида растения к антропогенному загрязнению.

Н.В. Ильяшенко, В.Д. Ильяшенко

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ФУРЬЕ-ИК СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА *VIDENS TRIPARTITA L.* ПОД ДЕЙСТВИЕМ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

Руководители: С.М. Дементьева, П.М. Пахомов

Тверской государственный университет  
Кафедра экологии

В настоящее время наблюдается увеличение числа кожных заболеваний различной природы, и не всегда применение синтетических лекарственных препаратов эффективно при их лечении. В связи с этим всё более актуальным становится использование средств из натурального растительного сырья. Одним из таких растений является *Bidens tripartita L.* (череда трёхраздельная), обладающая рядом свойств: седативными, желчегонными, антигистаминными, ранозаживляющими и диуретическими. Известно, что растения аккумулируют в себе поллютанты из окружающей среды, поэтому их сбор должен быть произведён в местах с минимальной антропогенной нагрузкой.

Цель данной работы – определение устойчивости различных частей *B. tripartita* (цветок, лист, корень) к антропогенным факторам окружающей среды с помощью метода Фурье-ИК спектроскопии. Изучаемые растения были собраны в местах с разной степенью загрязнения (канал ТЭЦ-3 Твери, автотрасса Москва–СПб., р-н предприятия «Химволокно», р-н АЗС). Растения высушивали по методике, определяющей правила заготовки лекарственных растений. Для записи ИК спектров готовили таблетки с бромидом калия (KBr). Запись спектров проводилась на спектрометре «Equinox 55» фирмы «Bruker».

В результате проведённых исследований было установлено, что влияние загрязняющих факторов на части *B. Tripartite* проявляется по-разному, т.е. ИК спектры цветков, листьев, корней значительно отличаются друг от друга. Особенностью исследуемого растения является то, что корневая система *B. Tripartite* находится в переувлажнённой почве (растение мезогигрофит), осуществляя функцию запасаания и проведения веществ. В результате в спектрах образцов корней, собранных в разных местах обитания, имеются значительные различия, а именно появляются полосы  $\sim 1706 \text{ см}^{-1}$  ( $\nu_{\text{C=O}}$ ),  $\sim 1326 \text{ см}^{-1}$  ( $\nu_{\text{SO}_2}$ ) и  $\sim 778 \text{ см}^{-1}$  (симм. колеб. группы S–O–C), а также происходит сдвиг максимума полосы  $1636 \text{ см}^{-1}$  ( $\delta_{\text{OH}}$ ,  $\delta_{\text{NH}}$ ) в сторону коротковолновой области –  $1624 \text{ см}^{-1}$ . В спектрах образцов цветков и листьев череды также наблюдаются изменения в области валентных и деформационных колебаний. Цветки и листья растений являются конечным акцептором загрязнения, поэтому в них происходят деструктивные изменения в меньшей степени, чем в корнях. Использование метода Фурье-ИК спектроскопии для изучения химического состава различных лекарственных растений может найти широкое практическое применение на стадии анализа сырья, поступающего на производство лекарственных препаратов.

А.Ю. Карпенков

ЗАВИСИМОСТЬ МАГНИТОКАЛОРИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА СПЛАВОВ  
 $R_2(Fe,Si)_{17}$  ( $R = Nd, Sm$ ) ОТ ДОБАВОК КРЕМНИЯ

Руководитель К.П. Скоков

Тверской государственный университет  
Кафедра магнетизма

Одной из областей применения редкоземельных интерметаллидов является магнитное охлаждение, в основе которого лежит магнитокалорический эффект [1]. До настоящего времени остаётся открытой проблема нахождения оптимального материала, который мог бы использоваться в качестве хладагента в магнитных охладителях.

Добавление немагнитных элементов с меньшим ионным радиусом, чем у Fe, изменяет магнитные свойства интерметаллидов. Особенно интересно введение Si, так как при его добавлении увеличивается температура Кюри ( $T_c$ ) материала тогда как объём элементарной ячейки уменьшается [2]. Повышение  $T_c$  магнетика даёт возможность построить многоступенчатую охладительную установку, действующую в широком интервале температур.

Целью данной работы стало изучение влияния добавок Si на значения магнитокалорического эффекта соединений систем Nd–Fe и Sm–Fe со стехиометрическим составом 2:17.

Методом индукционной плавки были синтезированы серии сплавов  $R_2Fe_{17}$ ,  $R_2(Fe,Si)_{17}$  ( $R = Nd, Sm$ ). Образцы сплавов были аттестованы методами рентгенофазового, рентгенофлуоресцентного и термомагнитного фазового анализа, а также методами оптической металлографии.

Проведены измерения температурных зависимостей МКЭ образцов в постоянном поле 18,3 кЭ. Выполнен анализ полученных кривых.

*Работа выполнена при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере № 6050р/8448.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев А.С., Белов К.П., Никитин С.А., Тишин А.М. // Успехи физических наук. 1989. Т. 158, вып. 4. С. 553–579.
2. Yelon W.B., Hu Z., Singleton E.W., Hadjipanayis G.C. // J. Appl. Phys. 1995. V. 78 (12). P. 7196–7201.

Д.Ю. Карпенков, А.Ю. Карпенков

МАГНИТОКАЛОРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ МИКРО-  
И НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ  $\text{Fe}_3\text{Ga}_4$  И  $\text{CoMnSi}_{0,95}\text{Ge}_{0,05}$ 

Руководитель К.П. Скоков

Тверской государственный университет  
Кафедра магнетизма

Магнитокалорический эффект (МКЭ) обычно имеет максимум вблизи температур фазовых переходов (температуры Кюри или Нееля) и варьируется преимущественно в интервале от 0,5 до 2 К при изменении внешнего магнитного поля  $\Delta H = 1$  Т. Однако существуют соединения с гигантским МКЭ. Первым интерметаллическим соединением с гигантским МКЭ был  $\text{Fe}_{49}\text{Rh}_{51}$ , в котором наблюдается фазовый переход первого рода антиферромагнетик – ферромагнетик при температуре 308 К. МКЭ принимает отрицательные значения  $\Delta T = -13$  К при  $\Delta H = 2$  Т. Однако фазовый переход первого рода в  $\text{Fe}_{49}\text{Rh}_{51}$  является необратимым, вследствие чего МКЭ исчезает после одного цикла намагничивания – размагничивания.

Целью данной работы стал поиск соединений со сходными магнитными свойствами. В качестве объектов исследования были выбраны соединения  $\text{Fe}_3\text{Ga}_4$  и  $\text{CoMnSi}_{0,95}\text{Ge}_{0,05}$ , так как они обладают переходом первого рода – антиферромагнетик – ферромагнетик. К тому же температуры переходов этих соединений близки к комнатной, что позволяет использовать их в качестве рабочих тел магнитных рефрижераторов.

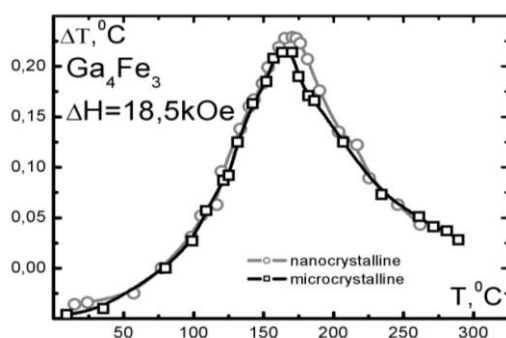


Рис. 1

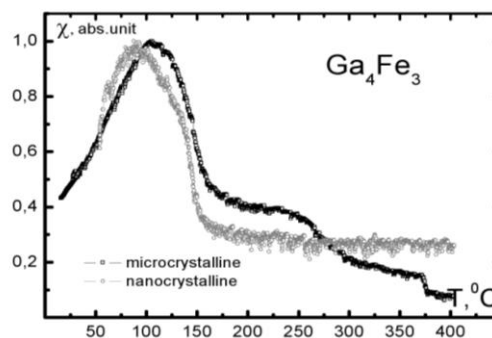


Рис. 2

На рис. 1 представлены результаты измерения МКЭ на микро- и нанокристаллических сплавах  $\text{Fe}_3\text{Ga}_4$  в поле 18,5 кЭ. Как видно, у быстрозакалённых образцов МКЭ незначительно увеличивается. На рис. 2 представлены температурные зависимости магнитной восприимчивости на образцах  $\text{Fe}_3\text{Ga}_4$ .

*Работа выполнена при поддержке гранта Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере № 6050p/8448.*

В.А. Кизилин

## ПЕТЛИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГИСТЕРЕЗИСА В СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТОНКИХ ПЛЁНКАХ

Руководители: А.В. Солнышкин, О.Н. Сергеева

Тверской государственной университет  
Кафедра физики сегнето- и пьезоэлектриков

Сегнетоэлектрические тонкие пленки являются перспективными материалами в качестве функциональных элементов современной микроэлектроники, в частности, для создания сегнетоэлектрической энергонезависимой памяти с произвольным доступом к ячейкам (FeRAM). Основным материалом для элементов, используемых в FeRAM, а это сегнетоэлектрические транзисторы и конденсаторы, являются смешанные полиметаллические оксиды, спекаемые в сегнетоактивные керамики. Наиболее распространено семейство цирконата титаната свинца (PZT) с общей формулой  $Pb(Zr_xTi_{1-x})O_3$ .

Физические основы работы FeRAM заключаются в процессах переключения спонтанной поляризации функциональных сегнетоэлектрических элементов внешним электрическим полем. Одним из основных методов исследования процессов переполаризации является метод изучения петель диэлектрического гистерезиса, который позволяет изучать эффекты смещения петли гистерезиса (imprint effect), деградации петель гистерезиса после многократного переключения поляризации, уменьшения остаточной поляризации после многократного считывания информации и т.д.

Цель настоящей работы – усовершенствование методики изучения петель диэлектрического гистерезиса на основе схемы Сойлера–Тауэра и комплексное исследование процессов переполаризации в сегнетоэлектрических конденсаторных структурах, содержащих в качестве активного элемента тонкую пленку PZT.

В ходе выполнения работы создана экспериментальная установка, позволяющая изучать эффекты, связанные с переключением поляризации, в тонких сегнетоэлектрических пленках толщиной  $< 1$  мкм с учетом проводимости пленок.

На основе полученных петель диэлектрического гистерезиса изучены состояние поляризации и эффекты, сопровождающие процессы переполаризации в гетероструктурах Pt/PZT/Pt, сформированных на различных подложках. В частности, исследованы процессы деградации поляризации и эффекты смещения петли гистерезиса в зависимости от толщины пленок PZT и материала подложки.

К.А. Кирсанова

## ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ЧАСТИЦ РАСШИРЕННОГО ГРАФИТА ИНДИКАТОРНЫМ МЕТОДОМ

Руководитель Л.И. Ворончихина

Тверской государственной университет  
Кафедра органической химии

Красители широко используются для характеристики активных центров поверхности типичных дисперсных веществ и их удельной поверхности. Однако в литературе практически отсутствуют данные об адсорбции красителей на поверхности расширенного графита (РГ), в связи с чем и была выполнена эта работа.

При исследовании активных центров поверхности твёрдых веществ был применен индикаторный метод. В качестве индикаторов были выбраны анионные красители: ализариновый красный (АК), ализариновый желтый (АЖ) и тропеолин ОО (ТОО), а также катионный краситель метиленовый голубой (МГ). В качестве основных объектов исследования были выбраны материалы, образующиеся в результате термического расширения графита ГСМ-1. В качестве объектов сравнения были выбраны водный графит ГСМ-1, графит ГАК-2, а также окисленная бихроматом калия и расширенная форма графита ГАК-2.

Для проверки применимости индикаторного метода исследования активных центров поверхности твёрдых веществ сравнивали адсорбцию из водных растворов на поверхности различных форм графита красителей АК и АЖ. Для оценки реакционной способности или кислотности поверхности РГ предлагается сравнивать адсорбцию на них катионного основного красителя – МГ и анионного кислотного красителя ТОО из водных растворов. Различие в степени адсорбции поверхностью МГ и ТОО может служить мерой количества образующихся анионных групп на поверхности РГ.

Метод сравнения адсорбции красителей представляет возможность качественно характеризовать состояние поверхности в отношении наличия на ней заряженных функциональных групп и скрытых пор с учётом ряда ограничений, не обеспечивая при этом возможности получения точных количественных данных. Исследование адсорбции МГ, ТОО, АК и АЖ из водных растворов на поверхности частиц РГ показало, что изотермы адсорбции в определённом интервале концентраций красителя описываются уравнением Ленгмюра. Сравнительные данные об адсорбции различных красителей могут быть использованы для качественной характеристики активных центров поверхности РГ.

Д.Ю. Константинов

## ГИДРОАБРАЗИВНАЯ РЕЗКА КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ

Руководитель Л.Е. Афанасьева

Тверской государственный технический университет  
Кафедра технологии металлов и материаловедение

Гидроабразивная резка (ГАР) является эффективным, энергосберегающим и экологически чистым методом разделения материалов. Технология резания струёй воды применима для обработки металлов, полимеров, гранита, мрамора, стекла, композитов и т.д. [1; 2]. Однако на промышленных предприятиях в Тверском регионе этот вид разделения материалов до настоящего времени не применялся.

В связи с этим в данной работе была поставлена задача изучить влияние параметров ГАР на качество поверхности реза.

На ОАО «Тверской вагоностроительный завод» были получены образцы листовых сталей различных марок и толщин. На предприятии ЗАО «Лазерные комплексы» (г. Шатура Московской области), которое является одним из производителей станков для ГАР в России, листовые образцы были разрезаны на различных режимах. Анализ шероховатости поверхности реза проводили с помощью портативного электронного профилографа TR200. Микроструктуру полученных образцов исследовали на металлографическом микроскопе МИМ-8 с цифровой видеокамерой. Глубину деформированного слоя оценивали по микротвёрдости на приборе ПМТ-3 согласно ГОСТ 2999-75.

Процесс разрезания происходит в результате эрозионного воздействия на металл высокоскоростного потока твёрдых частиц. Отделение частиц разрезаемого материала состоит из комбинированного действия механизмов резки, хрупкого разрушения, усталости и плавления.

Результаты исследований показали, что в плоскости реза наблюдаются вкрапления единичных частиц абразива. Глубина пластически деформированного слоя не превышает 0,12 мм. Резы имеют высокое качество поверхности и не требуют последующей дорогостоящей механической обработки.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Valicek J., et al. // Intern. J. Machine Tools & Manufacture. 2007. V. 47. P. 1786–1790.
2. Akkurt A., et al. // J. Materials Processing Technology. 2004. V. 147. P. 389–396.

М.С. Корзин

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕРА ТОРФЯНОДРЕВЕСНЫХ ГРАНУЛ ДЛЯ МЕДЛЕННОГО ПИРОЛИЗА

Руководитель Э.М. Сульман

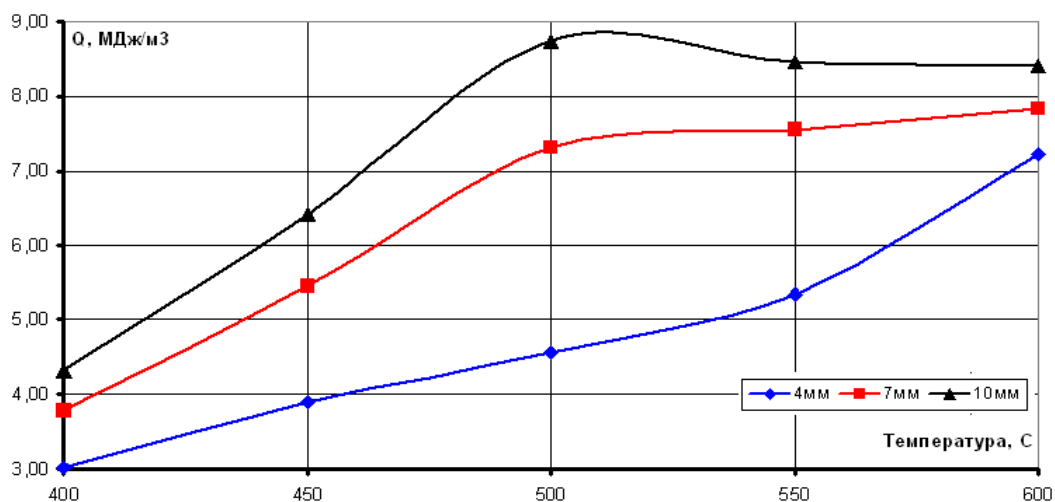
Тверской государственной технической университет  
Кафедра биотехнологии и химии

Проведены исследования по определению оптимального размера торфянодревесных гранул и температуры проведения медленного пиролиза для получения горючих газов. Исследовались гранулы со средним диаметром 4 мм, 7 мм и 10 мм, содержащие 50 % верхового торфа со степенью разложения 25–30 % и 50 % древесных опилок. Пиролиз проводили при температурах от 400 до 600 °С.

Основные компоненты пиролизного газа исследовались методами хроматографического анализа. Определялось содержание углеводородов (метан, этан, этилен, пропан), водорода, азота, оксида углерода II и IV.

Основные выводы:

- оптимальный диаметр гранул составляет 10 мм, так как теплота сгорания пиролизных газов и содержание углеводородов выше, как показано на рисунке.
- скорость накопления углеводородов не зависела от размера гранул.
- оптимальная температура составляет 500 °С, дальнейшее повышение температуры не приводило к значительному повышению теплоты сгорания и концентрации углеводородов.



Зависимость теплоты сгорания пиролизного газа от размера используемых гранул и температуры пиролиза

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маслов В.Г., Инишева Л.И. // Химия растительного сырья. 1998. № 4. С. 5–7.
2. Бухаркина Т.В., Дигуров Н.Г. Химия природных энергоносителей и углеродных материалов: Учеб. пособие. М., 1998.
3. Мак Неер Г., Бонелли Э. Введение в газовую хроматографию. М., 1970.



Ю.С. Королёва

## МНОГОЛЕТНЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАНТАЦИЙ ТОПИНАМБУРА ПРИ ВНЕСЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ УДОБРЕНИЙ

Руководители: З.И. Усанова, А.К. Осербаев

Тверская государственная сельскохозяйственная академия  
Кафедра растениеводства

Топинамбур – ценная культура многостороннего использования. Создание сырьевых зон для промышленной переработки требует уточнения технологии производства продукции топинамбура при многолетнем использовании плантации. В связи с этим нами проведены исследования в полевых многофакторных опытах (2006–2008 гг.), где на посадках 1-го, 2-го, 3-го года пользования изучались факторы: А – сроки внесения удобрений: 1 – полная расчётная норма удобрений под посадки 1-го года, при этом на 2-й и 3-й год изучается их последствие; 2 – по 1/3 от расчётной нормы в течение трёх лет; фактор В – дозы внесения удобрений на запланированные уровни урожаев в 1-й год жизни: по 200, 300, 400 ц/га надземной массы и клубней в виде органических (навоз) и минеральных удобрений. Учётная площадь делянки 1-го порядка 122,4 м<sup>2</sup>, 2-го – 20,4 м<sup>2</sup>. Объект исследований – лучший для Нечерноземья сорт клубневого направления Скороспелка.

В результате 3-летних испытаний было выявлено, что в 1 год можно надёжно получать урожаи надземной массы в 200 ц/га и клубней в 270–280 ц/га (470–480 ц/га биомассы) при внесении удобрений в расчёте на общий урожай в 400 ц/га. В благоприятные по тепло- и влагообеспеченности годы урожай надземной массы повышается до 300–350 ц/га; клубней – до 400–450 ц/га как при однократном внесении полной нормы удобрений, так и 1/3 нормы. В первый год жизни некоторое преимущество имеют минеральные удобрения перед органическими.

На 2-й и 3-й год пользования топинамбур формирует урожаи равные урожаям в 1 год пользования при ежегодном внесении удобрений по 1/3 от полной расчётной нормы. Последствие полной нормы при разовом её внесении в 1 год не обеспечивает на посадках 2-го и 3-го годов жизни получение урожайности одинаковой с посадками 1-го года жизни.

Таким образом, при использовании плантации топинамбура в течение трёх лет можно вносить как минеральные, так и органические удобрения ежегодно по 1/3 от расчётной нормы на запланированные урожаи. Трёхлетнее выращивание на одном месте позволяет значительно сократить затраты труда и повысить рентабельность производства за счёт исключения на 2-й и 3-й год основной обработки почвы и посадки. Использование органических удобрений предпочтительнее, так как позволяет получать экологически чистую продукцию.

А.Е. Корольков

СТРУКТУРА И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ  
СПЛАВОВ  $RFe_2$  (R=РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЙ МЕТАЛЛ)

Руководитель Ю.Г. Пастушенков

Тверской государственный университет  
Кафедра магнетизма

В работе поставлена задача улучшения магнитных характеристик функциональных материалов на основе интерметаллических соединений типа  $RFe_2$  (R – редкоземельный металл) методом изменения их структурного состояния. Для этой цели использована быстрая закалка исходных сплавов.

Получены образцы литых и быстрозакалённых сплавов редкоземельных металлов с железом типа  $RFe_2$  (R = Tb, Dy, Ho, Er), исследована их микроструктура методами оптической и атомно-силовой микроскопии и определены её основные параметры (размер зёрен, содержание второй фазы).

Выполнены измерения намагниченности и МКЭ сплавов  $RFe_2$  (R = Tb, Dy, Ho, Er) на литых и быстрозакалённых образцах.

Проведён анализ влияния структурного состояния сплавов типа  $RFe_2$  (R = Tb, Dy, Ho, Er) на их основные магнитные характеристики (намагниченность, коэрцитивную силу, магнитострикцию).

Исследована магнитная доменная структура соединений  $RFe_2$  (R = Tb, Dy, Ho, Er) и показано, что межзёренное магнитоупругое взаимодействие может приводить к появлению в рассматриваемых магнитомногоосных сплавах магнитной доменной структуры, свойственной магнитно-одноосным высокоанизотропным материалам.

Показано, что для магнитно-многоосных сплавов, какими являются соединения типа  $RFe_2$ , наноструктурное состояние позволяет частично решить проблему высокой анизотропии поликристаллических сплавов и может быть использовано для получения магнитострикционных преобразователей малых размеров.

Ю.С. Кошкидько

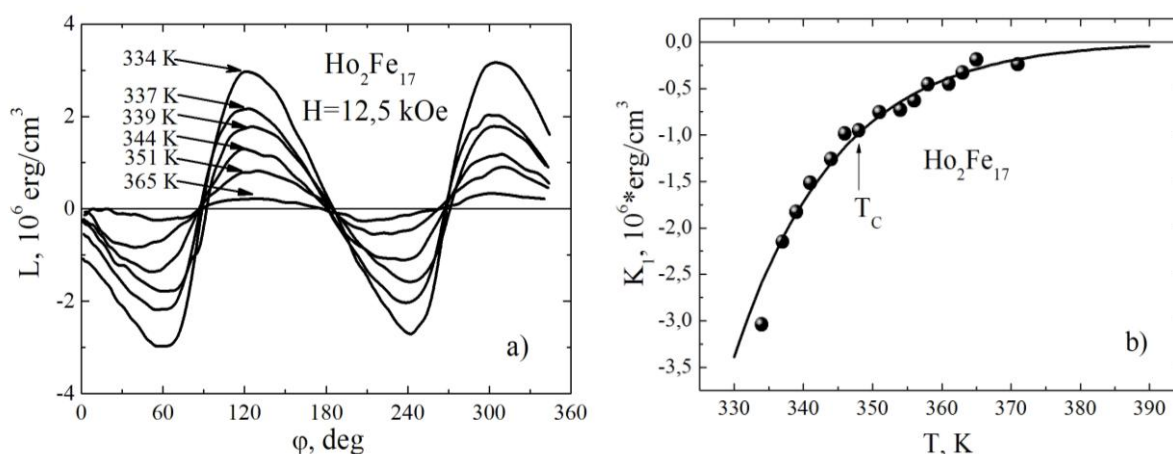
ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ АНИЗОТРОПИИ  
МОНОКРИСТАЛЛОВ СОЕДИНЕНИЙ  $R_2Fe_{17}$ 

Руководитель Ю.Г. Пастушенков

Тверской государственный университет  
Кафедра магнетизма

В данной работе было проведено исследование магнитокристаллической анизотропии (МКА) монокристаллов интерметаллических соединений  $R_2Fe_{17}$ . Константы МКА (рисунок) определялись из кривых вращающего механического момента (КВМ), полученных на автоматизированном магнитном анизометре. Измерения КВМ проводилось в магнитном поле с напряжённостью  $H = 12,5$  кОе при различных температурах от 78 до 600 К.

В результате проведённых исследований были получены температурные зависимости константы  $K_1(T)$ . Как видно из рисунка, константа  $K_1$  убывает с температурой по эмпирической формуле, установленной Брюхатовым и Киренским\*. Однако в точке Кюри  $T_C$  и выше неё наблюдается аномальное не нулевое значение константы МКА. Такое поведение можно объяснить существованием в парамагнитной области анизотропии магнитной восприимчивости, анизотропии магнитокалорического эффекта, а также анизотропии магнитострикции.



Магнитокристаллическая анизотропия монокристалла  $Ho_2Fe_{17}$ : а) кривые вращающего момента, б) температурная зависимость константы магнитокристаллической анизотропии  $K_1$

\* Брюхатов Н.Л., Киренский Л.В. // ЖЭТФ. 1938. Т.8, вып. 2. С. 198.

УДК 547.917:541.49

Ю.С. Ксюнина, П.А. Беляев

## УСКОРЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОССТАНАВЛИВАЮЩИХ САХАРОВ В РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ

Руководитель Т.И. Смирнова

Тверская государственная медицинская академия  
Кафедра общей и биорганической химии

Практически во всех видах как свежего, так и сухого лекарственного растительного сырья содержатся сахара, обеспечивающие не только его хорошие вкусовые качества, но и в значительной степени – лекарственную ценность.

Большую часть растворимых в воде сахаров растений составляют т.н. восстанавливающие сахара (альдозы). Их количественное определение достаточно длительный и трудоёмкий процесс.

Авторами представленной работы испытан разработанный на кафедре общей и биорганической химии ТГМА ускоренный метод прямого определения альдоз, основанный на их способности в щелочной среде восстанавливать метиленовую синь.

Было определено содержание альдоз в плодах лекарственного растения *Cucurbita pepo* (тыква обыкновенная). Растения в процессе вегетации обрабатывались водными растворами комплексонов, производных янтарной кислоты (КПЯК), и аналогичными растворами, выдержанными в слабом постоянном магнитном поле (ПМП).

Было выяснено, что обработка вегетирующих растений растворами КПЯК и в большей степени растворами, выдержанными в ПМП, стимулирует увеличение содержания восстанавливающих сахаров в плодах *C. pepo*.

Результаты количественного определения сахаров хорошо согласовывались с данными анализов, выполненных параллельно в испытательной лаборатории ФГУ Федеральной государственной территориальной станции защиты растений в Тверской области.

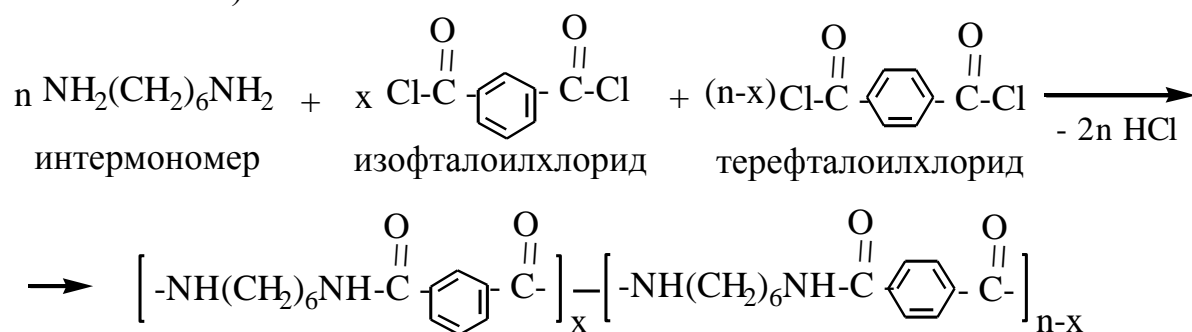
Е.А. Кудряшова

## ПОВЕРХНОСТНЫЕ СВОЙСТВА И МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ ПОЛИАМИДНЫХ ФИБРИДОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ ПОЛИКОНДЕНСАЦИЕЙ

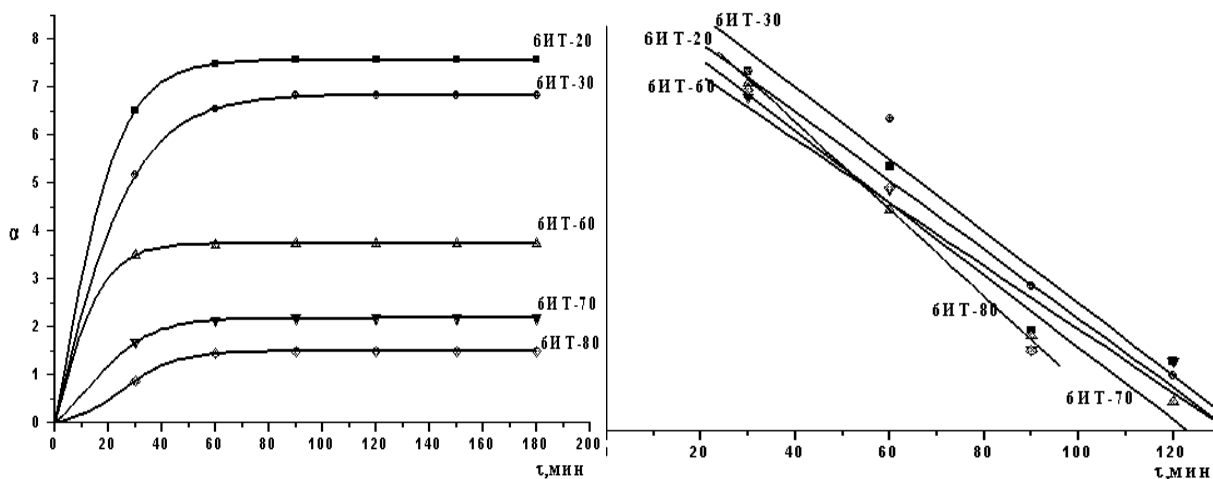
Руководители: В.А. Никифоров, Т.В. Карасева

Тверской государственной технической университет  
Кафедра технологии полимерных материалов

Способом газожидкостной поликонденсации получены сополиамиды БИТ (смесь изо- и терефтоилхлорида, взятых в газовой фазе в различных соотношениях):



В проделанной работе выявлена зависимость степени набухания сополиамидов в воде от состава мономерной смеси – при увеличении содержания изофталоилхлорида в смеси степень набухания снижается.



Кинетика набухания сополиамидов

Анализ кинетических кривых (рисунок) показал, что скорость набухания образцов сополиамидов меняется незначительно, хотя при этом количество поглощённой воды разное.

Е.В. Кудряшова

ОЦЕНКА РАЗМЕРОВ ЖК ДОМЕНОВ ТЕРМОТРОПНОГО ПОЛИМЕРА  
МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

Руководители: П.М. Пахомов, С.Д. Хижняк

Тверской государственный университет  
Кафедра физической химии

Научный и практический интерес к термотропным и лиотропным ЖК полимерам, возникший в последние два десятилетия, диктуется возможностью создания новых типов конструкционных и функциональных полимерных материалов, удачно сочетающих уникальные свойства низкомолекулярных жидких кристаллов и высокомолекулярных соединений. Однако свойства термотропного полимера зависят от концентрации и размеров ЖК доменов в полимере и поэтому мониторинг состояния ЖК доменов в термотропном полимере – актуальная проблема контроля качества конечного продукта.

Цель настоящей работы – применение ИК спектроскопического подхода, разработанного для оценки характера и степени наполнения полимерных наполненных материалов, для определения среднего размера ЖК доменов в термотропном полимере. Объектом исследования являлся термотропный полимер – поли-3,3'-бифенилен-(субероил-ди-4окси-бензоат). Для получения плёнок образца, необходимых для спектрального исследования, гранулы полимера смешали с хлороформом и перемешивали до их полного растворения. Полученный раствор вылили на стекло и высушили при комнатной температуре до полного испарения растворителя. Плёнку помещали между окнами из КВг и регистрировали спектры в терперирующем устройстве в режимах нагревания (22–190 °С) и естественного охлаждения до комнатной температуры на Фурье-ИК спектрометре «Equinox 55» («Bruker») в диапазоне 7000–400 см<sup>-1</sup>.

Полученные спектральные данные проанализировали по методике\*, предложенной ранее. Идея метода заключается в анализе эффекта рассеяния, проявляющегося в ИК спектре образца, при выполнении некоторых условий: размер рассеивающих частиц должен попадать в диапазон ~1,4–25 мкм и существует некоторая разница между коэффициентами преломления полимера и ЖК доменов в данном случае. Проведённые исследования показали: 1) при нагревании увеличивается рассеивающий эффект, т.е. происходит изменение размеров и концентрации ЖК доменов в термотропном полимере, 2) при охлаждении рассеивающий эффект также уменьшается, 3) изменения рассеивающего эффекта носят необратимый характер с изменением температуры.

*Работа выполнена при поддержке гранта Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере № 6050р/8448 (УМНИК).*

---

\* Пахомов П.М., Маланин М.Н., Хижняк С.Д. // Высокомолек. соед. 2005. Т. 47 Б, № 6. С. 1066.

С.Н. Кузнецов

## ВЛИЯНИЕ СРОКОВ И СПОСОБОВ ПОДКОРМКИ ОЗИМОЙ РЖИ И ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ НА УРОЖАЙНОСТЬ

Руководитель А.А. Петрова

Тверская государственная сельскохозяйственная академия  
Кафедра растениеводства

Увеличение урожайности за счёт сбалансированного минерального питания растений является крупным резервом роста производства зерна. Среди озимых зерновых культур наименьшее распространение в Тверской области имеет озимая тритикале. Особенности её минерального питания в данном регионе изучены недостаточно.

В связи с этим нами проведены исследования в полевом опыте на окультуренной дерново-подзолистой остаточно-карбонатной глееватой почве на морене, супесчаной по гранулометрическому составу с высоким содержанием  $P_2O_5$ , средним  $K_2O$ ,  $pH_{\text{сол}} - 6,8$ . В опыте изучали два фактора. Фактор А – культуры и сорта: 1 – озимая рожь Фаленская-4; 2 – озимая тритикале Гермес; 3 – озимая тритикале Стрельна. Фактор В – сроки подкормки и виды удобрений: 1 – ранний, сразу после схода снега; 2 – поздний, при поспевании почвы. При каждом сроке в подкормку вносили три вида удобрений: аммиачную селитру ( $N_{32}$ ), азофоску ( $N_{32}P_{32}K_{32}$ ) и «Кемиру» ( $N_{12}P_8K_{14}$  + микроэлементы Mn, Cu, B, Fe, Zn, Mo), сбалансированные по NPK до  $N_{32}P_{32}K_{32}$ .

Анализируя экспериментальные данные 2007–2008 годов, видим, что в условиях 2007/2008 года наиболее продуктивной оказалась озимая рожь сорта Фаленская-4, которая сформировала максимальную урожайность 21,6 ц/га (в среднем) и обеспечило получение дополнительной прибавки к озимому тритикале сорта Гермес – 1,7 ц/га (12,7 %), и к сорту Александр – 3,7 ц/га (5,9 %).

Наиболее положительное влияние на урожайность у озимой ржи сорта Фаленская-4 оказали ранневесенняя подкормка и поверхностная подкормка при поспевании почвы, за счёт которой была обеспечена прибавка урожая 4,9–5,8 ц/га; у озимого тритикале сорта Гермес положительно сказалась поверхностная подкормка при поспевании почвы (обеспечившая прибавку 5,5–6,4 ц/га); у сорта Александр прослеживается тенденция прибавки урожая (4,6–6,2 ц/га) при корневой подкормке при поспевании почвы.

Как и в 2006–2007 экспериментальном году подкормки азофоской и универсальной кемирой способствовали формированию более высоких урожаев, чем подкормки аммиачной селитрой.

Исследования продолжаются.

Е.А. Куроткина, А.Ю. Кузнецов

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПЛЁНОК ИЗ СМЕСЕЙ ПОЛИОЛЕФИНОВ

Руководитель проф. Т.А. Ананьева

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна  
Кафедра наноструктурных волокнистых и композиционных материалов

Среди полимерных материалов, создаваемых на основе полиолефинов, всё большее распространение получают полимерные смеси и сплавы, применяемые в качестве конструкционных материалов. Сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ), обладающий уникальным комплексом свойств, используют в различных областях, в том числе как компонент для получения композитов из смесей полимеров.

Целью работы являлось получение плёнок на основе смесей СВМПЭ ( $M_w = 1,5 \cdot 10^6$ ) с полиэтиленом низкого давления ПЭНД ( $M_w = 8 \cdot 10^5$ ) и полиэтиленом высокого давления ПЭВД ( $M_w = 5 \cdot 10^5$ ) и изучение влияния состава композиции на теплофизические и физико-химические свойства.

Бинарные смеси были переработаны методом горячего прессования. Способом фиксирования надмолекулярной структуры был выбран отжиг.

Термический анализ полученных образцов показал, что с увеличением доли СВМПЭ в смеси возрастают теплофизические свойства плёнок, уменьшается общая потеря массы, сопровождающаяся термической деструкцией. Сравнением температур плавления плёнок из полиолефинов и их смесей показано различное влияние сверхвысокомолекулярного компонента на формирование структуры плёнок, а анализ эндотермических пиков, соответствующих температурам плавления композитов, показал, что смесь двухкомпонентна и однофазна, т.е. с термодинамической точки зрения полимеры совместимы.

Методом ИК-спектроскопии изучена кристаллическая структура полученных плёнок, которые характеризуются наличием в структуре как кристаллических, так и дефектных областей, причем более упорядоченной структурой обладают плёнки из СВМПЭ. Кристалличность плёнок из смесей уменьшается по сравнению с плёнками из СВМПЭ.

Пористая структура полученных из смесей полиолефинов плёнок и предельный объём сорбционного пространства были изучены адсорбционным способом. Наибольшим объёмом пор ( $0,6 \text{ см}^3/\text{г}$ ) характеризуется плёнка, полученная из полиолефина, обладающего наибольшей молекулярной массой. У плёнок из смеси СВМПЭ/ПЭНД наблюдается больший объём пор по сравнению с плёнками из смеси СВМПЭ/ПЭВД, что связано с формированием более рыхлой структуры при отжиге.

*Работа выполнялась в рамках участия в Координационном плане Научного совета РАН по адсорбции и хроматографии.*



С.В. Лапшин

КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ АМПИЦИЛЛИНА, АМОКСИЦИЛЛИНА  
И ЦЕФАЛЕКСИНА С ИОНАМИ МЕДИ(II)

Руководитель В.Г. Алексеев

Тверской государственный университет  
Кафедра неорганической и аналитической химии

Медь относят к так называемым «биометаллам», так как она входит в состав некоторых металлоферментов, необходимых для нормального протекания биохимических процессов. В связи с этим в полной мере возникает вопрос об исследовании возможности взаимодействия ионов  $\text{Cu}^{2+}$  с лекарственными веществами, тем более что медь (II) известна как активный комплексообразователь. Среди лекарственных веществ значительный интерес как потенциальные биолиганды представляют бета-лактамы антибиотики (пенициллины и цефалоспорины), которые применяются часто и в относительно больших количествах. Из литературных данных следует, что наилучшими лигандными свойствами обладают бета-лактамы антибиотики, молекулы которых содержат аминогруппу. К их числу относятся такие широко используемые в России препараты, как ампициллин (Amp), амоксициллин (Amx) и цефалексин (Cpx).

Было проведено рН-метрическое титрование лекарственных форм антибиотиков в присутствии нитрата меди (II) на фоне 0,1 М раствора нитрата калия гидроксидом натрия. Соотношение  $\text{Cu (II)} : \text{L}$  в титруемом растворе составляло 1:5, что позволяло учесть возможность образования полилигандных комплексов.

Математическая обработка рН-метрических данных была проведена с использованием специализированной программы расчёта химических равновесий New DALSFЕК (КСМ Soft, 2000 г.).

Получены следующие значения констант ( $t = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$ ) образования комплексов, включая найденные программой доверительные интервалы:  $\lg\beta(\text{CuAmp}) = 5,1 \pm 0,1$ ,  $\lg\beta(\text{Cu(OH)Amp}) = 13,9 \pm 0,1$ ,  $\lg\beta(\text{CuAmx}) = 4,2 \pm 0,2$ ,  $\lg\beta(\text{Cu(OH)Amx}) = 13,3 \pm 0,1$ ,  $\lg\beta(\text{CuCpx}) = 3,99 \pm 0,04$ ,  $\lg\beta(\text{Cu(OH)Cpx}) = 12,6 \pm 0,1$ . На основе спектрофотометрических исследований исследуемых растворов была предложена структура комплексных соединений. Таким образом образуются только моно- и гидроксокомплексы.

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ С КОМПЛЕКСОНАМИ, СОДЕРЖАЩИМИ ОКСИЭТИЛЬНЫЕ ГРУППИРОВКИ

Руководитель В.М. Никольский

Тверской государственный университет  
Кафедра неорганической и аналитической химии

Катионы 3d- элементов обладают хорошими комплексообразующими свойствами и высокой биологической активностью.

В данной работе представлены результаты изучения комплексообразования этилендиамин-N,N'-бис(оксиэтил)-N,N'-диянтарной кислоты (БОЭДДЯК) с ионами двухвалентных металлов ( $M^{2+}$ ): кадмия, цинка и свинца.

Для определения констант устойчивости средних комплексов  $ML^{2-}$  нами был использован метод Бьеррума, основанный на вычислении функции образования по результатам рН-метрического титрования смеси растворов  $M(NO_3)_2$  и  $Na_4L$ , взятых в молярном соотношении 1:3 соответственно\*. Титрование проводилось при ионной силе раствора 0,1 ( $KNO_3$ ) и при температуре  $25 \pm 0,5$  °С; рН раствора измеряли при помощи иономера рН-410. Функцию образования вычислили по формуле

$$\bar{n} = \frac{C_l - \alpha_H [L^{4-}]}{C_m}$$

Равновесную концентрацию лиганда  $L^{4-}$  вычисляют по формуле

$$[L^{4-}] = \frac{C_L (4 - \alpha) - [H^+]}{\beta_n}$$

Рассчитанные константы устойчивости средних комплексов цинка, кадмия и свинца с БОЭДДЯК приведены в таблице. Для сравнения в этой же таблице представлены аналогичные константы устойчивости комплексов этих же металлов с этилендиамин-N,N'-диянтарной кислотой (ЭДДЯК), полученные И.П. Гореловым\*.

Комплексон	$Zn^{2+}$	$Cd^{2+}$	$Pb^{2+}$
БОЭДДЯК	$12,40 \pm 0,04$	$11,31 \pm 0,08$	$8,34 \pm 0,20$
ЭДДЯК	13,21	11,40	8,76

\* Горелов И.П. Дис. д-ра хим. наук. Калинин, 1979. С. 312.

Е.С. Лившиц

## ПОЛИАНИЛИНОВЫЙ ГАЗОВЫЙ СЕНСОР НА АММИАК

Руководитель С.С. Рясенский

Тверской государственный университет  
Кафедра неорганической и аналитической химии

Контроль содержания аммиака в различных газовых средах имеет важное значение. Обычно содержание аммиака определяют химическим способом, например, с помощью кислотно-основного титрования с предварительным поглощением аммиака специальным раствором. Этот метод позволяет получить надёжные результаты, однако он может быть использован только в условиях химической лаборатории и требует значительного времени.

Для непрерывного мониторинга содержания аммиака в газовой среде необходим соответствующий сенсор. Поэтому целью настоящей работы было создание твёрдотельного газового сенсора на основе электропроводного полимера – полианилина. Известно, что некоторые электропроводные полимеры, например полианилин, могут изменять своё электрическое сопротивление под воздействием аммиака. К сожалению, практически все электропроводные полимеры неплавкие и нерастворимые в большинстве органических растворителей вещества.

Поэтому для изготовления плёнки полианилина мы использовали метод электрохимического окисления анилина на поверхности палладиевой подложки в гальваностатическом режиме. Палладиевая подложка представляла собой гребёнку из параллельных электродов, чётные электроды объединены в один вывод сенсора, а нечётные – в другой. При этом расстояние между электродами составляло 0,078 мм. Всего чётных и нечётных электродов 23. В процессе электрохимического синтеза плёнка полианилина постепенно заполняла промежутки между электродами, замыкая их. В результате был получен резистивный сенсор, имеющий сопротивление 67,9 Ом. Рабочая площадь сенсора 8 мм<sup>2</sup>.

Для проверки отклика изготовленного электрода на присутствие аммиака мы воспользовались герметичной термостатируемой газовой ячейкой, в которую вносили порциями воздушно-аммиачную смесь известного состава. Все измерения проводились при температуре 350 °С. Было установлено, что в интервале концентраций  $0,24 \cdot 10^{-7}$ – $0,21 \cdot 10^{-6}$  М электрическое сопротивление сенсора имеет линейную зависимость. При этом крутизна отклика изготовленного сенсора – 3,1 Ом/(моль/мл). Время отклика составляло не более 1 с, время релаксации – несколько минут.

П.С. Лихуша

ЗАВИСИМОСТЬ ФЕРМЕНТАТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ  
О-ДИФЕНОЛОКСИДАЗЫ ЛЬНА ОТ ИОННОЙ СИЛЫ

Руководитель Г.П. Лапина

Тверской государственной университет  
Кафедра биоорганической химии и физико-химической экспертизы

Ранее нами было выявлено, что при использовании системы с варьированием концентрации бензидаина при постоянных концентрациях пероксида водорода, экстракта и ацетатного буфера результаты лучше коррелируют с литературными данными. В работе было исследовано влияние ионной силы раствора на ферментативные параметры о-ДФО. Данные параметры были найдены для 4 отдельных систем фермента с ионными силами: 0,1; 0,2; 0,3; 0,4. Фермент, как и любой белок, имеет большое число ионных групп, способных электростатически взаимодействовать с ионами в растворе, следовательно, изменение состояния ионных групп в ферменте оказывает влияние на активность фермента, особенно это касается групп, участвующих в катализе или связывании субстрата. Поэтому изменение ионной силы раствора, в котором происходит ферментативная реакция, должно влиять на эффективность процесса.

По разработанной схеме были получены в условиях стационарной кинетики и в условиях насыщения фермента субстратом кинетические кривые D-τ. Изучали систему, содержащую  $5,13 \cdot 10^{-5}$  М о-ДФО,  $1,49 \cdot 10^{-4}$  пероксида водорода, бензидин с концентрациями ( $\cdot 10^{-4}$ ) 0,89; 1,09; 1,29; 1,49; 1,69; 1,89; 2,09. Ионная сила составляла 0,1; 0,2; 0,3; 0,4.

На основе полученных экспериментальных данных, ферментативные параметры о-ДФО составили:

- при  $I = 0,1$  М:  $k_M = 0,09 \cdot 10^{-3}$  моль/л,  $k_{кат} = 7,7$  с<sup>-1</sup>;
- при  $I = 0,2$  М:  $k_M = 0,13 \cdot 10^{-3}$  моль/л,  $k_{кат} = 27,7$  с<sup>-1</sup>;
- при  $I = 0,3$  М:  $k_M = 4,13 \cdot 10^{-3}$  моль/л,  $k_{кат} = 424,9$  с<sup>-1</sup>;
- при  $I = 0,4$  М:  $k_M = 0,15 \cdot 10^{-3}$  моль/л,  $k_{кат} = 22,6$  с<sup>-1</sup>

Д.И. Ляпунова<sup>1</sup>, И.В. Михайлов<sup>2</sup>

## КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСТЯЖЕНИЯ ПОЛИМЕРНОЙ ГЛОБУЛЫ ЗА КОНЦЫ ЦЕПИ

Руководители: Г.П. Лапина, А.С. Павлов

Тверской государственной университет

<sup>1</sup>Кафедра биоорганической химии

<sup>2</sup>Кафедра физической химии

В последние годы возникли попытки понять механизм самосборки белковых глобулярных структур путём постепенного растягивания молекулы за концы, причём подобные эксперименты делаются на атомно-силовом микроскопе и выполняется моделирование этого процесса методами молекулярной динамики. Однако не существует простого соотношения между структурой белка и его механической стабильностью. Даже небольшие изменения в аминокислотной последовательности могут существенно повлиять на механические свойства белка. Поэтому нами смоделирован процесс растяжения простейшей гомополимерной и гетерополимерной цепей.

Целью работы являлось изучение закономерностей растяжения полимерной глобулы за концы цепи различными способами.

Осуществить растяжение полимерной глобулы представляется возможным несколькими способами: приложением к концевым атомам одноименных зарядов большой величины; приложением к концевым атомам дополнительной постоянной силы, направленной вдоль линии, связывающей их, в противоположенные стороны; в атомно-силовой микроскопии наиболее часто реализуется режим растяжения с некоторой скоростью (обычно возвратно поступательное движение по синусоидальному закону), при фиксации возникающих при этом сил.

В ходе работы было детально исследовано растяжение за счёт электростатического отталкивания одноимённых зарядов большой величины на концевых атомах и под воздействием постоянной растягивающей силы, приложенной к концевым атомам глобулы. Изучались гомополимерные и гетерополимерные цепи с различными длинами блоков  $n = 1, 2, 3, 5, 10, 15, 30, 45$ . Исследовались макромолекулы с длиной цепи  $N = 60, 90, 180$  звеньев. Получены зависимости величины растяжения от длины повторяющегося блока и величины растягивающей силы. Растяжение цепи под действием постоянной силы носит скачкообразный характер, напоминающий фазовый переход. Результаты расчёта для блоксополимера подобны полученным зависимостям для гомополимера.

Е. Макарова

ИК СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ  
СЛОЕВИЦА ЛИШАЙНИКА *EVERNIA PRUNASTRY* (L.) ACH. В  
РЕЗУЛЬТАТЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СОЛЯНОЙ КИСЛОТЫ

Руководитель А.Ф. Мейсурова

Тверской государственный университет  
Кафедра ботаники

Некоторые организмы являются чувствительными индикаторами изменений условий окружающей среды, в частности загрязнения экосистем токсичными веществами. К таким организмам относят лишайники, чувствительность которых к загрязнению среды обусловлена несколькими причинами. Во-первых, в силу того, что лишайники представляют собой симбиотическую ассоциацию гриба и водоросли, любое воздействие, которое изменяет баланс взаимодействия между симбионтами, будет влиять на их жизнеспособность. Кроме того, лишайники поглощают аэрозоли и газы всей поверхностью талломов, что также повышает их чувствительность к загрязнению, а периодически происходящая дегидратация талломов, позволяющая лишайникам переживать периоды засухи, приводит к росту концентрации загрязняющих веществ в талломах до высоких уровней.

Цель работы: ИК спектроскопический способ оценки химических изменений слоевища лишайника *Evernia prunastry* в результате воздействия соляной кислоты.

Объект исследования – образцы лишайника *Evernia prunastry*. Образцы 1–4 выдерживали в эксикаторах с соляной кислотой (HCl) различной концентрации (36, 18, 9 и 4,5 %) в течение 6 недель. Для записи ИК спектров образцы 1–4 сушили при температуре 30–35 °C и готовили таблетку с KBr по стандартной методике. ИК спектры образцов *Evernia prunastry* записывали на ИК спектрометре «Equinox 55».

ИК спектроскопический анализ образцов лишайника *Evernia prunastry*, выдержанных в эксикаторе в парах соляной кислоты различной концентрации в течение 6 недель, позволил выявить химические изменения в лишайнике, связанные с усвоением поллютанта. ИК спектры образцов 1–4 обнаруживают интенсивную полосу поглощения в области 1510–1450 см<sup>-1</sup>, менее интенсивную полосу – в области 760–505 см<sup>-1</sup> и относятся к валентным колебаниям C–Cl\*. Кроме полос поглощения, связанных с усвоением и взаимодействием поллютанта с химическими компонентами лишайника, ИК спектр образца *Evernia prunastry*, выдержанного в эксикаторе с концентрированной соляной кислотой, фиксирует полосы поглощения, связанные с деструкцией слоевища. В ИК спектре такого образца выявлены интенсивные полосы на частотах 2956–2854 см<sup>-1</sup> ( $\nu_{as-CH_3}$ ), связанные с разрывом связей  $-(CH_2)_n-$ .

В дальнейшем целесообразно проведение дополнительных исследований, которые позволят выяснить характер отнесения полос поглощения в ИК спектре образцов *Evernia prunastry*, других поллютантов.

\* Infrared characteristic group frequencies: Tables and charts / G. Socrates. London, 1994.

## ГАЗОЛАЗЕРНЫЙ РАСКРОЙ СТАЛИ 15ПС

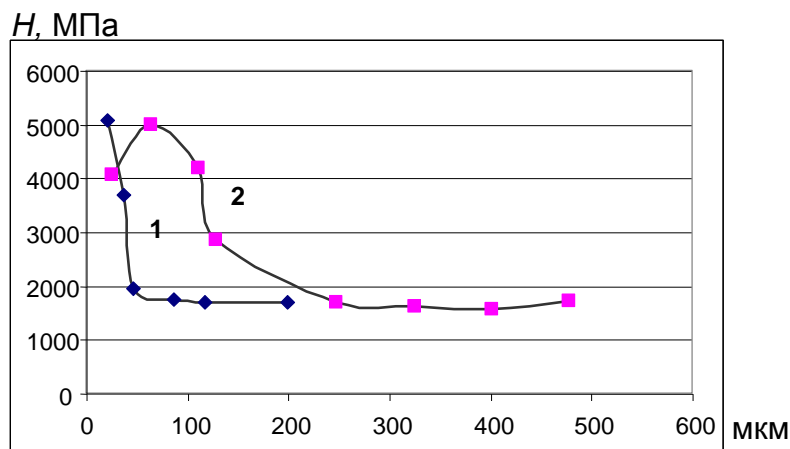
Руководитель Л.Е. Афанасьева

Тверской государственный технический университет  
Кафедра технологии металлов и материаловедение

При газолазерной резке материалов различные слои нагреваются до разных температур, причём скорости нагрева и охлаждения имеют значения порядка  $10^4 \dots 10^6$  °C/с. [1; 2]. Практический интерес представляют особенности фазовых превращений и их влияние на свойства обрабатываемого материала.

Целью данной работы является изучение строения зоны лазерного воздействия (ЗЛВ) при раскросе стали 15пс.

Из холоднокатаного листа углеродистой конструкционной качественной стали марки 15пс (ГОСТ 1050-88) вырезали образцы с использованием лазерного комплекса BySprint 3015 компании Bystronic. Резку первого образца выполняли с продувкой кислородом, второго – азотом. Структуру металла изучали с помощью оптического микроскопа МИМ-8 с цифровой видеокамерой. Измерение микротвёрдости выполняли на отечественном приборе ПМТ-3.



Зависимость микротвёрдости  $H$  от расстояния до кромки газолазерного реза кислородом (кривая 1) и азотом (кривая 2)

Твёрдость закаленной области в ЗЛВ превышает твёрдость стали, закалённой обычным способом. Это снижает пластичность заготовки и при дальнейших технологических операциях, например гибке, кромка реза может разрушаться.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Григорьянц А.Г. Технологические процессы лазерной обработки. 2006.
2. Schulz W., et al. // J. Phys. D: Appl. Phys. 1993. V. 26. P. 1357–1363.

Е.А. Маслякова, А.А. Пожелаев

## СТРУКТУРА НАПЛАВЛЕННОЙ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ НА КОРПУС ИЗ СТАЛИ 30ХГСА

Руководитель С.Е. Ильяшенко

Тверской государственный технический университет  
Кафедра технологии металлов и материаловедения

Использование наплавки быстрорежущих теплостойких сталей на корпус из низколегированной конструкционной стали целесообразно при изготовлении режущего инструмента, поскольку позволяет снизить его себестоимость, повысить технологичность изготовления и даёт возможность многократного восстановления. Цель данной работы – исследование микроструктуры наплавленной быстрорежущей стали Р2М8 (ROBODUR К) и стали Р9М4К8 на корпус из низколегированной конструкционной стали 30ХГСА, а также изучение зоны сплавления и различных участков основного металла, подвергающегося термической обработке в процессе наплавки.

Образцы изготавливали одноэлектродной наплавкой порошковой проволокой Р2М8 и порошковой проволокой, по химическому составу близкой к быстрорежущей стали Р9М4К8 ГОСТ 19265-73, дугой прямого действия на постоянном токе обратной полярности в защитной среде аргона на горячекатаную полосу стали 30ХГСА размером 25×5×150 мм. Микроструктуру выявляли травлением подготовленной поверхности 3 % раствором азотной кислоты в спирте, а также электролитической полировкой в растворе хромового ангидрида в ортофосфорной кислоте. Микроструктура наплавленной быстрорежущей стали Р2М8 проявлялась после травления соответствующего микрошлифа в царской водке.

В ходе работы получены фотографии микроструктуры металла в зоне сплавления, в зоне литого металла и в зоне термического влияния. Исследование микротвёрдости наплавленной стали Р9М4К8 на корпус из низколегированной стали 30ХГСА выявило значительную неоднородность наплавленного металла, при этом в зоне сплавления наблюдался скачок микротвёрдости, значение которой достигало 900 НV, что свидетельствует о необходимости правильного подбора параметров режима наплавки для получения нужных свойств, качества и геометрии наплавленного металла. В наплавленном металле Р2М8, напротив, наблюдалось однородное распределение микротвёрдости по всей зоне наплавленного металла, а её значение не превышало 850 НV. Полученные данные свидетельствуют об однородности зоны наплавленного металла и о равномерности распределения мягкой фазы, что может приводить к снижению адгезии в результате эффекта «самосмазывания» инструмента в процессе работы.



С.В. Мединцев

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РАСЧЁТА РЕЖИМОВ АЛМАЗНОГО ВЫГЛАЖИВАНИЯ

Руководитель М.С. Разумов

Тверской государственной технической университет  
Кафедра технологии металлов и материаловедения

Сущность процесса алмазного выглаживания заключается в сглаживании неровностей в процессе контакта алмазного инструмента с обрабатываемой поверхностью. При этом чистота поверхности улучшается на 2–4 класса, микротвёрдость повышается на 20–40 %.

На протекание процесса выглаживания и его результаты влияют следующие технологические факторы: жёсткость и виброустойчивость оборудования, конструкция приспособления для крепления алмазных выглаживателей, состояние исходной поверхности (шероховатость, микротвёрдость и её равномерность по обрабатываемой поверхности), геометрия алмазного инструмента (радиус округления вершины, форма наконечника и т.п.), режимы обработки величины приложенных сил (продольная подача и скорость выглаживания), вид применяемой смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) и вид обработки (наружное, внутреннее и торцовое выглаживания). Существующие на рынке системы автоматизированного проектирования (САПР), способные производить необходимые расчёты, являются малодоступными для широкого круга пользователей. В связи с этим возникла необходимость в создании программы для расчётов режимов выглаживания и прогнозирования параметров получаемых поверхностей. С этой целью была разработана компьютерная программа SDI v 1.1, которая даёт возможность определить продольную подачу, скорость выглаживания, скорость подачи, а также подобрать алмазный инструмент. Работа с компьютерной программой SDI v 1.1 не требует специальной подготовки пользователя.

База программы имеет две составляющие: эмпирическую и расчётную. Эмпирическая составляющая позволяет подбирать параметры выглаживания из базы данных параметров, полученных опытным путём. Эти параметры для материалов являются наиболее часто встречающимися в производстве. Недостатком данного метода определения параметров является получение диапазона режимов в широких пределах, что затрудняет выбор конкретного режима обработки. С целью исключения данного недостатка в программе предусмотрена расчётная составляющая, которая позволяет получить режимы по конкретным параметрам.

О.Н. Миронова, А.Н. Николаева

## КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АДСОРБЦИИ МУЛЬТИБЛОЧНЫХ СОПОЛИМЕРОВ ИЗ РАСТВОРОВ

Руководитель А.С. Павлов

Тверской государственный университет  
Кафедра физической химии

Поведение сополимеров вблизи поверхности вызывает интерес как в связи с перспективами использования упорядоченных структур при создании различных устройств нанотехнологии, так и при создании наполненных полимерных композитов.

Целью данной работы было исследовать методом компьютерного моделирования распределение плотности в процессе адсорбции блоксополимеров на поверхности разной кривизны при изменении концентрации (среднечисленных значениях плотности) и длин блоков макромолекулы.

В работе используется обобщённая модель свободно-сочленённой цепи, когда звено моделирует сегмент Куна. В рамках этой модели цепи, все связи моделировались как жёсткие геометрические ограничения фиксированной длины ( $l\sigma$ ), ван-дер-ваальсовы радиусы звеньев  $\sigma$  считались одинаковыми. Всё отличие в свойствах «мономеров» определялось разницей энергетических параметров потенциалов межмолекулярного взаимодействия. На валентные и торсионные углы никаких ограничений не накладывалось.

Выполнено моделирование методом ланжевеновской динамики процесса адсорбции блоксополимера на плоскую однородную поверхность и поверхность с нанесённым рисунком. Для исследования влияния кривизны поверхности было выполнено моделирование адсорбции на наночастицу сферической формы. В работе рассмотрены несколько систем, которые отличаются между собой длиной блока, плотностью (количеством цепей в системе), толщиной слоя и диаметром наночастицы. Получены профили распределения плотности звеньев полимера вблизи поверхности. Для наночастиц с размером, сопоставимым с радиусом инерции полимерного клубка, распределение плотности звеньев вблизи наночастицы сильно отличается от аналогичной зависимости для плоской поверхности. Рассчитаны структурные факторы и парные корреляционные функции для звеньев блоксополимера. Проведено сопоставление результатов моделирования для случая с неадсорбирующей поверхностью.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ, № проекта 07-03-00385.*

А.М. Михаилиди

## СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВВЕДЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ Ni И Cu В ЦЕЛЛЮЛОЗНЫЕ МАТРИЦЫ С РАЗЛИЧНОЙ СТРУКТУРОЙ И СОСТАВОМ

Руководители: Н.Е. Котельникова, Н.П. Новоселов

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна  
Кафедра теоретической и прикладной химии

Одним из новых направлений в химии высокомолекулярных соединений является создание композиционных материалов (нанокомпозитов), состоящих из природных полимерных матриц, в том числе целлюлозных, и наночастиц металлов.

Для введения наночастиц металлов Ni и Cu или их оксидов в целлюлозные матрицы использовали материалы, различные по составу и структуре: льняные ткани и промышленную гидратцеллюлозную плёнку. Суровая льняная ткань (СТ) была сформована в ИХР РАН из отбеленных льняных волокон структурной модификации целлюлоза I, нетканый материал (НМ) – в ФРГ из льняных волокон той же модификации (60 масс. %) и гидратцеллюлозных волокон структурной модификации целлюлоза II (40 масс. %). Модифицированные образцы нанокompозитов получали диффузионно-восстановительным способом\*.

### Некоторые свойства модифицированных образцов

Образцы	Содержание металла, масс. %	Диапазон размеров частиц на поверхности, нм	
		все частицы	наибольшее количество частиц
СТ+Cu	0,6	60–875	60–250
НМ+Cu	2,1	25–1875	25–250
ГЦ+Ni	3,2–21,3	60–5000	80–135

Присутствие металлической фазы Ni (0) или Cu (0) и их оксидов в объёме модифицированных образцов подтверждено методом рентгенофазового анализа, размеры частиц металлов охарактеризованы с помощью СЭМ.

Структура целлюлозы II существенно отличается от целлюлозы I: она имеет большую сорбционную способность и доступность в химических реакциях, что важно и в диффузионно-восстановительных процессах. Кроме того, поверхностная плотность НМ (60 г/м<sup>2</sup>) была в 3 раза ниже, чем СТ (180 г/м<sup>2</sup>). Поэтому содержание металлической фазы в образцах НМ+Cu и ГЦ+Ni было существенно выше, чем в СТ+Cu. По этой же причине агломерация частиц металлов на поверхности НМ и ГЦ происходила в большей степени, чем в СТ: диапазон размеров общего количества частиц в этом материале был наименьший.

Таким образом, структура и состав целлюлозных матриц влияют на содержание и размеры восстановленных в них частиц никеля и меди.

\* Kotelnikova N., Vainio U., Pirkkalainen K., Serimaa R. // Macromol. Symposia. 2007. V. 254. P. 74–79.

О.О. Михайлова

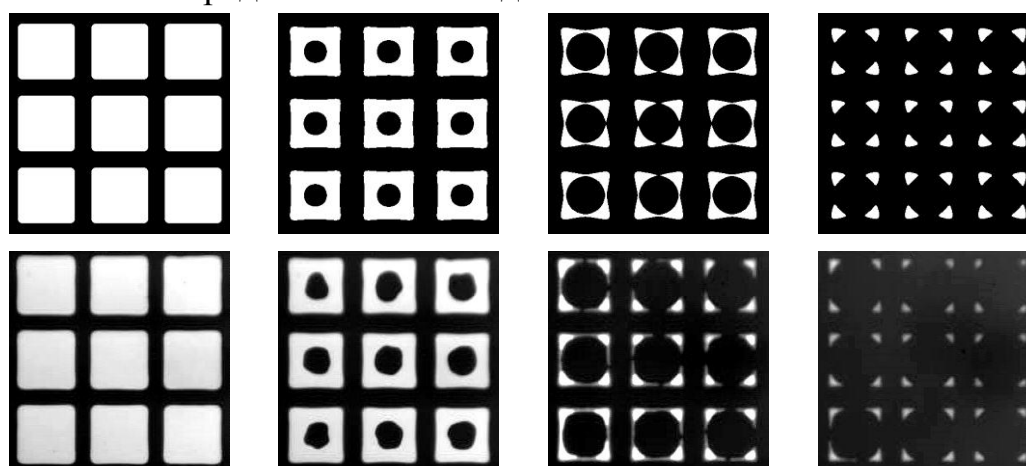
## ТОПОГРАФИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ МИКРОПРОФИЛИРОВАННЫХ ПЛЁНОЧНЫХ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ

Руководитель Р.М. Гречишкин

Тверской государственной университет  
Кафедра прикладной физики

Визуализация и количественная оценка пространственных распределений магнитного поля с помощью магнитооптических индикаторных плёнок (МОИП) находят применение при изучении магнитных свойств различных микрообъектов\*. В настоящей работе методика МОИП применена для исследования плёночных постоянных магнитов из сплава Nd-Fe-B. Образцы для исследований имели толщину 8...10 мкм. Методом термомагнитной записи на плёнках с помощью соответствующих масок были созданы различные полосовые или ячеистые периодические структуры с характерными размерами от 10 до 100 мкм и направлениями намагничивания по нормали к плоскости. Для повышения точности количественных оценок поля и расширения пределов измерений предложена новая методика измерений с помощью вспомогательных калиброванных внешних однородных полей, воздействующих на систему образец – МОИП в процессе испытаний.

На рисунке представлены расчётные и экспериментальные изображения распределений нормальных компонент поля образца с квадратными ячейками, полученные с помощью одноосной МОИП. Хорошее совпадение расчётов и опытных данных свидетельствует о перспективности предложенной методики.



Серийные сечения распределений нормальной компоненты поля ячеистой магнитной структуры на расстоянии 10 мкм от поверхности образца при значениях внешнего поля (слева направо) 0, 61, 70 и 75 мТ. Верхний ряд – расчёт, нижний – эксперимент

\* Grechishkin R., Chigirinsky S., Gusev M., Cugat O., Dempsey N. Magnetic Imaging Films. // B. Azzerboni et al. (eds.). Magnetic Nanostructures in Modern Technology. P. 195–224.

Д.Н. Многолесова

ИЗМЕНЕНИЯ СИММЕТРИИ КРИСТАЛЛОВ ПРИ ФАЗОВЫХ  
ПЕРЕХОДАХ

Руководитель Ю.М. Смирнов

Тверской государственный университет  
Кафедра прикладной физики

Существует точка зрения о прямых и обратных изменениях структуры элементарных ячеек под действием температуры и давления. Считается, что их возрастание связано с повышением или уменьшением симметрии. Примером такого подхода является работа, опубликованная в сборнике «Кристаллография и кристаллохимия» [1].

Авторы работы изучали взаимосвязь многоатомных взаимодействий и структурных изменений, на основе которых сделан вывод о повышении симметрии элементарной ячейки в фазах, кристаллизующихся при высоких давлениях и температурах. В указанной работе приведен ряд примеров фазовых переходов для кварца, графита,  $\text{Ru}_2\text{Ge}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  и других веществ. Однако титанат бария при понижении температуры испытывает три фазовых перехода, причем переход при температуре ниже 180 К происходит с повышением симметрии от группы  $\text{mm}2$  к группе  $3\text{m}$ . В некоторых источниках выражаются сомнения о наличии у  $\text{BaTiO}_3$  указанного перехода, нами проделан симметрично-групповой анализ его возможности. Для группы  $\text{C}2\text{v}(\text{mm}2)$  существует четыре неприводимых представления, а для группы  $\text{C}3\text{v}(3\text{m})$  – три неприводимых представления.

Сопоставление неприводимых представлений показало возможность двух видов переходов. Таким образом, групповой анализ подтвердил возможность перехода  $\text{C}2\text{v} \rightarrow \text{C}3\text{v}$ . Превращение происходит в полном разрушении и трансформации структуры, причем удельный объем новой фазы значительно увеличивается. Кубический германий и кремний при давлениях 20 и 12 ГН/м<sup>2</sup> переходят в гексагональную фазу и приобретают металлические свойства. В то же время у сегнетоэлектриков – ТГС, КДП, АДР с понижением температуры симметрия понижается [2].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Урусов В.С., Пущаровский Д.Ю. // Кристаллография и кристаллохимия. М., 1986.
2. Сиротин Ю.И., Шаскольская М.П. // Основы кристаллофизики. М., 1979.

М.С. Мурзанов, Д.А. Дмитриев

## ДОМЕННАЯ СТРУКТУРА СОЕДИНЕНИЙ $TbFe_{11-x}Ti$

Руководитель Е.М. Семёнова

Тверской государственный университет  
Кафедра магнетизма

Соединение  $Tb(Fe,Ti)_{12}$  имеет ферромагнитное упорядочение и характеризуется наличием спонтанных спин-переориентационных переходов, а также переходом, индуцированным внешним полем типа ФОМР. При комнатной температуре  $TbFe_{11}Ti$  характеризуется анизотропией «лёгкая плоскость» [1–3].

В данной работе были проведены исследования магнитной доменной структуры (ДС) поли- и монокристаллических образцов  $TbFe_{11-x}Ti$ . ДС выявлялась методом полярного эффекта Керра на металлографическом микроскопе.

Описаны особенности поверхностной ДС сплавов и монокристаллов  $TbFe_{11-x}Ti$ . Обсуждается влияние механических напряжений на доменную структуру этих материалов. Показано, что искажение ДС, вызванное механическим воздействием на поверхность, является обратимым: после прекращения действия внешних механических сил равновесная ДС с течением времени полностью восстанавливается в отсутствие внешнего магнитного поля. Время релаксации зависит от величины напряжений и температуры.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. On the spin reorientation in  $TbFe_{11}Ti$  and related compounds. / A.V. Andreev, N.V. Kudrevatykh, S.M. Razgonyaev, E.N. Tarasov. // *Physica B*. 1993. № 183. P. 379–384.
2. Kazakov A.A., Kudrevatykh N.V., Markin P.E. // *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. 1995. V. 46. P. 208–210.
3. Wang J.L., Garcia-Landa B., Marquina C., Ibarra M.R. // *Physical review*. 2003. B 67. P. 14417.

Е.М. Мухина

## ТВЁРДОКОНТАКТНЫЙ ИОНОСЕЛЕКТИВНЫЙ ЭЛЕКТРОД С ДВУХСЛОЙНОЙ МЕМБРАНОЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕТРАЦИКЛИНА

Руководитель М.А. Феофанова

Тверской государственный университет  
Кафедра неорганической и аналитической химии

Тетрациклин является антибиотиком широкого спектра действия и применяется при лечении различных заболеваний. Поэтому аналитический контроль этого антибиотика имеет важное значение. В литературе описаны мембраны ионоселективных электродов (ИСЭ) для определения иона тетрациклина, однако этим электродам свойственны недостатки, которые обусловлены использованием внутреннего раствора сравнения. Известно, что использование электропроводных полимеров позволяет отказаться от использования этого раствора. Поэтому целью настоящей работы было создание твёрдоконтактного ИСЭ для определения иона тетрациклина.

Для стабилизации потенциала на границе «металлический проводник – ионоселективная мембрана» мы использовали электропроводный полимер – полианилин (ПАНи). Для этого мы изготовили промежуточную мембрану, содержащую 25 % ПАНи, 25 % ДБФ, остальное – ПВХ. ПАНи мы синтезировали методом химического окисления в кислой среде.

Таким образом, вся конструкция ИСЭ представляла собой слоистую структуру. Внешний слой – ионоселективная мембрана, изготовленная по традиционной методике, где в качестве электродактивного ЭАВ мы использовали ионный ассоциат антибиотика с фосфоромолибденовой кислотой; далее мембрана с ПАНи, а в качестве токоотвода – графитовая подложка.

Испытания изготовленного ИСЭ показали, что он имеют прямолинейную электродную функцию в интервале рС 1,5–4,5, рабочий диапазон рН составил 3–6 единиц рН. На отклик данного электрода практически не влияет избыток солей натрия, калия и кальция. Время отклика составляет не более 45 с. При измерениях величина потенциала имела стабильное значение. Время жизни электрода составляет более двух месяцев, при этом электрод хранился на воздухе.

Использование данного ИСЭ для определения содержания тетрациклина в готовой лекарственной форме «ТЕТРАЦИКЛИН» (ОАО «Биосинтез») показало его высокую надёжность. Вероятно, использование промежуточной мембраны с ПАНи между токоотводом и ионоселективной мембраной позволяет значительно стабилизировать потенциал электрода и улучшить его основные метрологические характеристики.

Е.Н. Мясникова

рН-МЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОЛИЗА КАТИОНОВ  
АЛЮМИНИЯ, ГАЛЛИЯ И ИНДИЯ

Руководитель В.Г. Алексеев

Тверской государственной университет  
Кафедра неорганической и аналитической химии

Трёхвалентные катионы алюминия, галлия и индия проявляют себя как хорошие комплексообразователи, для них характерно образование высокоустойчивых комплексов с моно- и полидентатными лигандами, содержащими донорные атомы кислорода. Исследование комплексов с Al (III), Ga (III) и In (III) важно для характеристики лигандных свойств органических молекул и ионов, в частности аминокислот, оксикислот и химически родственных им соединений. Известно, что  $Al^{3+}$ ,  $Ga^{3+}$  и  $In^{3+}$  гидролизуются уже в кислой среде, поэтому для корректного изучения процессов комплексообразования с участием этих катионов необходимо учитывать процессы гидролиза и вводить в расчёт соответствующие константы образования гидроксикомплексов и гидроксидов. В то же время литературные данные об этих константах существенно различаются.

В данной работе проведено рН-метрическое исследование образования гидроксикомплексов Al (III), Ga (III) и In (III) в условиях, типичных для исследования процессов комплексообразования. Растворы нитратов Al (III), Ga (III) и In (III) концентрацией  $5 \cdot 10^{-4}$  моль/л на фоне 0,1 моль/л  $KNO_3$ , содержащие  $10^{-3}$  моль/л  $HNO_3$ , во избежание преждевременного гидролиза катионов титровали 0,035 моль/л раствором NaOH. В области рН 4–5 наблюдалось образование бесцветных коллоидных растворов гидроксидов, а на кривых титрования – появление буферной области. Математическая обработка рН-метрических данных была проведена с использованием специализированной программы расчёта химических равновесий New DALSFЕК (КСМ Soft, 2000 г.). Получены следующие значения констант образования комплексов:  $\lg \beta (Al(OH)) = 9,09 \pm 0,05$ ,  $\lg \beta (Al(OH)_2) = 12,58 \pm 0,05$ ,  $\lg \beta (Al(OH)_3) = 26,84 \pm 0,05$ ,  $\lg \beta (Ga(OH)) = 10,96 \pm 0,06$ ,  $\lg \beta (Ga(OH)_2) = 16,07 \pm 0,06$ ,  $\lg \beta (Ga(OH)_3) = 31,52 \pm 0,06$ ,  $\lg \beta (In(OH)) = 10,08 \pm 0,03$ ,  $\lg \beta (In(OH)_2) = 19,03 \pm 0,03$ ,  $\lg \beta (In(OH)_3) = 29,31 \pm 0,03$ .



А.В. Немкин, А.А. Боровиков

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ И СОЗДАНИЕ  
ПИЛОТНОЙ УСТАНОВКИ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ  
ПОЛИКОНДЕНСАЦИИ С РЕАКТОРОМ-ФИБРИДАТОРОМ  $d=16$  мм

Руководители: В.А. Никифоров, П.Ю. Челноков

Тверской государственный технический университет  
Кафедра технологии полимерных материалов

Газожидкостная поликонденсация – необратимый гетерофазный гетерогенный процесс синтеза гетероцепных полимеров методом гетерополиконденсации, при котором один из мономеров вводят в реакционную зону в парогазовом агрегатном состоянии.

Экспериментальными исследованиями установлена принципиальная возможность и изучены закономерности получения фибридов непосредственно в процессе синтеза полимеров способом газожидкостной поликонденсации. Совмещённый процесс синтеза полиамидов и формования фибридов протекает непосредственно в реакционной камере реактора-фибридатора. Процесс осуществляется на границе раздела жидкость–газ со стороны жидкой фазы на некоторой её глубине, определяемой гидродинамическими и температурными условиями реакционной зоны, а также физико-химическими свойствами ацилируемых и ацилирующих мономеров.

В процессе научно-исследовательской работы разработана технологическая схема и проведена реконструкция пилотной установки газожидкостной поликонденсации с реактором-фибридатором  $d = 16$  мм, обеспечивающая проведение эксперимента при низком температурном режиме.

Проведён анализ возможности перевода, пилотной установки в более низкий температурный режим.

В реакторе  $d = 16$  мм исследовались зависимости свойств фибридов от расходов хлорангидрида и диамина, температуры газовой фазы и давления в реакционной зоне при неизменных соотношениях расход диамина : расход хлорангидрида и скорости газовой фазы.

Проведены эксперименты с последовательным изменением температуры газовой фазы от 200 до 240 °С при неизменной концентрации хлорангидрида в газовой фазе. Изучены влияние на качество получаемых фибридов и их выход от концентрации хлорангидрида.

А.В. Нигоматулин

## ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ И ПИРОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ОТКЛИКИ В ТОНКИХ ПЛЁНКАХ ЦТС

Руководитель О.Н. Сергеева

Тверской государственной университет  
Кафедра физики сегнето- и пьезоэлектриков  
МОУ Гимназия № 10

Одним из важнейших свойств тонких сегнетоэлектрических плёнок является их отклик на внешнее воздействие. В частности, в качестве такого воздействия могут выступать как электрическое поле, так и изменение температуры. В работе изучались диэлектрические и пироэлектрические свойства естественно-униполярных плёнок ЦТС, сформированных на кремниевые подложки в различных технологических условиях. Плёнки представляли собой матрицы конденсаторных структур с толщиной сегнетоэлектрического слоя 0,5 мкм. В качестве электродов использовалась платина с диаметром верхних электродов ~ 300 мкм. В работе получены распределения по поверхности плёнок ЦТС величин диэлектрической проницаемости и соответствующие им значения пироэлектрических откликов. Показано, что для плёнок, сформированных при повторном отжиге, это распределение неоднородно (рис. 1), а величины пирооткликов линейно зависят от значений диэлектрической проницаемости, как показано на рис. 2.

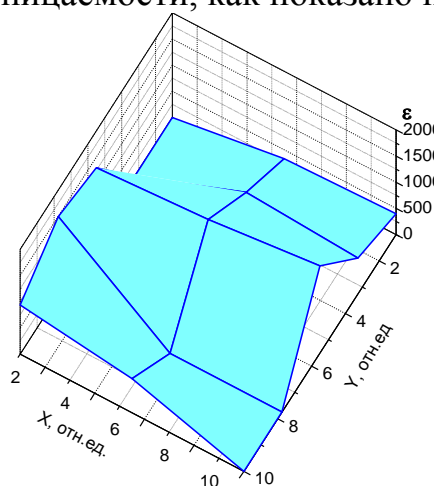


Рис. 1. Распределение величины диэлектрической проницаемости по поверхности плёнки ЦТС

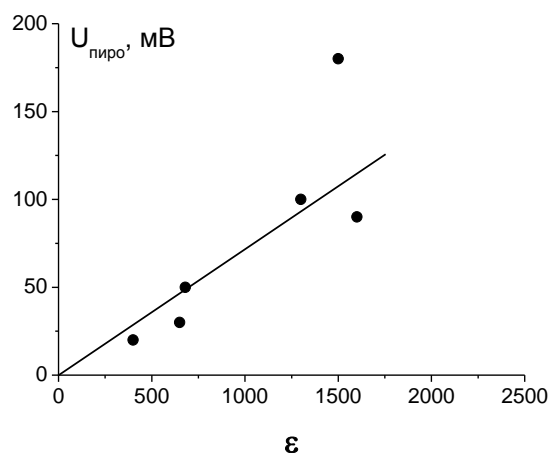


Рис. 2. Зависимость пироотклика от величины диэлектрической проницаемости для плёнки ЦТС

Можно предположить, что при повторной кристаллизации в плёнках ЦТС реализуются условия для возникновения в некоторых её областях миграционной поляризации, изменение которой с температурой вносит дополнительный вклад в величину фиксируемого пироэлектрического отклика.

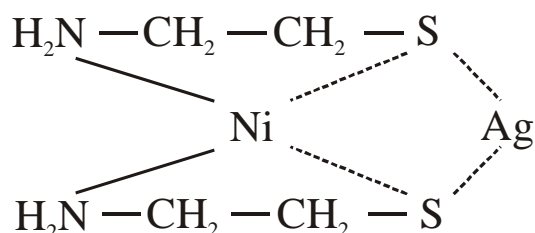
Д.Ю. Нилов, Е.В. Журавлев, В.В. Гребешков

МЕРКАПТОАМИНАТЫ НИКЕЛЯ (II) С МЕТАЛЛАМИ:  
ПЕРЕЧИСЛЕНИЕ ИЗОМЕРОВ ЗАМЕЩЕНИЯ

Руководители: Ю.Г. Папулов, В.М. Смоляков

Тверской государственный университет  
Кафедра физической химии

На примере аминотиола обсуждаются комплексы насыщения лигандов, причины и условия их существования, а также изомеры замещения по С-С – связям комплекса меркаптоамината никеля (II) с серебром (MHC). Установлена формула симметрии  $Z$  для определения числа структурных изомеров замещения и распределения изомеров по семействам.  $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{SH}$  практически не образует комплексов с серебром (I), но после первичной координации с никелем (II) такая возможность появляется и образуется очень прочный комплекс за счет участия свободных электронных пар серы в координированном меркаптоэтиламине:



Насыщение лиганда в этом случае может происходить только акцепторами (частицами, обладающими свободными орбиталями). По природе связи сверхкомплексы насыщения лиганда не отличаются от обычных комплексов, поэтому их устойчивость значительно выше, чем внешнесферных (например,  $\{[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} \cdot \text{Cl}^-\}$ ) комплексов. Комплексы меркаптоаминатов никеля (II) с металлами имеют константы устойчивости 103 – 109. Формула симметрии для определения числа структурных изомеров замещения по С-С – связям МНС имеет вид

$$Z^{\text{Граф}}(\text{MHC}) = 1/32(f_1^8 + 4f_1^6f_2^1 + 6f_1^4f_2^2 + 4f_1^2f_2^3 + 5f_2^4 + 8f_2^2f_4^1 + 4f_4^2).$$

Замещенные МНС распадаются на 22 семейства:  $h^8$ ,  $h^7x$ ,  $h^6x^2$ ,  $h^6xy$ ,  $h^5x^3$ ,  $h^5x^2y$ ,  $h^5xyz$ ,  $h^4x^4$ ,  $h^4x^3y$ ,  $h^4x^2y^2$ ,  $h^4x^2yz$ ,  $h^4xyzu$ ,  $h^3x^3y^2$ ,  $h^3x^3yz$ ,  $h^3x^2y^2z$ ,  $h^3x^2yuz$ ,  $h^3xyzuv$ ,  $h^2x^2y^2z^2$ ,  $h^2x^2y^2zu$ ,  $h^2x^2yzv$ ,  $h^2xyzvw$ ,  $hxyzvwf$ . Они содержат соответственно 1, 2, 6, 8, 8, 18, 30, 11, 26, 38, 60, 102, 44, 74, 102, 174, 300, 144, 240, 414, 720, 1260 изомеров. Так, для X-замещенных структурных изомеров комплекса меркаптоамината никеля (II) с Ag получим ряд  $\Phi' = h^8 + 2h^7x + 6h^6x^2 + 8h^5x^3 + 11h^4x^4 + 8h^3x^5 + 6h^2x^6 + 2hx^7 + x^8$ .

В.В. Новикова

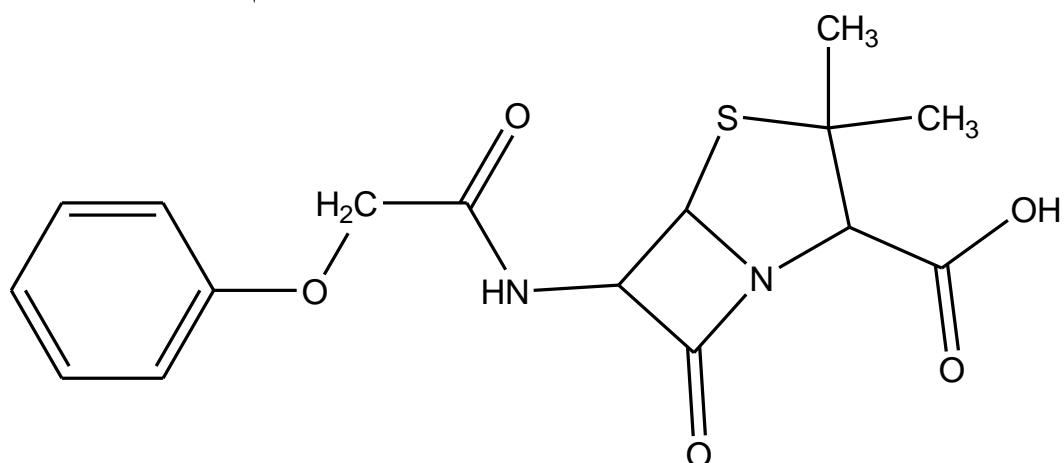
КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ ФЕНОКСИМЕТИЛПЕНИЦИЛЛИНА  
С ИОНАМИ МЕДИ (II), ЦИНКА (II) И АЛЮМИНИЯ (III)

Руководитель С.В. Лапшин

Средняя общеобразовательная школа № 53, г. Тверь

Постоянно возрастающее число применяемых в медицине антибиотиков делает актуальным изучение их взаимодействия с катионами металлов, прежде всего присутствующих в биологических системах. Анализ научной литературы показывает, что антибиотики могут образовывать с катионами металлов комплексные соединения, в результате чего изменяются химические свойства антибиотиков и их биологическая активность.

В данной работе поставлена задача исследовать взаимодействие трёх биологически активных ионов (меди (II), цинка (II) и алюминия (III)) с широко распространённым  $\beta$ -лактамым антибиотиком – феноксиметилпенициллином:



Молекула феноксиметилпенициллина имеет несколько электронодонорных групп ( $R-COOH$ ,  $R-S-R$ ), способных к образованию донорно-акцепторных связей с протонами и катионами металлов. Ранее проведённые исследования показали, что кислотно-основные свойства феноксиметилпенициллина подобны свойствам слабых монокарбоновых кислот.

Было проведено рН-метрическое титрование феноксиметилпенициллина в присутствии нитратов меди (II), цинка (II) и алюминия (III) гидроксидом натрия на фоне 0,1 М раствора  $KNO_3$ . Математическая обработка результатов титрования была проведена с помощью универсальной программы New DALSFEK. Были сделаны выводы о составе и устойчивости изученных комплексных соединений.

А.А. Петрова

## МИНИАТЮРНЫЙ ТВЁРДОТЕЛЬНЫЙ рН-СЕНСОР

Руководитель С.С. Рясенский

Тверской государственный университет  
Кафедра неорганической и аналитической химии

Во многих технологических растворах, биологических объектах необходим контроль величины рН. Обычно в качестве сенсора для подобных измерений используется стеклянный электрод. Несмотря на то что этот электрод обладает рядом достоинств, ему также присущи и недостатки: хрупкость конструкции, иногда значительное время отклика, невозможность микроминиатюризации, недостаточная селективность по отношению к щелочным металлам.

Целью настоящей работы было создание миниатюрного твёрдотельного рН-сенсора на основе ЭПП.

Изготовленные нами рН-сенсоры представляли собой плёнку ЭПП – полианилина и политолуидина, которые были нанесены на платиновую подложку площадью около 1 мм<sup>2</sup>. Процесс нанесения плёнки ЭПП осуществляется в процессе электрохимического синтеза соответствующего полимера. Электрохимический синтез осуществлялся в режиме циклической вольтамперометрии в подкисленном растворе мономера при скорости циклирования 50 мВ/сек в интервале потенциалов –0,2 В—+0,8 В.

В процессе циклирования наблюдалось постепенное увеличение высоты катодных и анодных пиков, что свидетельствовало о росте плёнки полимеров. Процесс заканчивали через 7–10 циклов при значении  $E = 0,4$  В относительно Ag/AgCl электрода. При этом методом оптической микроскопии была зафиксирована ровная плёнка полианилина / политолуидина зелёного цвета.

Таким образом, плёнка ЭПП в сочетании с Pt подложкой использовалось в качестве рН-сенсоров. При этом было обнаружено, что электродная функция остается линейной в интервале рН 1,68–9,18. При этом крутизна электродной функции при 25 °С составляет –0,0591 В/рН для сенсоров, что соответствует уравнению Нернста. Время отклика как в кислых, так и в щелочных растворах составляет менее 3 с. На отклик изготовленных нами рН-сенсоров практически не влияет присутствие в растворах даже большого избытка солей щелочных металлов.

Несмотря на то что сенсоры на основе полианилина и политолуидина показали практически одинаковые метрологические характеристики, адгезия политолуидина на поверхности Pt подложки выше, чем полианилина.

П.А. Петрочков

## МОДЕЛИРОВАНИЕ БИНАРНЫХ СИСТЕМ УГЛЕВОДОРОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УРАВНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ SAFT

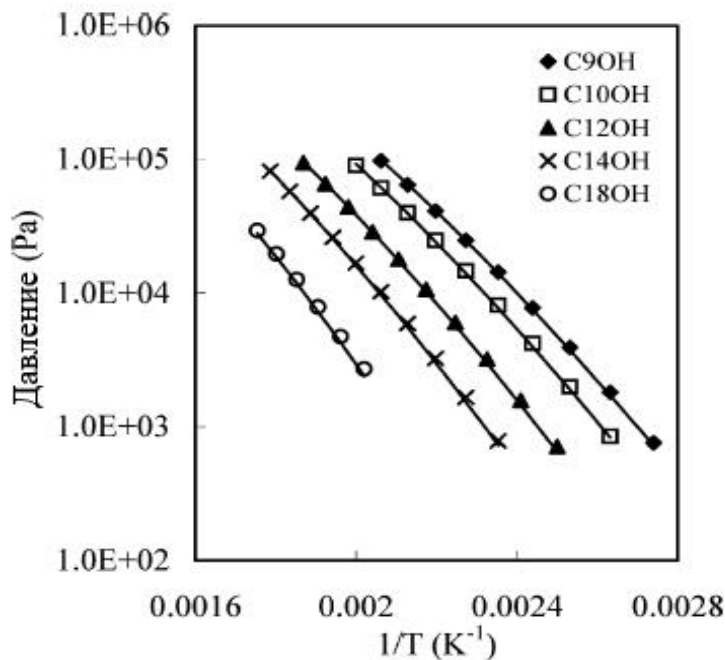
Руководитель Е.Ф. Новиков

Тверской государственный университет  
Кафедра общей физики

Главная задача состоит в том, чтобы представить модель фазового равновесия (газ–жидкость) термодинамических углеводородных систем. Окончательный итог данной работы состоит в том, чтобы создать метод для надёжной оценки термодинамических свойств химических систем на основе их молекулярной структуры при помощи уравнения.

В подходе SAFT молекула представлена как цепь из сферических диполей, которые могут взаимодействовать через дисперсионные и ассоциативные связи.

Как вариант уравнения SAFT также существует метод PC-SAFT, который является модернизацией SAFT. Данный метод исследовался для широкого ряда параметров систем, включая параметр  $m$ , отвечающий за длину цепочки, а так же термодинамическую температуру  $T$  и давление  $p$ . Этот подход базируется на термодинамической волновой теории первого порядка.



Предсказанные и экспериментальные  
давления пара тяжёлых 1-алканолов

Данная модель сочетает в себе два важных качества: она качественно предсказывает поведение систем, а также даёт необходимые данные, которые совпадают с экспериментальными.

Т.П. Петушкова

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВЫСШИХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ (*MYRIOPHYLLUM SPICATUM L.*) МЕТОДОМ ФУРЬЕ-ИК СПЕКТРОСКОПИИ

Руководители: С.М. Дементьева, П.М. Пахомов, С.Д. Хижняк  
Тверской государственный университет  
Кафедра экологии

Водные растения получают элементы минерального питания преимущественно из воды, поэтому интенсивность накопления в них того или иного вещества зависит в первую очередь от его содержания в воде, а также от pH среды. Это позволяет использовать высшие водные растения для оценки экологического состояния водных объектов, определения трофических свойств воды и особенностей химических процессов, происходящих в данном водоёме. Многие виды водных растений обладают широким географическим и экологическим ареалами и таким образом могут являться индикаторами экологического состояния водных объектов.

Цель работы – оценить экологическое состояние разных водных объектов, анализируя с помощью метода Фурье-ИК спектроскопии химический состав *Myriophyllum spicatum L.* Объектом исследования явилась водное растение уруть колосистая (*Myriophyllum spicatum L.*), собранная на территории г. Твери и Тверской области в летний период 2007–2008 гг. из семи водных объектов: оз. Белое (Осташковский р-он), оз. Устьим и оз. Наволок (Удомельский р-он), карьер (д. Чуприяново), р. Волга (район порта), р. Лазурь (около автостоянки), р. Тьмака (в центре города). Спектры образцов, приготовленных в виде таблеток с бромидом калия (KBr), были записаны на Фурье-ИК спектрометре «Equinox55» фирмы «Bruker» в диапазоне 4000–400 см<sup>-1</sup>.

В результате исследования было обнаружено, что в спектрах растений, собранных недалеко от источника загрязнения с повышенным содержанием автомобильного и машинного топлива (автостоянка, порт), наблюдаются значительные изменения в области: 2519 ( $\nu_{SH}$ ), 1795 ( $\nu_{C=O}$ ), 875 ( $\delta_{CH}$ ), 797 ( $\delta_{CH}$ ), 712 ( $\nu_{CSC}$ ). В спектрах растений, собранных из озёр, отмечаются изменения, имеющие общий характер, но различающиеся по интенсивности, что может быть связано с чистотой самих водоёмов. Спектры растений из карьера занимают промежуточное положение по количеству различий между первой и второй группой водных объектов (имеются в виду автостоянка, порт и озёра).

Таким образом, сравнительный анализ водных растений с помощью метода Фурье-ИК спектроскопии показал, что их химический состав не только изменяется под влиянием антропогенного загрязнения, но и зависит от гидрологических особенностей водных объектов.

А.В. Питык, И.В. Заонегина

## ИУЧЕНИЕ рН-СЕНСОРНЫХ СВОЙСТВ ПОЛИАНИЛИНА

Руководитель С.С. Рясенский

Тверской государственный университет  
Кафедра неорганической и аналитической химии

Известно, что на процесс полимеризации полианилина в значительной степени влияет природа используемой кислоты. При этом происходят изменения как в морфологии плёнки полианилина, так и в его физико-химических свойствах. Поэтому целью работы было проследить влияние серной, соляной и монохлоруксусной кислот на рН-сенсорные свойства образующейся полианилиновой плёнки.

Синтез полианилиновой плёнки осуществлялся на платиновой подложке в режиме циклической вольтамперометрии (ЦВА). Скорость циклирования потенциала составляет 100 мВ/с. Интервал циклирования от  $-0,2$  до  $0,8$  В относительно хлорсеребряного электрода. В качестве измеряемого параметра использовали скорость роста полианилиновой пленки, который оценивали по увеличению токов анодных пиков. Варьируемым параметром при синтезе была концентрация используемой кислоты. При этом оказалось, что в случае соляной кислоты наблюдалась максимальная скорость при концентрации 2,5 М. В случае серной кислоты наблюдалось монотонное возрастание скорости роста плёнки в интервале 0,25–5 М. А при концентрации ниже 0,25 М электрополимеризация не наблюдалась. Для монохлоруксусной кислоты характерна значительно меньшая скорость полимеризации по сравнению с используемыми минеральными кислотами. С увеличением концентрации монохлоруксусной кислоты скорость полимеризации возрастала, однако при концентрации кислоты ниже, чем 2,5 М полимеризация не наблюдалась. Сравнение полученных плёнок под микроскопом свидетельствует о том, что наиболее плотные плёнки наблюдались при использовании монохлоруксусной кислоты. Адгезия полученных плёнок к платиновой подложке была наилучшей при использовании монохлоруксусной кислоты, наихудшей – с серной кислотой. Изучение рН-сенсорных свойств показало, что все полученные плёнки обладают рН-сенсорными свойствами. Причём наибольшая крутизна электродной функции наблюдалась при использовании соляной и серной кислот, наименьшая – монохлоруксусной. Рабочий диапазон рН всех сенсоров 1,68–9,18. Коэффициент корреляции для минеральных кислот составляет 0,987, а для монохлоруксусной – 0,999. Время жизни сенсоров, полученных при использовании монохлоруксусной кислоты, значительно выше, чем в соляной и серной кислотах.

Проведённые исследования показали, что применение монохлоруксусной кислоты при полимеризации позволяет получить более надёжные рН-сенсоры.



А.В. Прокофьева

## ГИДРОКСОКОМПЛЕКСЫ ЕВРОПИЯ, ГОЛЬМИЯ, ЭРБИЯ И ТУЛИЯ

Руководитель В.Г. Алексеев

Тверской государственный университет  
Кафедра неорганической и аналитической химии

В последние годы отмечается рост интереса к изучению комплексных соединений лантаноидов с биолигандами, такими, как полисахариды, пептиды, антибиотики. Это обусловлено, с одной стороны, созданием новых высокочувствительных методов анализа биологических объектов, основанных на люминесцентных свойствах лантаноидных комплексов, а с другой стороны, перспективами применения таких комплексов в качестве лекарственных препаратов. Однако исследование комплексообразования с участием катионов  $\text{Ln}^{3+}$  требует учёта их возможного гидролиза в нейтральной и слабощелочной среде с образованием гидроксокомплексов и гидроксидов. Литературные данные о константах устойчивости гидроксокомплексов  $\text{Ln}(\text{III})$  немногочисленны и в ряде случаев противоречивы.

В данной работе проведено рН-метрическое исследование образования гидроксокомплексов  $\text{Eu}(\text{III})$ ,  $\text{Ho}(\text{III})$ ,  $\text{Er}(\text{III})$  и  $\text{Tm}(\text{III})$  в условиях, типичных для исследования процессов комплексообразования. Растворы нитратов  $\text{Ln}(\text{III})$  концентрацией  $5 \cdot 10^{-4}$  моль/л на фоне 0,1 моль/л  $\text{KNO}_3$  титровали 0,035 моль/л раствором  $\text{NaOH}$  при 25 °С. В области рН 7-8 наблюдалось образование коллоидных растворов гидроксидов, а на кривых титрования – появление соответствующей буферной области. Математическая обработка рН-метрических данных была проведена с использованием специализированной программы расчёта химических равновесий New DALSFEK (КСМ Soft, 2000 г.). Полученные значения констант устойчивости гидроксокомплексов приведены в таблице. Построенные с учётом этих значений диаграммы распределения форм  $\text{Ln}(\text{III})$  в исследованных системах показывают, что концентрация формы  $\text{Ln}(\text{OH})_2^+$  незначительна.

М	$\lg \beta (\text{M}(\text{OH}))$	$\lg \beta (\text{M}(\text{OH})_2)$	$\lg \beta (\text{M}(\text{OH})_3)$
$\text{Eu}^{3+}$	$6,19 \pm 0,05$	$10,20 \pm 0,09$	$17,20 \pm 0,07$
$\text{Ho}^{3+}$	$6,89 \pm 0,02$	$11,64 \pm 0,09$	$18,74 \pm 0,03$
$\text{Er}^{3+}$	$6,17 \pm 0,02$	$11,41 \pm 0,09$	$18,15 \pm 0,02$
$\text{Tm}^{3+}$	$5,85 \pm 0,07$	$12,16 \pm 0,09$	$18,58 \pm 0,03$

Н.А. Пугачёв, А.Б. Залетов

## ПРАФАЗА ДЛЯ ТЕЛЛУРИДА ГЕРМАНИЯ

Руководитель Ю.М. Смирнов

Тверской государственный университет  
Кафедра прикладной физики

TeGe имеет федоровскую группу симметрии  $R3m$  и, следовательно, относится к ферроэлектрикам. По концепции, изложенной в работе [1], в этом случае можно ожидать наличие прафазы. Рассмотрим эту возможность. По О.В. Ковалёву [2], «лестница» фазовых переходов в рассматриваемом случае может быть следующей:  $\frac{6}{mmm} \rightarrow \bar{6}m2 \rightarrow 6mm \rightarrow 3m$ .

При скалярных воздействиях (например,  $T$  или  $P$ ) достаточно сравнить неприводимые представления фазы с более высокой симметрией и ферроэлектрической фазы. Для группы  $6mm$   $h=12$  получены 4 одномерных и 2 двумерных неприводимых представления. Для группы  $3m$   $h=6$  получены 2 одномерных и 1 двумерное представления.

Рассмотрим возможность перехода:

$$a_1(A_1 - A_1) = \frac{1}{6} \{1 \cdot 1 \cdot 1 + 2 \cdot 1 \cdot 1 + 3 \cdot 1 \cdot 1\} > 0 -$$

переход возможен,

$$a_2(A_2 - A_2) = \frac{1}{6} \{1 \cdot 1 \cdot 1 + 2 \cdot 1 \cdot 1 + 3 \cdot 1 \cdot (-1)\} = 0 -$$

переход невозможен,

$$e_1(E_1 - E_1) = \frac{1}{6} \{1 \cdot 1 \cdot 2 + 1 \cdot (-1) \cdot (-1) + 3 \cdot 0 \cdot 0\} > 0 -$$

переход возможен.

Остальные переходы не рассматривались.

В результате показано, что прафазой для TeGe может быть фаза с группой  $6mm$  и в двух из трёх рассмотренных случаях фазовый переход второго рода возможен даже при наличии скалярного возмущения.

Неприводимые представления и правила отбора позволяют качественное определение возможностей фазовых переходов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Изюмов Ю.А., Сыромятников В.Н. Фазовые переходы и симметрия кристаллов. М., 1984.
2. Ковалев О.В. Неприводимые и индуцированные представления и не представленные федоровских групп. М., 1986.

М.С. Разумов

## ПЛАСТИЧЕСКОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ГАЗОЛАЗЕРНОЙ РЕЗКОЙ

Руководитель Н.С. Зубков

Тверской государственный технический университет  
Кафедра технологии металлов и материаловедения

При снятии припусков на рабочих поверхностях наплавленных заготовок пуансонов и матриц разделительных штампов с помощью газолазерной резки происходит закалка стали от кромки реза на глубину до 300...400 мкм. При этом в поверхностном слое возникает зона оплавления, которая может иметь пониженную твёрдость и повышенное содержание остаточного аустенита, что приводит к ухудшению эксплуатационных свойств и снижению сопротивляемости нагрузкам при резании. В этой связи заготовку обычно подвергают механическому шлифованию, что, в свою очередь, ведёт к уменьшению толщины закалённого слоя. Более эффективным способом окончательной обработки инструментальных сталей является поверхностная пластическая деформация (ППД).

Цель данной работы – изучение свойств металла в зоне лазерного влияния после ППД.

Заготовку из среднеуглеродистой низколегированной стали 30ХГСА с наплавленными валиками быстрорежущей стали Р2М8 разрезали на лазерном комплексе «Bysprint» фирмы «Bystronic» с режимами, обеспечившими достаточно высокое качество оплавленной поверхности (6–7 класс шероховатости) и отсутствие горячих и холодных трещин в металле ЗЛВ. Полученные образцы поверхности лазерного реза подвергались ППД.

Микроструктуру упрочнённого слоя исследовали по торцевым сечениям образцов на оптическом металлографическом микроскопе МИМ-8. Упрочнение и глубину закалённого слоя оценивали по микротвёрдости наплавленного металла в ЗЛВ на ПМТ-3 согласно ГОСТ 2999-75. Анализ шероховатости производили при помощи портативного измерителя шероховатости TR200.

ППД поверхности лазерного реза позволила получить качественно новую поверхность с неровностями специфической формы, которую нельзя получить при лезвийной и абразивной обработке. Шероховатость поверхности в результате ППД достигла 12-го класса шероховатости. ППД привела к структурно-фазовым изменениям в поверхностном слое металла и приросту микротвёрдости.

В.С. Савельева  
ГИДРОГЕЛЬ НА ОСНОВЕ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ  
КАК МАТРИЦА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОМЕДИЦИНСКИХ  
ПРЕПАРАТОВ

Руководители: П.М. Пахомов, С.Д. Хижняк  
Тверской государственный университет  
Кафедра физической химии

Сравнительно недавно нами была обнаружена новая гелеобразующая система на основе водных растворов аминокислоты L-цистеина и нитрата серебра. Поскольку данная система представляет собой низкоконцентрированный гидрогель на основе биологически активных веществ, целью данной работы является выяснение антибактериального действия цистеин-серебряного водного раствора и гидрогеля на широко распространённую патогенную микрофлору для получения и создания новых лекарственных препаратов или для получения антисептической матрицы для включения уже известных лекарственных средств.

Для определения антимикробного действия были выбраны следующие образцы: образец № 1 – водный раствор L-цистеина с концентрацией  $C_{Cys}=3$  mM; образец № 2 – цистеин-серебряный водный раствор с концентрацией  $C_{Cys}=3$ ,  $C_{AgNO_3}=3,75$  mM; образец № 3 – гидрогель на основе водных растворов цистеина и нитрата серебра, инициатор гелеобразования  $Na_2SO_4$ ,  $C_{Cys}=3$ ,  $C_{AgNO_3}=3,75$ ,  $C_{Na_2SO_4}=0,4$  mM). При проведении эксперимента готовили следующие разведения образцов 1:10, 1:20, 1:50, 1:100, 1:200 и 1:500, используя фосфатный буферный раствор.

Основой данного эксперимента явилось наличие или отсутствие роста тест-штаммов бактерий и грибов на средах, в которые вносили различные разведения исследуемого образца. Отсутствие роста тест-микроорганизма на среде с препаратом свидетельствовало, что исследуемый препарат в данном разведении оказывает антимикробное действие на определённый тест-микроорганизм. Таким образом, в результате проведённого эксперимента становится очевидным, что в отдельности каждый компонент исследуемой системы обладает значительно меньшими антибактериальными возможностями, чем гель на основе предложенных веществ. Это объясняется тем, что гидрогель представляет собой самоорганизованную супрамолекулярную сетку, которая затрудняет или полностью блокирует транспорт биоферментов к бактериям, в результате чего прекращается их жизнедеятельность.

В настоящее время начата работа по изучению влияния поливинилового спирта (ПВС), поливинилпирролидона и липосом на структуру и свойства гидрогеля, т.к. ПВС хорошо сочетается с аминокислотами, при этом улучшая доставку веществ к сердцу и скелетной мускулатуре, тем самым минимизируя отторжение имплантированных материалов.

*Работа выполнена в рамках гранта ФЦП «Развитие потенциала высшей школы» № 2.1.1/6867.*

И.П. Санников

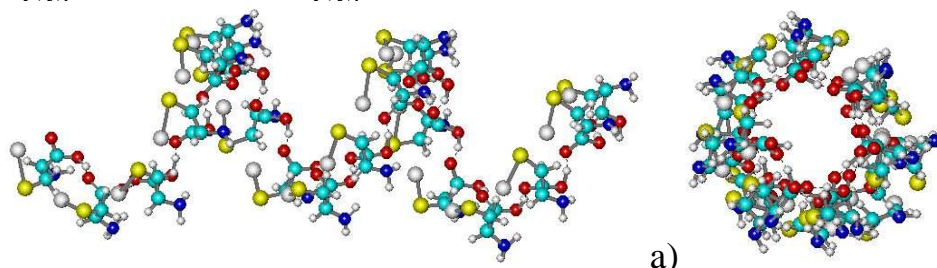
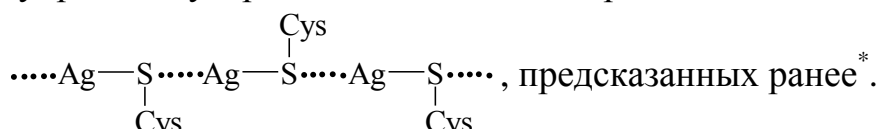
## ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕПНЫХ АГРЕГАТОВ ИЗ МОЛЕКУЛ МЕРКАПТИДА СЕРЕБРА

Руководители: П.В. Комаров, П.М. Пахомов

Тверской государственной университет

Кафедра физической химии

Целью работы является рассмотрение возможных механизмов структурообразования в водном растворе цистеина и нитрата серебра. Данная система представляет большой практический интерес, поскольку в ней формируется тиксотропный физический гель даже при относительно низких концентрациях цистеина (0,01 %) \*. Все расчёты были выполнены на базе полуэмпирического квантово-механического метода ZINDO/1. Непосредственно нами изучалась возможность формирования супрамолекулярных полимерных цепочек вида



Пример суперполимерной цепочки из 20 молекул меркаптида серебра (МС)

Нами исследована стабильность цепочек как функция числа молекул МС  $N$  при различных взаимных ориентациях молекул. Отдельно изучено влияние водного окружения на устойчивость супрамолекулярных агрегатов. В ходе расчётов обнаружено, что при определённых взаимных ориентациях молекул МС они могут формировать линейные цепочки  $[\text{Ag}-\text{S}-\text{Cys}]_n$  за счёт нековалентных связей. Причиной стабилизации данных агрегатов являются водородные связи между карбонильными и гидроксильными группами. Кроме того, между молекулами формируются серные мостики за счёт взаимодействия атомов серы и серебра. Именно они приводят к формированию спиралевидной структуры агрегата. Однако энергия межмолекулярного взаимодействия является недостаточно большой (~20 ккал/моль), что является главной причиной формирования в растворах цистеина и нитрата серебра обратимого физического геля, распадающегося при малых механических воздействиях.

На рисунке показана визуализация в двух проекциях относительно оси симметрии супрамолекулярной полимерной цепочки, состоящей из 20 молекул меркаптида серебра. Предполагается исследование возможных причин формирования пространственной сетки из выявленных агрегатов.

*Работа выполнена в рамках гранта ФЦП «Развитие потенциала высшей школы» № 2.1.1/6867.*

\* Овчинников М.М., Хижняк С.Д., Лавриненко М.В., Малахаев И.Б., Пахомов П.М. // Журнал физической химии. 2005. Т. 79. С. 51–53.

А.Н. Семёнов

СМЕШАННОЛИГАНДНОЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ ИОНОВ  
КАЛЬЦИЯ И МАГНИЯ С ГЕПАРИНОМ И ГЛИЦИНОМРуководители: М.А. Феофанова<sup>1</sup>, Л.С. Николаева<sup>2</sup><sup>1</sup>Тверской государственный университет

Кафедра неорганической и аналитической химии

<sup>2</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Лаборатория химической термодинамики

Методом математического моделирования химических равновесий по экспериментальным данным рН-метрического титрования изучены химические равновесия в водных растворах, содержащих высокомолекулярный гепарин ( $\text{Na}_4\text{hep}$ ) и аминокислоту – глицин ( $\text{HGly}$ ), а также в растворах состава  $\text{MCl}_2\text{-Na}_4\text{hep-HGly-H}_2\text{O-NaCl}$  (М:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) на фоне 0,15 М  $\text{NaCl}$  при температуре 37 °С.

Модель равновесий системы  $\text{Na}_4\text{hep-HGly-H}_2\text{O-NaCl}$ , рассчитанная по данным рН-метрического титрования растворов в интервале  $2,30 \leq \text{pH} \leq 10,50$  при различных соотношениях исходных концентраций гепарина и глицина (4 кривые титрования, 421 измерение), идентифицировала в физиологическом интервале  $\text{pH } 6,80 \leq \text{pH} \leq 7,40$  доминирующую форму состава  $\text{H}_3\text{HepGly}_3^{4-}$ . Стехиометрия подтверждена УФ спектрами поглощения растворов гепарина и глицина с различными мольными соотношениями между компонентами на фоне 0,15 М хлорида натрия.

Результаты моделирования равновесий в пятикомпонентных системах состава  $\text{MCl}_2\text{-Na}_4\text{hep-HGly-H}_2\text{O-NaCl}$  (М:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) показали, что ионы  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  образуют устойчивые протонированные смешаннолигандные комплексы с гепарином и глицином состава  $\text{MH}_3\text{hepGly}_3^{2-}$ . Константы образования смешаннолигандных комплексов на порядок превосходят константы образования одноптипных форм кальция и магния с гепарином. В интервале  $\text{pH}$  стабильности плазмы крови  $6,80 \leq \text{pH} \leq 7,40$  содержание ионов кальция снижается в зависимости от соотношений исходных концентраций компонентов  $\text{Na}_4\text{hep}$ ,  $\text{HGly}$  и  $\text{CaCl}_2$ . При соотношениях 1:3:1 оно уменьшается в 5,7 раза за счёт образования доминирующего комплекса  $\text{CaH}_3\text{hepGly}_3$ , а при эквимольных концентрациях 1:1:1 – уменьшается в 3,5 раза, концентрация комплекса  $\text{CaH}_3\text{hepGly}_3^{2-}$  в 3 раза меньше концентрации  $\text{NaCahep}^-$ .

Прогнозируемая оценка антикоагулянтной активности комплекса  $\text{H}_3\text{HepGly}_3^{4-}$ , в 2,3 раза превышающей активность гепарина при введении в плазму крови молярных концентраций  $\text{Hep}$  и  $\text{Gly}$ , соотношение которых определяется стехиометрией комплекса, совпадает с полученной биохимическими экспериментами *in vitro* и *in vivo* на плазме крови лабораторных крыс оценкой антикоагулянтной активности комплекса гепарина с глицином, превосходящей активность гепарина в 2,2 раза.

В.И. Синекон, Я.И. Никитышев

ИССЛЕДОВАНИЕ ДОМЕННОЙ СТРУКТУРЫ СОЕДИНЕНИЙ  $YFe_{11-x}Ti$ 

Руководители: Е.М. Семёнова, Н.П. Супонев

Тверской государственный университет

Кафедра магнетизма

Соединение  $YFe_{11}Ti$  имеет структуру типа  $ThMn_{12}$  и характеризуется широкой областью гомогенности [1; 2]. Магнитные свойства  $RFe_{11}Ti$  складываются из магнитных свойств редкоземельной подрешётки и подрешётки переходного металла, которые дают свой вклад в результирующую намагниченность и анизотропию. В соединениях  $YFe_{11}Ti$  отсутствует вклад редкоземельной подрешётки, т.к. магнитный момент иттрия равен нулю. Таким образом подрешётка железа определяет величину намагниченности и тип анизотропии.

Завышение или занижение содержания железа в исходном сплаве приводит к изменению магнитных свойств образцов. Предметом настоящего исследования является доменная структура сплавов  $YFe_{11-x}Ti$ .

Методом индукционной плавки была синтезирована серия сплавов  $YFe_{11-x}Ti$  ( $x = 0..2$ ), в которых варьировалось содержание железа. Все образцы были аттестованы методами рентгеноструктурного анализа, который показал наличие фазы со структурой  $ThMn_{12}$ .

Наблюдения магнитной доменной структуры были выполнены на базисной плоскости образцов методом полярного эффекта Керра.

В ходе исследования была разработана программа, позволяющая делать снимки наблюдаемой магнитной доменной структуры с помощью веб-камеры. Необходимые требования: наличие веб-камеры, установленной на металлографическом микроскопе НЕОРНОТ-30, и карты захвата на компьютере пользователя. Программа написана на языке C# с использованием библиотек для работы с захватом видео DirectShow. Реализован простой алгоритм избавления от помех на изображении.

Проведён анализ доменной структуры на базисной плоскости по методу Боденбергера–Хуберта. Показано, что увеличение содержания железа в  $YFe_{12-x}Ti$  ( $x = 1; 2; 2,4; 3; 4$ ) приводит к росту плотности энергии доменных границ в интервале от 12,56–16,71 Эрг/см<sup>2</sup>.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zhang L.Y., Wallace W.E. // J. Less-Common Met. 1989. V. 145. P. 371-376.
2. Wojciech Suski // Handbook on the Physics and Chemistry of Rare Earth. 1996. V. 22, p. 149. P. 143–294.

В.Е. Ситникова, Я.В. Андрианова

ВЛИЯНИЕ РАСТВОРИТЕЛЯ НА СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА ВОЛОКОН  
СВЕРХВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА,  
ПОЛУЧАЕМОГО МЕТОДОМ ГЕЛЬ-ФОРМИРОВАНИЯ

Руководители: П.М. Пахомов, С.Д. Хижняк

Тверской государственный университет  
Кафедра физической химии

Метод гель-формования волокон, впервые предложенный в Голландии в 1979 г., был усовершенствован в НИИ синтетического волокна г. Тверь. Суть этого подхода заключалась в ориентационном вытягивании гель-сформованного волокна СВМПЭ в среде растворителя (вазелиновое масло или жидкий парафин). В результате были получены нити с гладкими прозрачными волокнами и прочностью 3,5–4,0 ГПа. Однако структурные перестройки, происходящие на стадии пластификационного вытягивания (в среде растворителя) и при последующей термовытяжке на воздухе, недостаточно исследованы. Также значительное влияние на механические свойства готового волокна СВМПЭ оказывает растворитель, в котором проводилось ориентационное вытягивание. Поэтому целью данной работы является анализ присутствия остаточного растворителя в нити СВМПЭ при различных стадиях ее получения.

Объектом исследования служила полифиламентная (240 филаментов) нить СВМПЭ ( $M_w = (2-4) \cdot 10^6$  производства ОАО «Томскнефтехим») с различной кратностью вытягивания (общая кратность  $\lambda = 40-80$ ), полученная методом гель-формования. Прочность  $\sigma$  и модуль упругости  $E$  отмытых в гептане образцов нити измеряли при комнатной температуре на разрывной машине «Instron-1122». Методом ИК спектроскопии изучали присутствие остаточного растворителя в нити по полосе поглощения на частоте  $1377 \text{ см}^{-1}$ , характеризующей деформационные колебания концевых  $\text{CH}_3$ -групп в ПЭ. Кроме того, наличие остаточного растворителя в волокнах анализировали методом ЯМР широких линий. Микрофотографии поверхности волокна получили с помощью сканирующего электронного микроскопа «DSM 962» фирмы Карл Цейс.

Из полученных данных следует, что вытягивание в среде масла ( $125 \text{ }^\circ\text{C}$ ) и горячего воздуха ( $145 \text{ }^\circ\text{C}$ ) обеспечивает резкое увеличение прочности модуля упругости нити СВМПЭ. Данные сканирующей электронной микроскопии показывают, что волокно с самой низкой кратностью вытягивания  $\lambda = 1,7$  имеет высокопористую ячеистую структуру, сходную со строением неориентированной плёнки ксерогеля СВМПЭ. Изучение волокон СВМПЭ при различных кратностях вытягивания методом ИК спектроскопии показало, что в них даже после отмытки в гептане остается растворитель.



Д.С. Скокова

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ЭТИЛЕНДИАМИН-N,N'- БИС(ОКСИЭТИЛ)-N,N'-ДИАНТАРНОЙ КИСЛОТОЙ

Руководитель В.М. Никольский

Тверской государственной университет  
Кафедра неорганической и аналитической химии

Редкоземельные элементы (РЗЭ) находят широкое применение в различных областях техники, медицины. В процессе получения индивидуальных представителей РЗЭ используют различные комплексообразующие агенты. Для повышения селективности этих агентов, например комплексонов, применяемых для разделения РЗЭ, в состав вводят дополнительные химические группировки, способные к координации. Известно, что для повышения избирательности разделения РЗЭ применяют смеси, содержащие как комплексоны, так и оксикислоты. Поэтому понятен наш интерес к комплексонам, содержащим в своём составе наряду с основными и кислотными группировками также и оксиэтильные радикалы. Одним из представителей таких многофункциональных комплексонов является этилендиамин – N,N'-бис(оксиэтил)-N,N'-диантарная кислота (БОЭДДЯК). Для определения констант устойчивости средних комплексов нами использован метод Бьеррума [1].

В таблице приведены значения логарифмов констант устойчивости средних комплексов РЗЭ с БОЭДДЯК. Для сравнения в этой же таблице представлены данные по устойчивости аналогичных комплексов РЗЭ со структурным аналогом изученного комплексона – этилендиамин-N,N'-диантарной кислотой (ЭДДЯК).

Комп- лексоны	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Gd	Dy	Ho	Er	Tm	Lu
БОЭДДЯК	12,52	12,73	13,63	13,98	14,27	13,75	14,52	14,32	14,05	14,11	14,57
ЭДДЯК[2]	11,38	12,67	13,03	13,46	13,54	13,45	13,59	13,60	13,63	14,00	14,32

Сравнительный анализ полученных результатов свидетельствует, что при образовании средних комплексов оксиэтильные группы БОЭДДЯК принимают участие в комплексообразовании, что способствует повышению устойчивости этих комплексонатов по сравнению с аналогичными комплексонатами РЗЭ и ЭДДЯК.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горелов И.П. // Дис. ... д-ра хим. наук. Калинин, 1979.
2. Бабич В.А., Горелов И.П. // Ж. аналит. Химии. 1971. Т. 26, № 9. С. 1832–1834.

Р.Ф. Смирнов

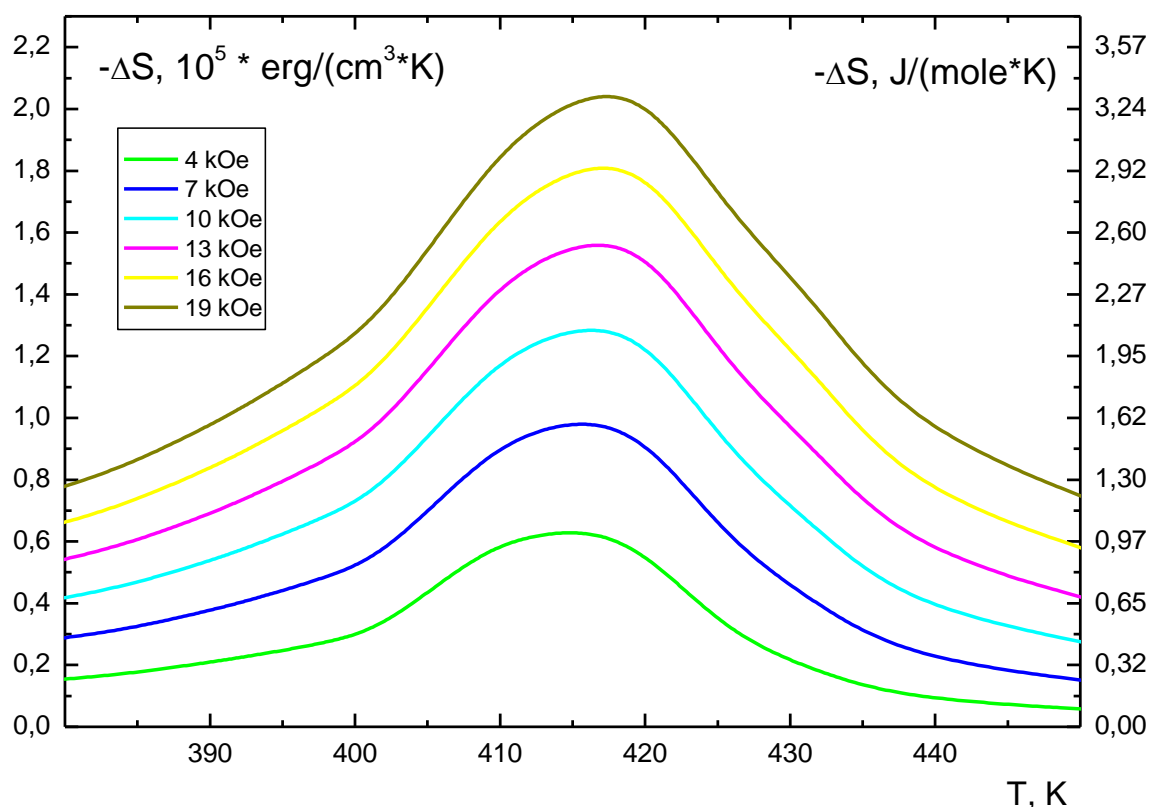
## ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНОГО ВКЛАДА В ЭНТРОПИЮ ИНТЕРМЕТАЛЛИЧЕСКОГО СОЕДИНЕНИЯ Tb<sub>2</sub>Fe<sub>17</sub>

Руководитель Ю.Г. Пастушенков

Тверской государственный университет  
Кафедра магнетизма

В работе было проведено исследование магнитного вклада в энтропию интерметаллического соединения Tb<sub>2</sub>Fe<sub>17</sub>. Из кривых намагничивания, полученных при различных температурах численными методами, был рассчитан магнитный вклад в энтропию (рисунок).

Проведённая предварительная оценка показала, что значительная часть магнитного вклада в энтропию связана с магнитокалорическим эффектом. Также известно, что на магнитный вклад в энтропию могут влиять процессы вращения вектора намагниченности, магнитострикция и доменная структура образца\*.



Магнитный вклад в энтропию для Tb<sub>2</sub>Fe<sub>17</sub>

\* Белов К.П. Магнитотепловые явления в редкоземельных магнетиках. М., 1990.

Д.Н. Соколов

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛАВЛЕНИЯ НАНОКЛАСТЕРА ЗОЛОТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОТЕНЦИАЛА ГУПТА МЕТОДОМ МК

Руководитель Е.Ф. Новиков

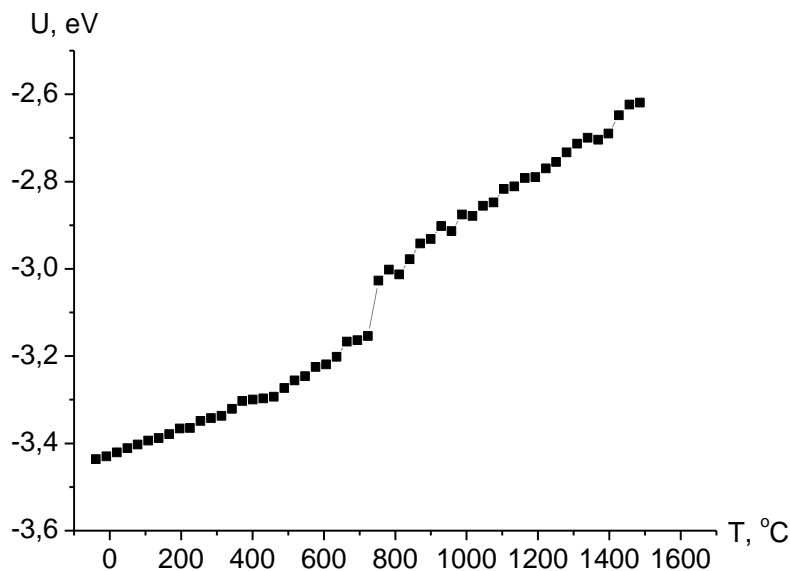
Тверской государственный университет  
Кафедра общей физики

В данной работе был исследован процесс плавления наночастиц (НЧ) золота методом Монте-Карло (МК). Выбранная тема является актуальной, поскольку фазовые переходы твёрдое → жидкое состояние в случае наноразмерных систем являются малоизученными.

Значение полной потенциальной энергии НЧ, содержащей  $A$  атомов металла, определяется посредством вычисления потенциала Гупта [1]:

$$U_i = \sum_{j=1, i \neq j}^A \mathcal{G} \exp\left(-P\left(\frac{r_{ij}}{D_{Au}} - 1\right)\right) - \sqrt{\sum_{j=1, i \neq j}^A \zeta^2 \exp\left(-2 \cdot Q\left(\frac{r_{ij}}{D_{Au}} - 1\right)\right)}.$$

Моделируемую систему плавно нагревали до температуры существенно выше точки плавления. Как видно из рисунка, при определённой температуре происходит скачок внутренней энергии, соответствующий фазовому переходу (твёрдое тело → жидкость). Для кластера, состоящего из 177 атомов, получено значение  $T = 734$  °С, что хорошо согласуется с результатами работы [2].



Температурная зависимость внутренней энергии кластера, состоящего из 177 атомов, в процессе нагревания

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wilson N.T. // J. Mater. Chem. 2002. V. 12. P. 2913–2922.
2. Yu X.P.M. Duxbury // Phys. Rev. B. 1995. V. 52, № 3. P. 2102–2106.

В.М. Спиридонова

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ L-ЦИСТЕИН-СЕРЕБРЯНОГО РАСТВОРА И ГИДРОГЕЛЯ НА ЕГО ОСНОВЕ

Руководители: П.М. Пахомов, М.М. Овчинников

Тверской государственный университет  
Кафедра физической химии

Исследование супрамолекулярных полимеров, а также рассмотрение возможностей их широкого применения вызывают в последнее время всё больший интерес. Отдельную нишу занимают супрамолекулярные полимеры, применяемые в медицине, т.к. уникальные свойства, которыми они обладают, открывают новые возможности для синтеза лекарственных средств. Препараты, синтезированные на основе этих полимеров, обладают антимикробными свойствами против грамм-положительных и грамм-отрицательных бактерий. Одной из систем, обладающей супрамолекулярным строением, является гидрогель на основе простейшей аминокислоты L-цистеина и нитрата серебра. Целью данной работы является исследование реологических свойств цистеин-серебряного раствора и гидрогеля на его основе, т.к. реологические испытания служат дополнительным источником информации о структуре и свойствах исследуемых объектов.

Исследование реологических свойств гидрогеля осуществляли на ротационном вискозиметре фирмы «Carry-Med» (диаметр верхней плоскости  $d = 6$  см, расстояние между плоскостями – 1 мм, частота осциллирующих торсионных вращений 1 Гц.) и на капиллярном вискозиметре Уббелодде, с диаметром капилляра 0,86 мм. Время истечения определяли, используя электронный секундомер.

Реологические испытания проводили в двух направлениях: первое – исследование зависимости относительной вязкости цистеин-серебряного раствора и гидрогеля при различных соотношениях исходных компонентов; второе – измерение относительной вязкости цистеин-серебряного раствора и гидрогеля при различных температурах.

В ходе проведённых экспериментов были получены зависимости распределения относительной вязкости от времени стояния образца, показывающие, что оптимальное соотношение концентраций исходных компонентов для образования гидрогеля лежит в диапазоне от 1,25 до 1,29, оптимальный температурный интервал находится в области от 24 до 27 °С. Полученное на ротационном вискозиметре зависимость модуля сдвига от времени доказывает факт тиксотропности системы.

*Работа выполнена в рамках грантов ФЦП «Развитие потенциала высшей школы» № 2.1.1/6867 и Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере № 6050р/8448 (программа «УМНИК»).*

Е.С. Счастлиева, А.Ю. Лебедева

ПАРАМЕТРЫ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ  
ПЕРОКСИДАЗЫ В ПРОЦЕССЕ СОЗРЕВАНИЯ ТЕСТА

Руководитель Г.П. Лапина

Тверской государственный университет  
Кафедра биоорганической химии и физико-химической экспертизы

Цель данной работы – изучить возможные изменения ферментативной активности пероксидазы в процессе созревания теста с целью оптимизации этого процесса. Содержание фермента пероксидазы и его кинетическую ферментативную активность исследовали (в основе – метод Бояркина [1] с собственными модификациями) на протяжении всего процесса созревания теста (около 3 час) (рис. 1). Ферментативную активность определяли по времени при варьировании концентрации субстрата (рис. 2). В качестве субстрата использовали раствор бензидина на ацетатном буфере ( $1,5\text{--}4,5 \cdot 10^{-4}$  М), в результате окисления которого образуется соединение хиноидной природы, окрашенное в синий цвет.

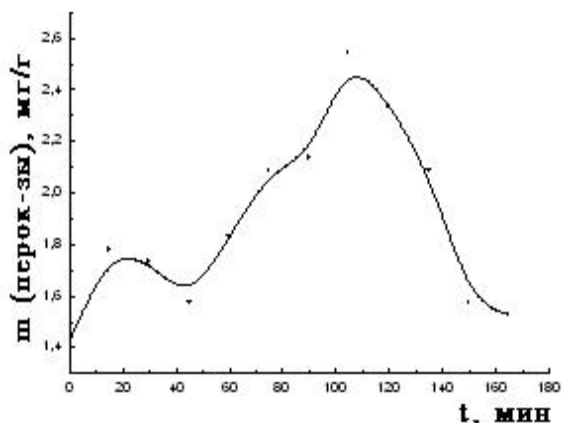


Рис. 1. Динамика концентрации пероксидазы в процессе созревания теста

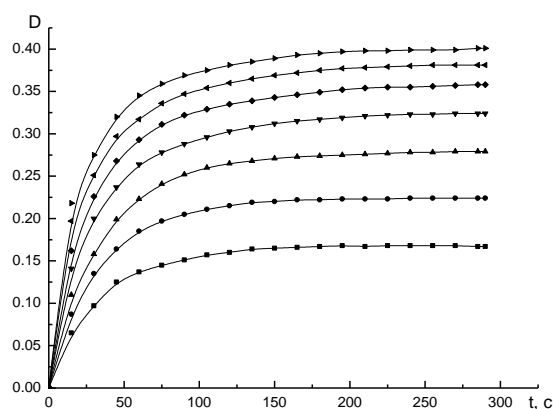


Рис. 2. Изменение ферментативной активности пероксидазы на 105-й мин процесса созревания теста в зависимости от концентрации бензидина (моль/л): 1 –  $1,5 \cdot 10^{-4}$ ; 2 –  $2,0 \cdot 10^{-4}$ ; 3 –  $2,5 \cdot 10^{-4}$ ; 4 –  $3,0 \cdot 10^{-4}$ ; 5 –  $3,5 \cdot 10^{-4}$ ; 6 –  $4,0 \cdot 10^{-4}$ ; 7 –  $4,5 \cdot 10^{-4}$

Далее рассчитали кинетические параметры  $K_m$  и  $K_{кат}$ . Полученные данные сопоставили с данными литературы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Филиппович Ю.Б., Егорова Т.А., Севастьянова Г.А. Практикум по общей биохимии. 2-е изд., перераб. М., 1982. С. 75.
2. Счастлиева Е.С. // Тез. докл. XVIII Российск. молодёж. науч. конф. «Проблемы теоретической и экспериментальной химии». Екатеринбург, 2008. С. 162.

Н.В. Тепляков

ПРЕДСКАЗАНИЕ РАСТВОРИМОСТИ АМИНОКИСЛОТ  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ МЕТОДОМ ИЗМЕНЕННОЙ  
МОДЕЛИ ВИЛЬСОНА

Руководитель Е.Ф. Новиков

Тверской государственный университет  
Кафедра общей физики

С использованием данных о растворимости в пределах температуры 0–75 °С из работы [1] был проведён расчёт термодинамической постоянной растворимости методом измененной модели Вильсона. Коэффициенты активности аминокислот в воде были вычислены на основании параметров, приведённых в той же работе. Экстраполирование результатов растворимости на более высокие температуры показывает неплохой результат в совпадении с экспериментальными данными, приводимыми в литературе, в сравнении с другими методами, что ещё раз подтверждает её адекватность при расчётах данного типа.

В таблице приведены рассчитанные константы уравнения для расчета растворимости и их отклонение от экспериментальных данных в процентах [2]:

Аминокислота	a	b	c	(%) a	(%) b	(%) c
D-аланин	–41,6326	919,4029	6,1779	0,04		0,06
L-аланин	–41,6730	920,6575	6,1843	0,02	0,67	
DL-аланин	–49,1453	1084,3397	7,4001	0,02	0,19	0,14
глицин	81,1301	–4841,8663	–11,9366	0,25	0,14	0,29
L-метионин	–33,0188	925,0289	4,7331	0,03	0,07	0,14
DL-метионин	–30,4778	186,6209	4,3404	0,12	0,11	
L-пролин	–20,6778	–922,4044	3,1892	0,18	2,02	
DL-серин	–42,8736	2274,9113	6,1541	0,08	0,14	0,27
L-валин	48,5888	–4471,6123	–6,7490	0,53	2,85	0,64
DL-валин	–68,3623	2478,2806	9,7246	0,06	0,50	0,10

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Fasman G.D. Handbook of Biochemistry and Molecular Biology, Physical and Chemical Data. 3rd ed. 1976. Vol. 1. P. 104–125.
2. Xin Xu, Simao P. Pinho, Eugenia A. Macedo // Ind. Eng. Chem. Res. 2004. V. 43. P. 3200–3204.

Е.А. Тисленко

ПРИМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ И  
АЗОТОФОСФИНА В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ  
ТРИТИКАЛЕ

Руководитель З.И. Усанова

Тверская государственная сельскохозяйственная академия  
Кафедра растениеводства

Тритикале (Tritikale) является первой искусственно созданной человеком высокопродуктивной зерновой культурой, полученной при скрещивании пшеницы (Tritikum) с рожью (Secale). Это растение воплотило в себе все ценные свойства родителей. В условиях Верхневолжья тритикале – новая культура, многие приёмы адаптивной технологии лучших её сортов изучены недостаточно, в том числе влияние различных биологических препаратов и азотфосфина на получение запрограммированных урожаев, сроки и способы их применения. В связи с этим в 2006–2007 годах проведены исследования в полевых многофакторных опытах с лучшим сортом – Немчиновский 56 на 2 фонах минерального питания, рассчитанных на урожай 20–25 (без удобрения, по эффективному плодородию, фон 1) и 35 ц/га (фон 2) изучались 3 способа применения 4 препаратов – фундазол, азотфосфин, планриз и агат 25: 1 – для обработки семян; 2 – осеннее опрыскивание посевов до ухода в зиму; 3 – весеннее опрыскивание в конце фазы кущения.

В результате 2-летних экспериментов выявлено: 1) в среднем за 2 года наибольшее влияние изучаемых препаратов проявилось на удобренном фоне 2. Без удобрения достоверную прибавку урожая обеспечило только осеннее опрыскивание посевов азотфосфином (2,4 ц/га, или 12,6 %) и биопрепаратом агат 25 (2,3 ц/га, или 12,0 %); 2) применение препаратов на удобренном фоне способствовало получению достоверных прибавок урожая зерна на всех вариантах опыта: при обработке семян от 6,2 до 10,9 ц/га, максимальную от инкрустации фундазолом (53,4 %); при осеннем опрыскивании от 4,4 до 9,2 ц/га, максимальную также от обработки фундазолом (9,2 ц/га); при весеннем опрыскивании от 3,4 до 11,2 ц/га, максимальную от обработки биопрепаратом планриз (54,9 %); 3) азотфосфин обеспечивает наибольшую прибавку урожая при предпосевной обработке семян – 7,0 ц/га (34,3 %); 4) биопрепарат планриз повышает урожайность на 7,0–11,2 ц/га, в большей мере при весенней обработке (на 54,9%); 5) биопрепарат агат 25 повышает урожай зерна на 3,4–6,7 ц/га, в большей мере при осеннем опрыскивании посевов (32,8 %); 6) внесение минеральных удобрений на фоне 2 способствует формированию урожайности, близкой к запрограммированному уровню, при весеннем опрыскивании планризом (32,6 ц/га) и при инкрустации семян фундазолом (32,3 ц/га); 7) применение удобрений повышает урожайность озимой тритикале на 7,6 ц/га (37,2 %). Наибольший эффект от них получен в 2007 году, прибавка составила 9,9 ц/га, или 58,2 %.

Таким образом, в среднем по способам и срокам обработки применение фундазола и планриза обеспечивает получение равных урожаев озимой тритикале – 30,5 и 30,1 ц/га, что позволяет возделывать культуру по экологически безопасной технологии.

Л.Н. Толкачева

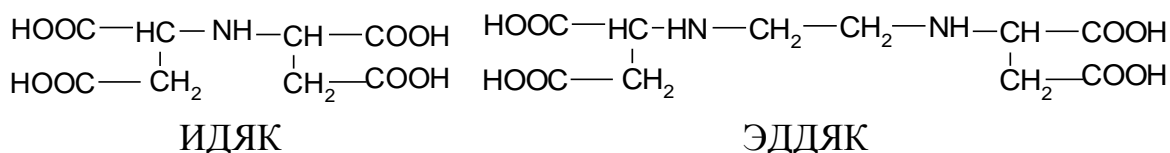
## АНАЛИЗ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ АЛЛЮМИНИЯ С КОМПЛЕКСОНАМИ, ПРОИЗВОДНЫМИ ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ

Руководитель В.М. Никольский

Тверской государственной университет  
Кафедра неорганической и аналитической химии

Совокупность химических и технологических свойств исследуемых комплексонов – иминодиянтарной кислоты (ИДЯК) и этилендиамин-диянтарной кислоты (ЭДДЯК), их биологическая активность, обусловленная наличием в их структуре фрагментов янтарной кислоты, доступность исходных реагентов и способность в условиях живой природы или естественных сбросов быстро разлагаться на аминокислоты делают их интересными объектами для всестороннего изучения.

Структурные формулы этих комплексонов следующие:



Константы устойчивости комплексов Al с ИДЯК были получены нами методом потенциометрического титрования (расчёт проводился по программе CLINP 2.0) [1], а с ЭДДЯК – косвенным полярографическим методом, а также методом с использованием стационарного ртутного электрода и вспомогательного лиганда («трена») (расчёт проводился по методу Ледена) [2]. Результаты представлены в таблице:

Комплексоны	pK <sub>n</sub>	Частицы	
		AlL	AlHL
ИДЯК	10,02	11,1 ± 0,1	12,2 ± 0,2
ЭДДЯК	9,84	13,8 ± 0,1	

Из таблицы видно, что устойчивость комплексов Al с ЭДДЯК выше, чем с ИДЯК, хотя основность у атома азота выше. Это можно объяснить тем, что в комплексах с Al ЭДДЯК реализует большую дентантность, чем ИДЯК.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Князева Н.Е. // Автореф. дис. ... канд. хим. наук. Тверь, 2002.
2. Колосова М.Х. // Автореф. дис. ... канд. хим. наук. Томск, 1974.



А.С. Трошкин

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОВЕДЕНИЕ ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКОГО ОТКЛИКА  
ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ ПЛЕНОК  $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ 

Руководитель А.В. Солнышкин

Тверской государственный университет  
Кафедра физики сегнето- и пьезоэлектриков

Повышенный интерес к изучению кристаллов типа  $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ , наметившийся в последнее время, обусловлен его ярко выраженными сегнетоэлектрическими и полупроводниковыми свойствами. Сочетание этих свойств делает материалы типа тиогидрофосфата олова весьма перспективными в современной электронике. Наиболее вероятным является использование кристаллов  $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$  в виде плёночных элементов. Поэтому представляет интерес всестороннее изучение физических свойств плёнок  $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ , в частности фотопроводимости и влияния поляризации на процессы переноса заряда.

В связи с вышеизложенным целью настоящей работы – изучить проводимость и фотоэлектрические свойства плёнок  $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$  в широком интервале температур, включающем точку фазового перехода монокристалла  $T_C = 66^\circ\text{C}$ .

Исследования спектральных характеристик фотовольтаического отклика показали, что его максимум приходится на длину волны  $\sim 510$  нм при комнатной температуре. Данное значение соответствует максимуму стационарного фотоэлектрического тока и краю собственного поглощения материала  $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ . При этом фотовольтаический отклик наблюдается в достаточно широком спектральном диапазоне. При увеличении температуры положение максимума спектральной зависимости фотовольтаического отклика смещается в область больших длин волн. В то же время его максимальное значение уменьшается с ростом температуры.

В работе также изучена кинетика фотоэлектрического отклика образцов в широком интервале температур, включающем точку сегнетоэлектрического фазового перехода монокристалла  $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ , при освещении образцов светом, соответствующем краю собственного поглощения и при воздействии лазерного излучения с длиной волны  $6328 \text{ \AA}$ . Установлены изменение формы фотовольтаического отклика в процессе нагрева, а также смена направления фотовольтаического тока.

На основе амплитудных значений фотоотклика получены его температурные зависимости, которые свидетельствуют о том, что наиболее значительные изменения фотовольтаического отклика приходятся на область температур в окрестности точки фазового перехода.

Р.В. Туровцев

ПРОБЛЕМЫ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ШРЕДИНГЕРА ДЛЯ  
ВНУТРЕННЕГО ВРАЩЕНИЯ МОЛЕКУЛ

Руководитель Ю.Д. Орлов

Тверской государственный университет  
Кафедра общей физики

Внутреннее вращение молекул – это вращение фрагментов молекул относительно друг друга вокруг соединяющей их химической связи. Оно обуславливает существование различных конформаций молекулы, характеризующихся определёнными значениями потенциальной энергии. Потенциальная энергия изменяется периодически при изменении угла относительно поворота  $\varphi$  и описывается потенциальной функцией внутреннего вращения  $V(\varphi)$ . Решение уравнения Шредингера  $\hat{H}\psi = E\psi$  при заданном виде  $V(\varphi)$  в принципе позволяет найти набор энергетических уровней для заторможенного внутреннего вращения. Общее выражение  $V(\varphi)$  можно представить математическим рядом Фурье:  $V(\varphi) = a_0 + \sum_m a_m \cos(m\varphi)$ . Нами разработана программа решения уравнения Шредингера для внутреннего вращения. До настоящего времени, по нашим данным, в России имеются лишь два аналога [1; 2] этой компьютерной программы. Расчёт производится по уравнению, получаемому при подстановке  $V(\varphi)$  в уравнение Шредингера

$$\int_0^{2\pi} \psi^* \text{Ar} \frac{\partial^2 \psi}{\partial \varphi^2} d\varphi + \int_0^{2\pi} \psi^* V(\varphi) \psi d\varphi = E \int_0^{2\pi} \psi^* \psi d\varphi.$$

Вводными данными являются коэффициенты функции внутреннего вращения и приведённый момент инерции. Задавая эти величины, программа должна автоматически находить коэффициенты разложения волновой функции, а на следующем шаге – значения энергии термов. Проблемой является перевод аналитических выражений в машинный код. Большинство выражений представляют собой разреженные матрицы с неопределёнными коэффициентами и требуют дальнейшего определения. Метод расчёта коэффициентов должен включать вариационные процедуры.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Книжник А.В., Фролов Ю.Л. // Журн. структ. хим. 2002. Т. 43, № 1. С. 45.
2. Абраменков А.В. // Журн. физ. хим. 1995. Т. 69, № 6. С. 1048.

УДК 543:663.931:338.45 (470.331)

Т.С. Фёдорова

## ИЗУЧЕНИЕ АССОРТИМЕНТА И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА КАЧЕСТВА РАСТВОРИМОГО КОФЕ, РЕАЛИЗУЕМОГО В ТОРГОВОЙ СЕТИ Г. ТВЕРИ

Руководитель Н.А. Кириллова

Тверской государственной университет

Кафедра биоорганической химии и физико-химической экспертизы

За последние годы в связи с низкими таможенными пошлинами и огромным рынком потребителей число импортёров кофе в Россию существенно увеличилось и многие из фирм поставляют кофе нелегально. В настоящее время остро стоит проблема с проведением экспертизы качества кофе, поставляемого на рынки России, и в частности г. Твери.

Цель работы – изучение и проверка качества натурального растворимого кофе, реализуемого в торговой сети г. Твери, с применением комплекса физико-химических методов и подходов, предлагаемых нормативами ГОСТа.

Для проведения экспериментальной части работы применяли следующие стандарты: ГОСТ Р 51881-2002 «Кофе натуральный растворимый. Общие технические условия»; ГОСТ Р 51074-2003 «Пищевые продукты. Информация для потребителей». Перечисленные ГОСТы предлагают для оценки качества кофе использовать следующие современные физико-химические методы: определения рН – метод основан на измерении разности потенциалов между двумя электродами (измерительным и электродом сравнения), погруженными в исследуемую среду; полной растворимости – метод заключается в определении продолжительности растворения навески кофе в холодной и горячей воде; определения содержания сахаров – определение содержания глюкозы в натуральном растворимом кофе методом прямого титрования с использованием раствора гипосульфита в присутствии иодида калия.

С целью проведения экспертизы качества отобраны пять образцов растворимого кофе, предлагаемых в магазинах Твери. Методы физико-химических испытаний включали определение следующих показателей: органолептических и физико-химических (рН, полной растворимости и др.), а также расчёт калорийности данного продукта.

Д.Ю. Фокина

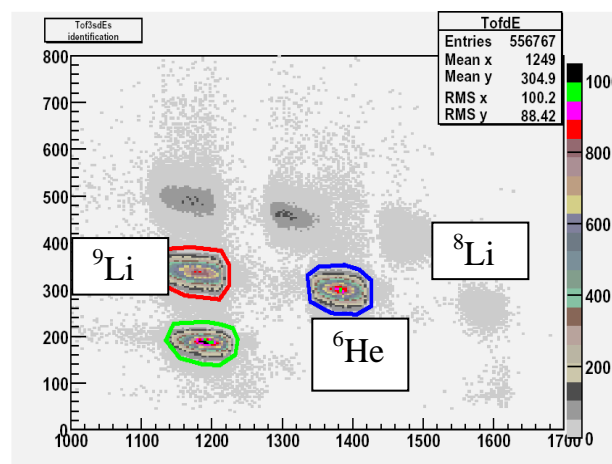
## МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ РАДИОАКТИВНЫХ ПУЧКОВ НА ФРАГМЕНТ-СЕПАРАТОРЕ ACCULINA

Руководитель В.Н. Околович

Тверской государственный университет  
Кафедра общей физики

Для расчёта параметров и изучения свойств получаемых экзотических ядер важно определение параметров ядер во входном канале реакции. Неопределённость величины импульса налетающих частиц вносит наиболее весомый вклад в разрешение эксперимента. Повышение точности достигается измерением времени пролёта каждой частицы и траектории подлёта к мишени. Для этого на установке ACCULINA используются времяпролётная система (TOF – Time Of Flight), также позволяющая проводить идентификацию частиц, и многопроволочные пропорциональные камеры.

Сепаратор имеет ограниченные возможности по разделению изотопов, поэтому необходима идентификация частиц методом dE-TOF. Сорт частиц можно определить, зная потери энергии частиц в сцинтилляторе и время пролёта.



Таким образом мы можем уверенно разделять изотопы при обработке данных. Для определения времени пролёта необходимо знать пространственное разрешение времяпролётной системы. Мы имеем возможность определить координату частицы на мишени, восстановив траекторию частицы по координатам с многопроволочных камер.

Такие параметры, как плохое энергетическое разрешение, широкое пространственное распределение, содержание примесей и меньшая интенсивность, определяют экспериментальную методику для радиоактивных пучков.

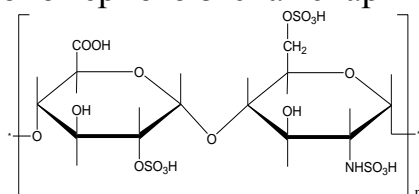
Ю.В. Францева, А.Н. Семёнов

КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ ИОНОВ МЕДИ И ЦИНКА  
С ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫМ ГЕПАРИНОМ

Руководитель М.А. Феофанова

Тверской государственной университет  
Кафедра неорганической и аналитической химии

Гепарин (Hep) – отрицательно заряженный гликозамингликан, цепь которого построена из мономерных звеньев, состоящих из  $\alpha$ -(1→4) связанных остатков L-идурановой кислоты и D-гликозамина. Субъединицы мономерного звена гепарина сульфатированы – обычно в положения 2 и 6 глюкозамина и в положение 2 идуронового фрагмента. Структурная формула мономерного звена гепарина:



Обладая большим числом донорных групп, несущих к тому же отрицательный заряд, гепарин способен взаимодействовать с ионами различных металлов, причём это взаимодействие носит либо *специфичный* (координация ионов металла донорными группами), либо *неспецифичный* (электростатическая конденсация противоположно заряженных ионов на полимерной цепи) характер [1].

С помощью метода рН-метрического титрования и математического моделирования (использован алгоритм AUTOEQUIL© [2]) в широком интервале рН нами были исследованы взаимодействия гепарина с ионами меди и цинка на фоне 0,15 М NaCl при температуре 37 °С. Состав и устойчивость идентифицированных комплексов приведены в таблице:

Состав	lg $\beta$	$\alpha_{\text{макс}}$ , %	рН $\alpha_{\text{макс}}$ , ед.
CuOHep <sup>3-</sup>	14,99 ± 0,10	51,39	6,49
Cu(OH) <sub>2</sub> Hep <sup>4-</sup>	21,44 ± 0,11	99,97	10,58
CuHep <sup>2-</sup>	7,79 ± 0,17	81,23	4,17
ZnOHep <sup>3-</sup>	9,58 ± 0,20	58,22	7,99
Zn(OH) <sub>2</sub> Hep <sup>4-</sup>	14,87 ± 0,17	97,65	10,65
ZnHep <sup>2-</sup>	2,94 ± 0,35	41,87	4,72

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Rabenstein D.L., Robert J.M., Peng J. // Carbohydrate research. 1995. V. 278. P. 239–256.
2. Евсеев А.М., Николаева Л.С. Математическое моделирование химических равновесий. М., 1988.

И.И. Хотеев

ИЗУЧЕНИЕ МАГНИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
КВАЗИБИНАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ  $\text{Sm}_{1-x}\text{Gd}_x\text{Co}_3\text{Cu}_2$ 

Руководитель О.Б. Дегтева

Тверской государственной университет  
Кафедра магнетизма

Цель данной работы – исследование влияния замещения лёгкого редкоземельного металла на тяжёлый РЗМ в сплавах  $(\text{Sm}_{1-x}\text{Gd}_x)\text{Co}_3\text{Cu}_2$ , родственных многокомпонентным сплавам R–Zr–Co–Cu–Fe, но более простых по составу, на магнитные свойства: намагниченность насыщения и коэрцитивную силу. Основные результаты работы сводятся к следующим.

Измерены кривые намагничивания сплавов  $\text{Sm}_{1-x}\text{Gd}_x\text{Co}_3\text{Cu}_2$  ( $x = 0,1-0,9$ ) вдоль лёгкого и трудного направлений намагничивания, а также кривые размагничивания. Для составов с  $x = 0,1$  и  $0,3$  наблюдаются прямоугольные петли гистерезиса. С увеличением  $x$  степень прямоугольности кривых размагничивания уменьшается, изменяется и форма этих кривых. Для сплавов с  $x = 0,6$  на кривых намагничивания и размагничивания наиболее выражены перегибы. Это косвенно свидетельствует об изменении структурного состояния образцов.

Получены зависимости намагниченности насыщения  $\sigma_s$  и коэрцитивной силы  $H_c$  сплавов  $\text{Sm}_{1-x}\text{Gd}_x\text{Co}_3\text{Cu}_2$  ( $x = 0,1-0,9$ ) от содержания гадолиния. Намагниченность насыщения сплавов уменьшается с увеличением содержания гадолиния. Уменьшение  $\sigma_s$  при возрастании  $x$  качественно объяснено в рамках модели магнитной структуры, представленной тремя магнитными подрешётками Sm, Gd и Co. Коэрцитивная сила немонотонно зависит от  $x$ , что подтверждает вывод об изменении структурного состояния сплавов.

Методом полярного эффекта Керра выявлена поверхностная доменная структура псевдомонокристаллов сплавов  $\text{Sm}_{1-x}\text{Gd}_x\text{Co}_3\text{Cu}_2$  ( $x = 0,1-0,9$ ) на базисной плоскости. Для составов с  $x = 0,4; 0,6; 0,9$  обнаружено существование областей с различной намагниченностью. Установлено, что в сплаве с  $x = 0,6$  с наибольшим значением коэрцитивной силы  $H_c = 8,5$  кЭ наблюдается наиболее неоднородная доменная структура. Это косвенно указывает на наличие наибольших градиентов граничной энергии, являющихся причиной задержки смещения доменных границ.

Д.Н. Чернов

ВЛИЯНИЕ ЛИНЕЙНОГО НАТЯЖЕНИЯ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ  
МИКРОТРЕЩИН В ТВЁРДЫХ ТЕЛАХ

Руководитель А.Р. Новоселов

Тверской государственный университет

Раскрытие внутри тела трещины радиуса  $r$  сопровождается изменением свободной энергии  $\Delta F$ , складывающимся из свободной энергии новой поверхности раздела фаз, и из уменьшения энергии упругой деформации. П.А. Ребиндером было показано [1], что возникающая в растянутом твёрдом теле трещина на первом этапе должна иметь форму линзочки с очень острыми краями. Взаимное влияние пересекающихся межфазных поверхностей можно учесть введением в рассмотрение линейной плотности избыточной свободной энергии линии их пересечения (линейного натяжения  $\kappa$ ). Оценка  $\kappa$  методом термодинамической теории возмущений была произведена в работе [2]. С учётом линейного натяжения изменение свободной энергии системы принимает вид

$$\Delta F \approx \sigma \cdot 2\pi r^2 - w \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 - \kappa \cdot 2\pi r,$$

где  $\sigma$  – свободная энергия единицы площади образовавшейся межфазной поверхности,  $w$  – объёмная плотность упругой энергии.

Для развития трещины важна не величина приращения свободной энергии, а размер трещины, при котором  $\Delta F$  достигает максимума. Чтобы выяснить, насколько существенна роль линейного натяжения в процессах возникновения трещин, нами проведены расчёты избыточной свободной энергии трещины в зависимости от её размера с учетом и без учета  $\kappa$ . Размер трещины удобно характеризовать её радиусом, отнесённым к диаметру молекулы  $x = r/a$ . Результаты расчётов показывают, что учёт линейного натяжения приводит к некоторому уменьшению свободной энергии трещины, однако критический размер трещины, по достижении которого она начинает самопроизвольно расти, остаётся практически неизменным. Такая ситуация имеет место и при всех реальных значениях растягивающего напряжения. Таким образом, можно сделать вывод, что анализ условий появления трещин с размером выше критического не требует учёта свободной энергии линии пересечения межфазных поверхностей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ребиндер П.А. // УФН. 1972. Т.108, вып. 1. С. 3–42.
2. Новиков И.Е., Новоселов А.Р. // Механика и физика процессов на поверхности и в контакте твёрдых тел и деталей машин: Межвуз. сб. науч. тр. Тверь, 2005. С. 90–92.

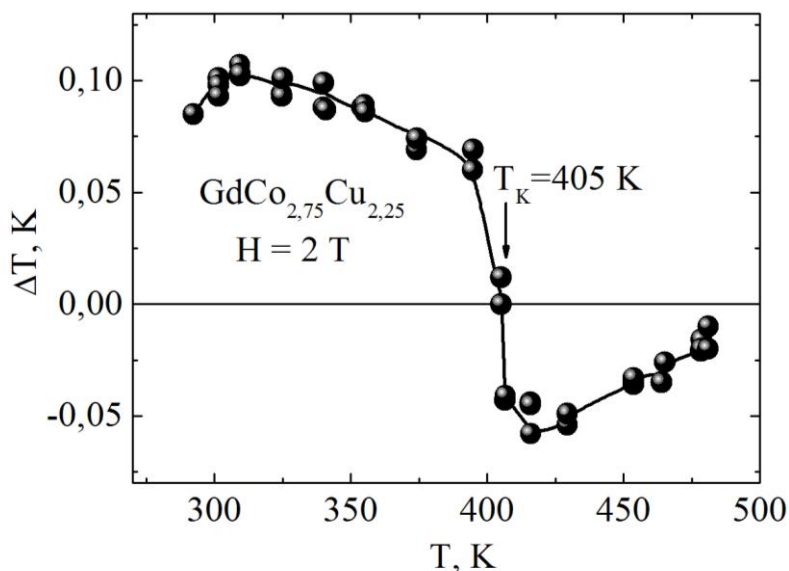
Н.С. Черных

## МАГНИТОКАЛОРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ВБЛИЗИ ТОЧКИ КОМПЕНСАЦИИ СОЕДИНЕНИЙ $GdCo_{5-x}Cu_x$

Руководитель Ю.С. Кошкидько

Тверской государственный университет  
Кафедра магнетизма

Цель исследования – измерение магнитокалорического эффекта (МКЭ) на соединениях  $GdCo_{5-x}Cu_x$  и определение значения точки компенсации (ТК). Ферримагнетики вида  $GdCo_{5-x}Cu_x$  принадлежат к классу квазибинарных соединений и представляют собой сплав замещения [1]. Известно, что точка компенсации возникает в ферримагнетиках, имеющих не менее двух магнитных подрешёток с различной температурной зависимостью магнитных моментов (ММ) подрешёток, при этом больший по величине ММ первой подрешётки имеет более сильную температурную зависимость, чем ММ второй подрешётки. Следствием этого является возникновение температуры ТК, при которой ММ подрешёток становятся равными. При этом наблюдаются минимум на температурной зависимости намагниченности и изменение знака МКЭ с температурой [2]. Подобное изменение знака МКЭ наблюдается в соединении  $GdCo_{5-x}Cu_x$ , что позволяет определять значение ТК с большой точностью (рисунок). Кроме того, в результате проведённых исследований была определена величина МКЭ вблизи ТК.



МКЭ вблизи точки компенсации

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Супонев Н.П. // Физика магнитных материалов. 1977. № 4. С. 46.
2. Белов К.П., Талалаева Е.В. и др. // ЖЭТФ. 1974. № 2.



Ю.А. Швед

## ПОРИСТЫЕ ПЛЁНКИ НА ОСНОВЕ СМЕСИ ПОЛИ(D,L-ЛАКТИДА) И ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ КЛЕТОК КОЖИ

Руководители: А.Ю. Билибин, Г.П. Пинаев

Санкт-Петербургский государственный университет, химический факультет  
Институт цитологии РАН, Санкт-Петербург

Использование синтетических полимерных материалов в качестве матриц для культивирования клеток в настоящее время находит широкое применение в заместительной клеточной терапии. Одним из перспективных областей использования таких матриц является культивирование клеток кожи на полимерных матрицах с целью их дальнейшей трансплантации на повреждённые участки кожи, полученные в результате травм, ожогов или хирургических операций. При этом такая матрица должна обладать рядом свойств – нетоксичностью, резорбируемостью, проницаемостью для питательных веществ к клеткам и отвода продуктов метаболизма, а также способствовать прикреплению и размножению на ней клеток.

Целью данного исследования было формирование матрицы, которая удовлетворяла названным выше условиям. В качестве основного материала был выбран полимер на основе молочной кислоты – поли(D,L-лактид). Пористые полимерные матрицы были получены способом фазового разделения двух полимеров – поли(D,L-лактида) и полиэтиленгликоля. Были исследованы скорость растворения порогена (полиэтиленгликоля) и выход его из матрицы. А также проанализирована влияние молекулярной массы полиэтиленгликоля и его количества на способность растворения и выход из матрицы. Продемонстрировано, что не весь полиэтиленгликоль уходит из матрицы, однако его остаточное содержание не оказывает токсического влияния на клетки. С помощью метода сканирующей электронной микроскопии исследована структура полученных матриц, размер пор и их распределение. Для увеличения биосовместимости поверхность пористых матриц была модифицирована белком внеклеточного матрикса – коллагеном.

На модифицированных и немодифицированных пористых плёнках исследовано поведение клеток кожи человека – кератиноцитов.

Е.П. Ширшова, Н.Р. Габитова

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ СЛОЖНОЙ  
ФОРМЫ НА ОСНОВЕ СВЕРХВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО  
ПОЛИЭТИЛЕНА, НАПОЛНЕННОГО ЧАСТИЦАМИ ЦЕОЛИТА

Руководитель Т.А. Ананьева

Санкт-Петербургский университет технологии и дизайна

Кафедра наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов

Из сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) бесфильтренным формованием были получены волокна по методу геле-технологии. При переходе от парафина, используемого ранее в качестве растворителя, к вазелиновому маслу наблюдалось увеличение вязкости эквипонцентрированных растворов, что позволяло при формовании использовать 1 % растворы. Длина вытянутых геле-волокон составляла от 0,5 до 3 м, толщина колебалась в пределах 150–290 мкм.

Наполнение растворов СВМПЭ сорбционно-активными частицами позволяет создавать за счёт капиллярно-ячеистой структуры низкоконцентрированного раствора и сорбционных свойств наполнителя материалы с уникальными свойствами.

В работе были получены волокна, наполненные до 30 % частицами цеолита размером 1–100 нм. Толщина геле-образцов колебалась от 200 до 480 мкм. Элементарные ксерогель-волокна получить сложно ввиду сильной усадки и слипания отдельных волокон в процессе сушки. Для устранения данного недостатка предложено использовать не экстрагированные геле-волокна.

Композиционный материал (КМ) сложной формы получали намоткой геле-волокон на перфорированную металлическую паковку в 3 и более слоёв параллельно-прекрасным способом и скреплением этих слоёв. Экстрагированные образцы имели толщину 85–140 мкм.

Образцы КМ исследовали методом ИК-Фурье спектроскопии в поляризованном свете. Полученные волокна имели низкую ориентацию. Путём обработки ИК спектров построены кривые распределения рассеивающих частиц. Установлено, что размер пор в ненаполненных образцах находится в пределах 2,1–2,7 мкм. При введении частиц цеолита размер рассеивающих частиц уменьшается до 1,6 мкм, что может быть объяснено склонностью наночастиц к агрегации и влиянием наполнителя на волокнообразующую структуру прядильного раствора. При наполнении растворов СВМПЭ наблюдалось падение вязкости раствора, уменьшение толщины и длины формируемых волокон. Вследствие высокой сорбционной способности используемого наполнителя, а также наличия пористой матрицы данные материалы можно рекомендовать в качестве сорбентов.

*Работа выполнена при финансовой поддержке фонда Бортника по программе УМНИК-2008 № 8448 и гранта СПбГУТД аспирантов и молодых учёных 2008.*

Г.К. Шмелёв

ДИСПЕРСИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИТОВ  
НА ОСНОВЕ ПЛЁНОК P(VDF-TrFE) С НАНОВКЛЮЧЕНИЯМИ  
КЕРАМИКИ ЦТС И ЖЕЛЕЗА

Руководители: А.А. Богомолов, А.В. Солнышкин

Тверской государственный университет  
Кафедра физики сегнето- и пьезоэлектриков

Полярные материалы, обладающие пьезоэлектрическими, пироэлектрическими и сегнетоэлектрическими свойствами, широко используются в качестве функциональных элементов различных электротехнических устройств в современной электронике.

В последнее время наиболее актуально направление по получению материалов, обладающих свойствами полимеров и классических сегнетоэлектриков. Такими объектами являются композиционные плёнки на основе полимерных материалов с добавлением сегнетоэлектриков, например титаната-цирконата свинца (ЦТС).

Цель настоящей работы – исследовать диэлектрические характеристики плёнок сополимера поли(винилиденфторида-трифторэтилена) P(VDF-TrFE) и композитные плёнки на его основе с добавками керамического сегнетоэлектрика ЦТС, а также образцы, содержащие нановключения железа (Fe).

Образцы с нановключениями керамики и железа изготавливались методом кристаллизации из раствора при добавлении в него перемолотой в шаровой мельнице керамики ЦТС.

Установлено, что наличие керамических включений в полимерной матрице приводит к росту вещественной и мнимой частей диэлектрической проницаемости системы P(VDF-TrFE)+ЦТС во всём исследуемом частотном диапазоне от 40 до 106 Гц. Необходимо отметить, что наличие нановключений железа в композитном материале P(VDF-TrFE)+(ЦТС+Fe) приводит к уменьшению обеих компонент диэлектрической проницаемости во всем исследуемом интервале частот по сравнению с образцами P(VDF-TrFE)+ЦТС. Причина наблюдаемого эффекта к настоящему моменту не установлена и требует дальнейших исследований.

С использованием метода АСМ установлено, что кристаллическая фракция P(VDF-TrFE) состоит из ламелярных кристаллов, относящихся к полярной  $\beta$ -фазе. Показано, что размеры включений керамики ЦТС колеблются в пределах 0,5–3 мкм. Методом магнитной силовой микроскопии установлено, что включения железа имеют размер  $\sim 50$  нм.

А.А. Яковлев

## ИЗМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГИПСА С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСОНОВ\*

Руководитель В.М. Никольский

Тверской государственной университет  
Кафедра неорганической и аналитической химии

Введение в рецептуру гипсовых вяжущих компонентов, способных управлять скоростью растворения материалов, позволяет корректировать технологические характеристики вяжущих [1]. К таким корректирующим добавкам относятся, например, комплексоны.

Для проведения исследований использовался гипс марки Г-6 и два комплексона: этилендиамин-N,N,N',N'-тетрауксусная кислота (ЭДТУК) и этилендиамин-N,N'-диянтарная кислота (ЭДДЯК).

Приготовление гипсового теста производилось путём смешивания гипсового вяжущего с раствором затворения в соотношении 100:60 по массе [2]. После смешивания включали секундомер для определения времени схватывания гипсового теста. Результаты исследования представлены в таблице:

Количество комплексона, %	Время окончания схватывания, мин	
	ЭДТУК	ЭДДЯК
0,005	26	35
0,01	26	53
0,03	27	110
0,05	27	190
0,1	29	350
Контрольная проба	26	

Из таблицы следует, что в качестве замедлителя схватывания гипса классический комплексон (ЭДТУК) практически не эффективен, тогда как комплексон, содержащий в своем составе янтарную кислоту (ЭДДЯК) в количестве 0,1 % увеличивает срок схватывания в 13,5 раз по сравнению с контрольным образцом.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.С. 1375604 СССР. Вяжущее / Горелов И.П., Никольский В.М., Мухометзянов А.Г. Опубл. 23.02.88. Бюл. № 7.
2. Никольский В.М. // Строительные материалы. 2004. № 7. С. 62–64.

\* представляется также для участия в программе «У.М.Н.И.К.».

И.А. Яковлев

ЛАЗЕРНАЯ ЗАКАЛКА С ФОРМИРОВАНИЕМ РАВНОМЕРНОГО  
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МИКРОТВЁРДОСТИ.

Руководитель М.С. Разумов

Тверской государственный технический университет  
Кафедра технологии металлов и материаловедения

Классический способ упрочнения режущих кромок матриц осуществляется с использованием линейной схемы упрочнения, когда зоны воздействия лазерных импульсов, следующих последовательно друг за другом, располагаются с определённым перекрытием в один ряд вдоль рабочей кромки. Недостатком такого рода процесса является наличие зон отпуска в областях перекрытия, а также необходимость применения поглощающих покрытий, так как упрочнение без чернения обрабатываемых поверхностей характеризуется большим разбросом глубины упрочнённых слоёв.

Предложен способ, позволяющий упрочнять боковые поверхности на высоту, равную суммарной величине всех переточек при работе штампа, при минимальных затратах и себестоимости независимо от конфигурации и размеров боковой поверхности, при высокой технологичности процесса и качестве упрочнённого слоя. Способ заключается в том, что в процессе снятия припусков наплавленного металла лучом лазера в приповерхностных слоях по всей области реза формируется зона упрочнения.

В настоящей работе оценена возможность равномерного упрочнения металла по всей высоте газолазерного реза. Для проведения исследований пластину из быстрорежущей стали марки Р6М5 разрезали на лазерном комплексе «Vysprint 2» фирмы «Bystronic». Микротвёрдость упрочнённого слоя исследовали по торцевым сечениям образцов на оптическом металлографическом микроскопе МИМ-8. Упрочнение и глубину закалённого слоя оценивали по микротвёрдости наплавленного металла в ЗЛВ на ПМТ-3 согласно ГОСТ 2999-75.

Исследование показало, что в процессе ГЛР в поверхностной зоне обрабатываемого металла образовалась ЗЛВ с равномерным упрочнением по всей высоте реза без применения поглощающих покрытий, а способ позволил исключить появление зон перекрытия с пониженной микротвёрдостью.

Таким образом, газолазерная резка может успешно применяться не только как разделительная операция, но и как операция упрочнения рабочих кромок разделительных штампов.

## *АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ*

А.В. Алферова.....	3
Е.С. Анискина.....	4
А.И. Арефьев, Ю.С. Кошкидько.....	5
М.С. Афанасьев.....	6
И.А. Барабонова.....	7
А.В. Баранов.....	8
И.А. Беляков, А.А. Быховец, М.В. Каменщиков.....	9
А.Г. Бембель.....	10
П.В. Бойков.....	11
А.В. Бурцев, А. Юпатов.....	12
А.Д. Васильев, М.И. Шиков.....	13
Н.И. Велюханов.....	14
Л.Н. Вихарева.....	15
В.А. Волков.....	16
Е.А. Волохин, А.Н. Михайлова.....	17
Е.А. Волохин, А.Н. Михайлова.....	18
Е.А. Волохин, А.Н. Михайлова.....	19
К.О. Воробьёва.....	20
Д.Ю. Воронович.....	21
А.К. Гасанова.....	22
А.В. Глуховец.....	23
Е.П. Голикова, Н.В. Растаева.....	24
А.Ю. Голубихин.....	25
А.В. Горячая, З.Б. Артыкова, А.Н. Кусков.....	26
А.В. Горячая, З.Б. Артыкова, А.Н. Кусков.....	27
О.В. Грищенко.....	28
Д.В. Груздков.....	29
П.В. Гусев, Д.А. Чалова.....	30
А.Ю. Данилов.....	31
Д.В. Друина.....	32
М.М. Елицкий.....	33
О.В. Жданова.....	34
Н.А. Жукова.....	35
О.Е. Журавлёв.....	36
Н.В. Звягинцев.....	37
А.В. Зинкевич, И.Г. Катков, П.Л. Чащин.....	38
Н.В. Золотарева.....	39
А.А. Зубреева.....	40
Н.В. Ильяшенко, В.Д. Ильяшенко.....	41
Н.В. Ильяшенко, В.Д. Ильяшенко.....	42
А.Ю. Карпенков.....	43

Д.Ю. Карпенков, А.Ю. Карпенков .....	44
В.А. Кизилин.....	45
К.А. Кирсанова .....	46
Д.Ю. Константинов.....	47
М.С. Корзин .....	48
Ю.С. Королёва .....	49
А.Е. Корольков .....	50
Ю.С. Кошкидько.....	51
Ю.С. Ксюнина, П.А. Беляев .....	52
Е.А. Кудряшова .....	53
Е.В. Кудряшова.....	54
С.Н. Кузнецов .....	55
Е.А. Куроткина, А.Ю. Кузнецов.....	56
С.В. Лапшин.....	57
К.В. Лемза .....	58
Е.С. Лившиц.....	59
П.С. Лихуша.....	60
Д.И. Ляпунова <sup>1</sup> , И.В. Михайлов <sup>2</sup> .....	61
Е. Макарова.....	62
Д.А. Макозюба, Т.М. Ступина .....	63
Е.А. Маслякова, А.А. Пожелаев .....	64
С.В. Мединцев .....	65
О.Н. Миронова, А.Н. Николаева.....	66
А.М. Михаилиди.....	67
О.О. Михайлова .....	68
Д.Н. Многолесова.....	69
М.С. Мурзанов, Д.А. Дмитриев .....	70
Е.М. Мухина .....	71
Е.Н. Мясникова.....	72
А.В. Немкин, А.А. Боровиков.....	73
А.В. Нигоматулин .....	74
Д.Ю. Нилов, Е.В. Журавлев, В.В. Гребешков.....	75
В.В. Новикова .....	76
А.А. Петрова .....	77
П.А. Петрочков.....	78
Т.П. Петушкова.....	79
А.В. Питык, И.В. Заонегина.....	80
А.В. Прокофьева.....	81
Н.А. Пугачёв, А.Б. Залетов.....	82
М.С. Разумов.....	83
В.С. Савельева .....	84
И.П. Санников.....	85
А.Н. Семёнов .....	86

В.И Синекон, Я.И. Никитышев.....	87
В.Е. Ситникова, Я.В. Андрианова .....	88
Д.С. Скокова .....	89
Р.Ф. Смирнов .....	90
Д.Н. Соколов.....	91
В.М. Спиридонова.....	92
Е.С. Счастьева, А.Ю. Лебедева.....	93
Н.В. Тепляков .....	94
Е.А. Тисленко .....	95
Л.Н. Толкачева.....	96
А.С. Трошкин.....	97
Р.В. Туровцев .....	98
Т.С. Фёдорова .....	99
Д.Ю. Фокина .....	100
Ю.В. Францева, А.Н. Семёнов.....	101
И.И. Хотеев .....	102
Д.Н. Чернов .....	103
Н.С. Черных .....	104
Ю.А. Швед .....	105
Е.П. Ширшова, Н.Р. Габитова.....	106
Г.К. Шмелёв .....	107
А.А. Яковлев .....	108
И.А. Яковлев .....	109