

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М. АКУМЛЫ
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ С ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМ ЦЕНТРОМ УНЦ РАН
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ МОЛЕКУЛ И КРИСТАЛЛОВ УНЦ РАН
ИНСТИТУТ МЕХАНИКИ УНЦ РАН

УДК 51+53
ББК 22.1+22.3
Ф94

*Сборник издан при финансовой поддержке РФФИ
(проект № 13-01-06832_мол_г)
и за счет внебюджетных средств БашГУ*

Редакционная коллегия:

доктор физико-математических наук, профессор **Б.Н. Хабибуллин**
(ответственный редактор);
доктор физико-математических наук, профессор **Е.Г. Екомасов**
(ответственный редактор);
кандидат физико-математических наук, доцент **Ф.К. Закирьянов**;
кандидат физико-математических наук **Ф.Б. Хабибуллин**;
кандидат химических наук, ст. преп. **В.В. Чернова**;
инженер **А.М. Юрьева**;
аспирант **Л.А. Габдрахманова**

**ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА
И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ**

**Тезисы докладов
VI Международной школы-конференции
для студентов, аспирантов и молодых ученых**

**9-13 октября 2013 г.
г. Уфа**

Фундаментальная математика и ее приложения в естествознании:
тезисы докладов Международной школы-конференции для студентов,
аспирантов и молодых ученых /отв. ред. Б.Н. Хабибуллин, Е.Г. Екомасов. -
Уфа: РИЦ БашГУ, 2013. - 324 с.

ISBN 978-5-7477-3322-0

В сборнике помещены тезисы докладов участников международной
школы-конференции для студентов, аспирантов и молодых ученых
«Фундаментальная математика и ее приложения в естествознании».

Тезисы докладов воспроизводятся с представленных авторами
оригиналов.

**У ф а
РИЦ БашГУ
2013**

ISBN 978-5-7477-3322-0

УДК 51+53
ББК 22.1+22.3

© БашГУ, 2013

ФИЗИКА

СЕКЦИЯ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА»

УДК 517.9, 519.633

КИНК-ПРИМЕСНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В МОДЕЛИ СИНУС-ГОРДОНА

Кудрявцев Р.В., Абакумова Н.Н., Богомазова О.Б., Гумеров А.М.
Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

За последние десятилетия в теории солитонов был сделан значительный шаг вперед [1,2] для уравнений гиперболического типа, обладающих сильно нелинейными свойствами. Например, солитоны модифицированного уравнения синус-Гордона (МУСГ) моделируют различные локализованные динамические возбуждения физических систем [2,3].

Представляет интерес детальное изучение механизма взаимодействия кинков с примесями, когда размеры одиночной локализованной пространственной модуляции периодического потенциала (ПМПП) соизмеримы с размерами кинка, с учетом влияния внешней силы и затухания и в системе, где имеются две одинаковые локализованные ПМПП. Для этого была разработана программа [4], реализующая высокую точность численного решения МУСГ. Численно найдены зависимости частоты и амплитуды примесных мод от параметров одиночной протяженной ПМПП. Было показано, что явление отражения в этом случае качественно происходит так же, как и для точечного дефекта [2]. С помощью теории возмущений [2], учитывающей возможность зарождения примесных мод, получена система уравнений для координаты центра кинка и амплитуды примесной моды с учетом внешней силы и затухания. Построенная аналитическая модель может качественно описать найденные численно свойства кинк-примесных взаимодействий. Для случая двух одинаковых локализованных ПМПП численно найдены все возможные сценарии кинк-примесного взаимодействия и обнаружено интересное явление – «квazitуннелирование» кинка через области притягивающих потенциалов.

Литература

1. Белова Т. И., Кудрявцев А. Е. // Солитоны и их взаимодействия в классической теории поля. УФН. 1997. т.167. №4. с.377.
2. Браун О. М., Кившарь Ю. С. // Модель Френкеля-Контровой. Концепции, методы, приложения. М.: Физматлит. 2008. 536с.
3. Шамсутдинов М. А., Ломакина И. Ю., Назаров В. Н., Харисов А. Т., Шамсутдинов Д. М. // Ферро- и антиферромагнитодинамика. Нелинейные колебания, волны и солитоны. М.: Наука. 2009. 452с.

4. Гумеров А. М., Екомасов Е. Г., Муртазин Р. Р. // Моделирование динамики доменных границ в слабых ферромагнетиках Хроники объединенного фонда электронных ресурсов <Наука и образование>. № 5. 2010. URL: <http://ofernio.ru/portal/newspa-per/ofernio/2010/5.doc> (дата обращения: 11.05.2010).

© Кудрявцев Р.В., Абакумова Н.Н.,
Богомазова О.Б., Гумеров А.М.2013г.

УДК 620.179.14

АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О ЦИЛИНДРЕ КОНЕЧНОЙ ДЛИНЫ В ПОСТОЯННОМ ОДНОРОДНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Загидулин Т.Р.

Уфимский государственный авиационный технический университет
г. Уфа, Россия

При решении электротехнических и других инженерных задач иногда возникает необходимость расчета возмущения постоянного однородного магнитного поля при внесении в него сплошного цилиндра из однородного изотропного магнитного материала [1]. В классических и современных учебно-научных изданиях приводится решение данной задачи в частной постановке, когда цилиндр имеет бесконечную длину [2, 3]. Однако полученное аналитическое решение имеет весьма ограниченную применимость на практике.

В настоящей работе предлагается приближенное решение данной задачи методом скалярного магнитного потенциала в общем случае цилиндра произвольной длины, а также производится оценка точности найденного решения и анализ его применимости на практике.

Пусть цилиндр магнитной проницаемостью μ_1 находится в среде магнитной проницаемостью μ_2 с однородным магнитным полем $\vec{H} = \vec{n}_x H_0$. Радиус цилиндра равен R , ось цилиндра совпадает с осью z системы координат, а длина L ограничена с торцов плоскостями $z=z_1$ и $z=z_2$. В первом приближении в системе СИ компоненты магнитного поля цилиндра можно рассчитать по формулам [3]:

$$\vec{H}(\vec{r}) = -grad \varphi_M(\vec{r}), \quad (1a)$$

$$\varphi_M(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi} \int_{z_1}^{z_2} \int_0^{2\pi} \frac{\sigma(\varphi') R d\varphi' dz'}{\sqrt{(\rho \sin \varphi - R \sin \varphi')^2 + (\rho \cos \varphi - R \cos \varphi')^2 + (z - z')^2}},$$

где $\sigma(\varphi') = (\mu_1 - \mu_2) H_0 \cos \varphi'$ – распределение поверхностной плотности фиктивного магнитного заряда цилиндра, вектор \vec{r} имеет координаты (ρ, φ, z) в цилиндрической системе координат.

Основная сложность метода скалярного потенциала состоит в вычислении интеграла (1б), что в данном случае приводит к громоздким и трудно анализируемым выражениям, включающим в себя специальные математические функции из класса цилиндрических функций [4]. Данную сложность можно обойти, если произвести достаточно точную аппроксимацию подынтегрального выражения (1б) более простой алгебраической функцией. При аппроксимации функциями гармонического вида, по аналогии с преобразованием Фурье, получаем следующее выражение скалярного магнитного потенциала цилиндра:

$$\varphi_M(\vec{r}) = \frac{(\mu_1 - \mu_2)H_0\rho R^2 \cos\varphi}{8} \left[\frac{1}{f(\vec{r}, R, z_1)} + \frac{1}{f(\vec{r}, -R, z_1)} - \frac{1}{f(\vec{r}, R, z_2)} - \frac{1}{f(\vec{r}, -R, z_2)} \right], \quad (2)$$

где функция

$$f(\vec{r}, \pm R, z_{1,2}) = \sqrt{\rho^2 + R^2 \pm \rho R + (z_{1,2} - z)^2} \left[(z_{1,2} - z) + \sqrt{\rho^2 + R^2 \pm \rho R + (z_{1,2} - z)^2} \right].$$

Для того чтобы выражение (2) можно было сравнивать с точным пространственным распределением скалярного потенциала магнитного поля бесконечного цилиндра [3], в нем следует произвести подстановку предельных значений $z_1 \rightarrow -\infty$ и $z_2 \rightarrow +\infty$:

$$\varphi_M(\vec{r}) = -\frac{(\mu_1 - \mu_2)H_0\rho R^2 \cos\varphi}{4} \left[\frac{1}{\rho^2 + R^2 + \rho R} + \frac{1}{\rho^2 + R^2 - \rho R} \right] \quad (3)$$

Пространственное распределение скалярного потенциала магнитного поля бесконечного цилиндра (3), представленное на рис.1а в виде поперечного сечения эквипотенциальных поверхностей, качественно и количественно согласуется с точным его распределением [3], приведенным на рис.1б.

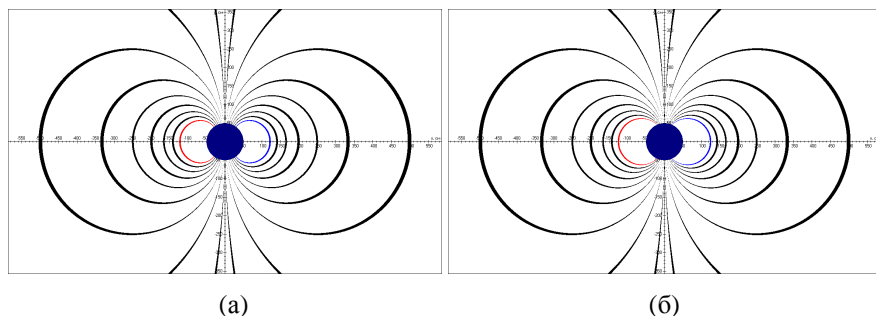


Рис. 1. Эквипотенциальные линии магнитного поля бесконечного цилиндра радиуса 500 мм
а – приближенный расчет по формуле (3), б – точный расчет [3]

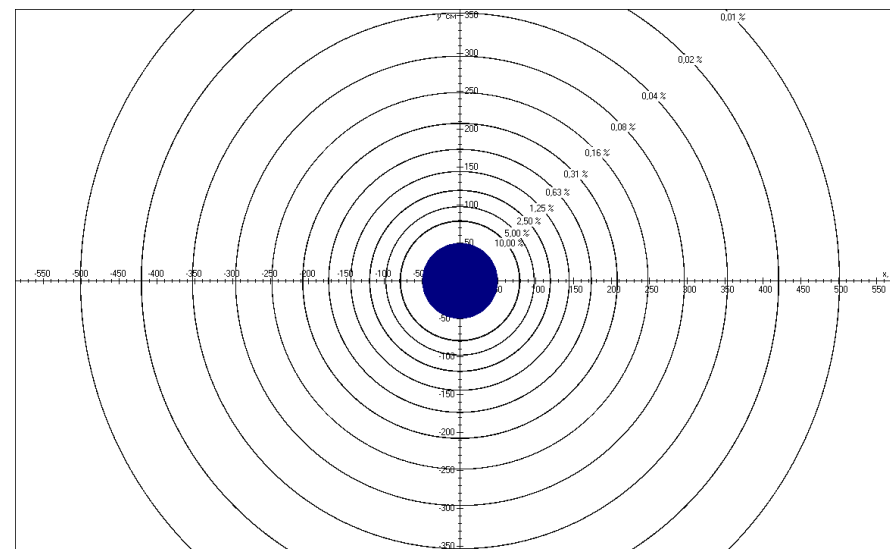


Рис. 2. Распределение относительной погрешности расчета скалярного потенциала магнитного поля цилиндра радиуса 500 мм

На рис. 2 приводится распределение относительной погрешности расчета величины скалярного потенциала магнитного поля цилиндра в виде линий равного уровня в плоскости поперечного сечения цилиндра.

Можно показать аналитически, что геометрическое место точек пространства, в которых скалярный потенциал магнитного поля вычислен с одинаковой точностью, образует коаксиальные цилиндрические поверхности, при этом погрешность данного решения не превышает 5% во всех точках пространства, кроме тех, которые лежат внутри цилиндра радиуса $2R$.

Литература

1. Электромагнитные поля в энергетических и технологических установках: Сб. науч. тр. / АН УССР, Ин-т пробл. энергосбережения, Ин-т электродинамики. – Киев: Ин-т пробл. энергосбережения, 1988. – 144 с.
2. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле: Учебник. – 10-е изд., стереотипное. – М.: Гардарики, 2003. – 317 с.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. – М.: Наука, 1982. – 620 с.
4. Янке Е., Эмде Ф., Лёш Ф. Специальные функции. – Перевод с 6-го переработанного немецкого издания под ред. Седова Л.И. – 2-е изд., стереотипное. – М.: Наука, 1968. – 344 с.

МОДЕЛЬНАЯ ЗАДАЧА С ДВУМЯ КВАНТОВЫМИ ЧАСТИЦАМИ, НАПОМИНАЮЩАЯ АТОМ ВОДОРОДА.

Шарипов Р.А.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Стандартная модель атома водорода описывается уравнением Шрёдингера, в котором взаимодействие электрона и протона задаётся кулоновским потенциалом. Несмотря на блестящее подтверждение этой модели спектротрическими экспериментами, есть вопросы к логике этой модели. Кулоновский потенциал соответствует взаимодействию двух неподвижных точечных зарядов. Электрон и протон в атоме водорода являются квантовыми частицами, не имеющими определённого положения в пространстве. Принято говорить об электронном облаке и распределении заряда электрона в этом облаке. Аналогичное облако, хотя и более компактное и плотное, соответствует распределению заряда протона. Так почему же электрон и протон, будучи распределёнными зарядами, создают электромагнитное поле точечных зарядов и взаимодействуют как точечные заряды?

Другой вопрос связан с наложением внешнего электромагнитного поля на атом водорода. При описании эффектов Зеемана и Штарка внешнее электромагнитное поле вводится в уравнение Шрёдингера принципиально иным способом, отличающимся от прямого написания слагаемого с потенциалом взаимодействия. Этот способ известен как минимальное связывание (minimal coupling). Он более последователен и учитывает калибровочную симметрию электромагнитного поля. Так почему же одно и то же по своей природе поле делится на две части, которые описываются столь по-разному в рамках одного уравнения?

В связи с вышеизложенным в [1] автором доклада была предложена к рассмотрению модель с двумя квантовыми противоположно заряженными частицами, в которой электромагнитное поле, описывающее их взаимодействие, вводится только через минимальное связывание. Автору не удалось простыми соображениями свести её к стандартной модели атома водорода ни в точном, ни в каком-либо приближённом смысле. Поэтому модель выносится на суд широкой публики. Доклад посвящён обсуждению предложенной модели и обзору математических результатов, полученных для неё в работе [1].

Литература

1. Sharipov R. A. A model with two quantum particles similar to the hydrogen atom. // E-print arXiv:1308.0221 in Electronic Archive <http://arXiv.org>.

© Шарипов Р. А., 2013 г.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СВЕРХУПРУГОСТИ В ОДНООСНО-НАПРЯЖЕННОМ КУБИЧЕСКОМ КРИСТАЛЛЕ С ЭФФЕКТОМ ПАМЯТИ

Гущарина Н.В., Соколовский В.В.

Челябинский государственный университет, г. Челябинск, Россия

С точки зрения фундаментальной физики, исследования сплавов Гейслера интересны, потому что в них может наблюдаться достаточно сложная последовательность фазовых переходов, при которых меняются различные характеристики исследованных сплавов. Такие как магнитный эффект памяти формы, сверхпластичость, свехупругость. [1].

В данной работе представлено исследование мартенситных фазовых переходов в одноосно-напряженном кубическом кристалле, на примере сплава Ni₂MnGa, с помощью функционала Ландау с двухкомпонентным параметром порядка [2]. Моделировалась фазовая диаграмма и петля гистерезиса в координатах «напряжение-деформация» при нагрузке разгрузке кристалла вблизи области мартенситного перехода. Свободная энергия структурной подсистемы с приложенной равномерной нагрузкой ($\bar{\sigma}$) вдоль оси z имеет вид:

$$\Phi = c_2(u_2^2 + u_3^2)/2 + a_4 u_3(u_3^2 + 3u_2^2)/3 + b_4(u_2^2 + u_3^2)^2/4 - \bar{\sigma}u_3/3. \quad (1)$$

Здесь, c_2 - модуль упругости; a_4, b_4 - феноменологические константы; u_2, u_3 - параметры порядка, характеризующие деформацию кристалла при переходе из кубической фазы в орторомбическую или в тетрагональную фазу, соответственно. В кубической фазе $u_2, u_3 = 0$. Температура (T) в неявном виде входит в модуль упругости $c_2 = \alpha(T - T_0)$, где T_0 - температура фазового перехода. Для простоты расчетов была использована безразмерная температура и напряжение: $\theta = 4c_2 b_4 / a_4^2$, $\sigma = 4\bar{\sigma} b_4^2 / 3a_4^3$.

В результате исследования установлено, что приложение внешней нагрузки приводит к нарушению эквивалентности мартенситных вариантов или доменов, что приложение положительной нагрузки (растяжение) к кубическому кристаллу приводит к мартенситному переходу в орторомбическую фазу, тогда как его сжатие приводит к переходу в тетрагональную фазу.

Литература

1. Vasil'ev A.N., Buchelnikov V.D., Takagi T. et al., Phys. Uspekhi, 46, 559 (2003).
2. Chernenko V.A., L'vov V.A., Philos. Mag. A, 73, 999, (1996).

© Гущарина Н. В., 2013г.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАРОЖДЕНИЯ МАГНИТНЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ В МАГНЕТИКАХ С НЕОДНОРОДНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Муртазин Р.Р.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Исследования в области физики конденсированного состояния и магнетизма традиционно являются основой для создания новых функциональных материалов с улучшенными или необычными физическими свойствами. Слабые ферромагнетики (СФМ) обладают большим многообразием различных магнитных и оптических свойств, изучение которых, позволяет, исследовать и свойства, общие для широкого класса магнитоупорядоченных кристаллов [1]. Так как технические характеристики многих устройств магнитоэлектроники определяются статическими и динамическими характеристиками магнитных неоднородностей, практический интерес вызывает изучение статистики и динамики доменной стенки (ДС) в СФМ.

В работе рассматривался бесконечный СФМ типа редкоземельного ортоферрита в высокотемпературной магнитной фазе. Уравнение Ландау-Лифшица в безразмерных переменных, описывающее динамику ДС имеет вид:

$$\nabla(g(\vec{r}) \cdot \nabla \theta) - \ddot{\theta} - \frac{1}{2} f(\vec{r}) \sin 2\theta = h \sin \theta + \alpha \dot{\theta}, \quad (1)$$

где α - константа затухания, h - внешнее магнитное поле, $f(\vec{r})$, $g(\vec{r})$ - функции, описывающие неоднородности константы магнитной анизотропии и параметра обменного взаимодействия соответственно. Распределение намагниченности в начальный момент времени задавалось в виде ДС $\theta_0(x) = 2 \arctg(e^x)$, находящейся вне области дефекта. Граничные условия по переменной x имеют значения $\theta(\pm \infty, y) = 0, \pi$; по переменной y - свободные.

В работе рассматривается динамика прохождения ДС с постоянной начальной скоростью через область неоднородности или дефекта. После прохождения центра ДС области дефекта, происходит зарождение магнитной неоднородности в виде уединенной нелинейной волны колокколообразного вида. Одновременно наблюдается излучение объемных волн и уединенных изгибных волн на ДС. В области дефекта в зависимости от различных значений параметров неоднородности материала наблюдалось зарождение и эволюция локализованных динамических магнитных неоднородностей типа пульсона и 2D-солитона. Найдены зависимости

амплитуд, размеров и частот колебаний магнитных неоднородностей от значений параметров, описывающих дефект.

Литература

1. В.Г. Барьяхтар, Б.А. Иванов, М.В. Четкин. УФН **146**, 417 (1985).

РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ПРОХОЖДЕНИЯ СПИНОВОЙ ВОЛНЫ ОТ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА ДВУХ ПОЛУБЕСКОНЕЧНЫХ ФЕРРОМАГНЕТИКОВ С ОТЛИЧАЮЩИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Ахметова А.А., Харисов А.Т.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Стремительный прогресс в области спинтроники вызывает необходимость разработки новых материалов и устройств, в которых возможно использовать преимущества высокочастотных спиновых волн, такие как малые потери на затухание, большие возможности управления дисперсионными характеристиками. В работе рассматривалось поведение спиновой волны на границе двух полубесконечных ферромагнетиков с отличающимися значениями констант магнитной анизотропии, обменного взаимодействия и значения намагниченности насыщения. Для решения данной задачи используют два метода: квантово-механический подход и феноменологический метод [1], примененный в данной работе. Согласно [1], для описания распространения спиновой волны применяется уравнение Ландау-Лифшица:

$$\frac{\partial \vec{M}_e(\vec{r}, t)}{\partial t} = -\gamma [\vec{M}_e(\vec{r}, t) \times \vec{H}_e(\vec{r}, t)], \quad (1)$$

где $\vec{H}_e(\vec{r}, t)$ - напряженность эффективного магнитного поля, учитывающая вклад внешнего магнитного поля, поля магнитной кристаллографической анизотропии, обменного и размагничивающего полей, γ - гиромагнитное отношение. Данное уравнение совместно с граничными условиями (обычные электродинамические граничные условия и дополнительные граничные условия, описывающие закрепление спинов на границе раздела ферромагнетиков) после линеаризации представляет собой СЛАУ. Решение данной СЛАУ без учета влияния магнитной кристаллографической анизотропии и действия размагничивающего поля было получено в [2]. Представляет интерес использование граничного условия, рассмотренного в [3].

Было получено значение коэффициента прохождения спиновой волны от границы раздела двух полубесконечных ферромагнетиков и тонкой магнитной пленки, помещенной между полубесконечными одинаковыми

ферромагнетиками. Была получена зависимость значений коэффициентов отражения и прохождения спиновой волны от величины параметра закрепления спинов; также было рассмотрено граничное условие [3].

Литература

1. Гуревич А.Г., Мелков Г.А. Магнитные колебания и волны. М: Наука, 1994. 462 с.
2. Nikitov S.A., Tailhadesa Ph., Tsaib C.S. Spin waves in periodic magnetic structures –magnonic crystals. //J. Magn. Magn. Mater. 2001–V. 236. – p. 320-330.
3. Шамсутдинов М.А., Хабибуллин И.Т., Харисов А.Т., Танкеев А.П. Динамика магнитного кинка в обменно-связанных ферромагнитных слоях.//ФММ. 2009. Т. 108. в. 4.с. 345-358.

УДК 523.11

SCHWARZSCHILD-ELLIS WORMHOLE STABILITY ANALYSIS

Khaybullina A.R., Izmailov R.N.

M. Akmulliah Bashkir state pedagogical university, Ufa, Russia

Wormholes are topological tunnels in the spacetime, however their construction requires exotic matter that violates some energy conditions. One of ways to do so is to build a thinshell wormhole where all the exotic matter is confined to a thin shell. The construction is based cutting and pasting (Visser surgery) two arbitrary spherically symmetric spacetimes at some suitable common radius. To do that, we employ a novel technique, recently developed by Garcia, Lobo and Visser [1]. We choose Schwarzschild exterior metric and the zero mass Ellis wormhole metric, both asymptotically flat, and glue them together. The interesting feature of the composite bulk spacetime is that the total mass on both sides of the shell, excluding the shell itself, is zero.

Ellis solution [2] under consideration is given by ($G = c = 1$):

$$d\tau^2 = -dt^2 + dl^2 + (l^2 + m^2)[d\theta^2 + \sin^2\theta d\varphi^2] \quad (1)$$

$$\phi(l) = \sqrt{2}\left[\frac{\pi}{2} - \tan^{-1}\left(\frac{l}{m}\right)\right] \quad (2)$$

where $-\infty < l < \infty$ and the throat occurs at $l=0$.

GLV derived the workable master inequalities about stability around a static radius a_0 after long calculations, which are the constraint from the mass:

$$m_s'(a_0) = \frac{1}{4a_0^3} \left\{ \frac{[b_+(a_0) - a_0 b_+'(a_0)]^2}{\left[1 - \frac{b_+(a_0)}{a_0}\right]^{\frac{3}{2}}} + \frac{[b_-(a_0) - a_0 b_-'(a_0)]^2}{\left[1 - \frac{b_-(a_0)}{a_0}\right]^{\frac{3}{2}}} \right\} + \frac{1}{2} \left\{ \frac{b_+''(a_0)}{\sqrt{1 - \frac{b_+(a_0)}{a_0}}} + \frac{b_-''(a_0)}{\sqrt{1 - \frac{b_-(a_0)}{a_0}}} \right\} \quad (3)$$

We glue Schwarzschild exterior with Ellis zero mass metric at some static radius $r = a_0 > 2M$ (Schwarzschild horizon), m (Ellis throat radius). The regions $r \leq 2M$, m are surgically excised out from respective spacetimes. This a_0 is the radius of a stable static solution about which linear spherical perturbations are assumed to take place, for Schwarzschild metric we get [3]:

$$b_+ = 2M, \Phi_+ = 0 \quad (4)$$

and for Ellis wormhole metric we get:

$$b_- = \frac{m^2}{r}, \Phi_- = -\frac{1}{2} \ln\left(1 - \frac{m^2}{r^2}\right) \quad (5)$$

Thin-shell wormholes allow for this possibility but such constructions are physically meaningful only if we are able to delineate the possible parameter ranges for which stability can be achieved.

Литература

1. Garcia, N.M., Lobo, F.S.N., Visser M. // Phys. Rev. D 86, 2012, pp. 044026.
2. Ellis, H.G., Ether flow through a drainhole - a particle model in general relativity // J. Math. Phys., 1973, V.14, pp. 104-118.
3. Clément. G., //Int. J. Theor. Phys., 1984, V.23, pp.335-338.

© Khaybullina A.R., Izmailov R.N., 2013г.

УДК 535.015

ФАЗОВАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БРИЗЕРОВ В РТ-СИММЕТРИЧНОМ ОПТИЧЕСКОМ КАПЛЕРЕ

Рысаева Л.Х.,^{1,2} Сучков С.В.²

¹Башкирский государственный университет, г. Уфа Россия

²Институт проблем сверхпластичности металлов РАН, г. Уфа, Россия

В оптических системах, с симметрично расположенными областями усиления и потерь, могут распространяться сигналы, сохраняющие свою

энергию в среднем, если данная система обладает РТ-симметрией. Такие системы обладают рядом уникальных свойств, благодаря нетривиальной интерференции волн и наличию фазовых переходов. Недавно была изучена нелинейная модель плоского РТ-симметричного каплера, представляющего собой два взаимосвязанных плоских волновода с усилением в одном из них и потерями в другом [1]. В такой модели были получены бризерные решения и показано, что бризеры могут возникать в системе в результате взаимодействия солитонов. Данная динамика существенно зависит от фазы солитонов, поэтому изучение влияния фазы на результат взаимодействия представляет особый интерес.

В представленной работе изучается фазовая чувствительность взаимодействия бризерных сигналов в модели плоского РТ-каплера в зависимости от параметров модели. На Рисунке 1 представлены примеры динамики взаимодействия бризеров в зависимости от их относительной фазы.

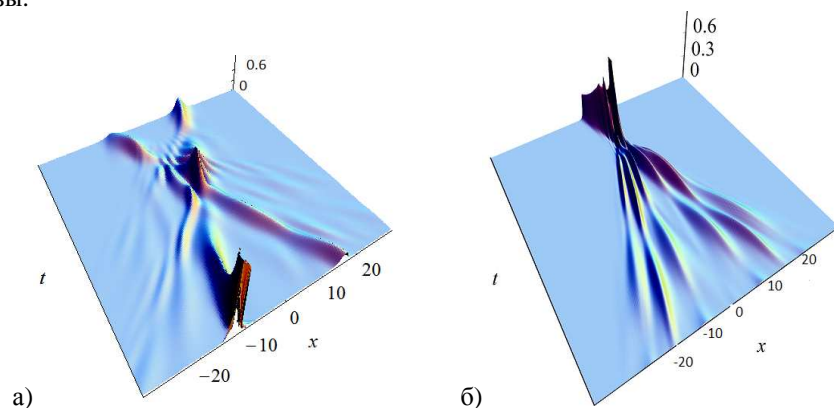


Рис. 1. Взаимодействие бризеров. На (а) - нарушение РТ-симметрии. На (б) - образование нескольких бризеров

Поскольку предугадать в какой фазе произойдет взаимодействие бризерных сигналов в реальной системе достаточно сложно, начальная фаза каждого из бризеров задавалась случайным образом. В результате численного моделирования была определена вероятность нарушения РТ-симметрии в зависимости от параметра усиления и потерь для нескольких значений амплитуд и скоростей бризеров. Также были определены основные виды динамики взаимодействия бризерных объектов.

Литература

1) I.V. Barashenkov, S.V. Suchkov, A.A. Sukhorukov, S.V. Dmitriev, Yu.S. Kivshar, // *Breathers in PT-symmetric optical couplers*, Phys. Rev. A **86**, 053809 (2012)

УДК 537.611.3, 517.9, 519.633

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ДОМЕННЫХ ГРАНИЦ С ДЕФЕКТАМИ В МОДЕЛИ СИНУС-ГОРДОНА

Гумеров А.М., Кудрявцев Р.В., Абакумова Н.Н., Богомазова О.Б.
Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Одним из теоретических направлений исследования влияния дефектов на магнитные неоднородности является учет, в рамках термодинамической теории, возможности пространственной зависимости параметров материала. В динамическом случае задача при определенных условиях сводится к изучению модифицированного уравнения синус-Гордона (УСГ) с переменными коэффициентами [1,2]. К настоящему времени разработана теория возмущений, для уравнения данного типа, позволяющая в принципе найти как движение центра масс кинка УСГ, так и изменение его формы, излучение малых колебаний [1].

Представляет интерес детальное изучение механизма взаимодействия кинков с одиночной и двойной примесью (или дефектами) с учетом влияния внешней силы и затухания. Для этого была разработана программа [3], реализующая высокую точность численного решения МУСГ. Численно найдены зависимости частоты и амплитуды примесных мод от параметров одиночной протяженных примесей. Было показано, что явление отражения в этом случае качественно происходит так же, как и для точечного дефекта [1]. С помощью теории возмущений [1], учитывающей возможность зарождения примесных мод, получена система уравнений для координаты центра кинка и амплитуды примесной моды с учетом внешней силы и затухания. Построенная аналитическая модель может качественно описать найденные численно свойства кинк-примесных взаимодействий. Для случая двух одинаковых примесей численно найдены все возможные сценарии кинк-примесного взаимодействия и обнаружено интересное явление – «квантитуннелирование» кинка через области притягивающих потенциалов. Аналитически показано, что колебания возбуждаемых локализованных примесных волн можно качественно описать системой уравнений для связанных идентичных гармонических маятников.

1. Браун О. М., Кившарь Ю. С. // Модель Френкеля-Конторовой. Концепции, методы, приложения. М.: Физматлит. 2008. 536с.

2. Шамсутдинов М. А., Ломакина И. Ю., Назаров В. Н., Харисов А. Т., Шамсутдинов Д. М. // Ферро- и антиферромагнитодинамика. Нелинейные колебания, волны и солитоны. М.: Наука. 2009. 452с.

3. Гумеров А.М., Екомасов Е.Г., Муртазин Р.Р. // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013616082 от 26.06.2013, Роспатент, 2013

© Гумеров А.М., Кудрявцев Р.В., Абакумова Н.Н., Богомазова О.Б. 2013г.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАТИЧЕСКОГО И ДИНАМИЧЕСКОГО
СЦЕНАРИЕВ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИИ КОРОВ
СВЯЗАННЫХ ВИХРЕВЫХ СОСТОЯНИЙ В НАНОСТОЛБЧАТОЙ
ПРОВОДЯЩЕЙ ТРЕХСЛОЙНОЙ СТРУКТУРЕ**

Екомасов А.Е., Степанов С.В.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Одной из актуальных проблем является разработка нового поколения высокоскоростных и эргономичных электронных устройств. Явление переключения и возбуждения осцилляций намагниченности в магнитных наноструктурах, с помощью тока достаточно большой плотности, поляризованного по спину [1] позволит увеличить скорости жестких дисков и устройств магнитной памяти до терагерцового уровня. Частоты, возбуждаемых с помощью переноса спинового момента осцилляций намагниченности в магнитных наноструктурах, могут быть перенастраиваемы, с помощью приложения внешних магнитных полей и токов, и использованы для создания перспективных радиотехнических приложений. В настоящее время большой интерес привлекает Спин-трансферный наногенератор (СТНГ) СВЧ, который отличается значительной выходной мощностью, небольшой шириной и относительно большим спектром частот даже без приложения внешнего магнитного поля. Большинство таких структур имеет два магнитных слоя, разделенных немагнитной прослойкой.

В работе проведено численное моделирование динамики намагниченности СТНГ, состоящего из трёх слоёв (Рy 4/Cu 10/Рy 15nm) кругового сечения диаметром 120 нм. Намагниченности обоих магнитных слоев находятся в вихревом состоянии. В общем случае два магнитных слоя взаимодействуют через поля размагничивания и спин-поляризованный ток, при этом, система находится во внешнем магнитном поле, перпендикулярном плоскости слоев. Когда электрический ток проходит через столбик, возбуждается режим, соответствующий связанной вихревой динамике. Проведено сравнение экспериментальных и численных результатов. Моделирование показало, что и динамический, и статический сценарии переключения наблюдаются при различных полях/токах. Расчёты проводились программным пакетом SpinPM.

Литература

1. Звездин А.К., Звездин К.А., Хвальковский А.В., УФН, 178, 4 (2008).

**ГРАВИТАЦИОННОЕ ЛИНЗИРОВАНИЕ ЧЕРНЫМИ ДЫРАМИ
В ТЕОРИИ «МИРА НА БРАНЕ»**

Мингазова Р.Ф., Измаилов Р.Н.

Башкирский государственный педагогический университет

им. М. Акмуллы, г. Уфа, Россия

В последние несколько лет космологические модели в теории «мира на бране» привлекают большое внимание исследователей. В этих моделях обычное вещество ограничивается трехмерным пространством, называемым браной, включенным в большее пространство, в котором может распространяться только гравитация. Черные дыры в качестве гравитационных линз кроме первичного и вторичного полей изображений, производят два бесконечных множества релятивистских изображений. С помощью предела сильного поля можно исследовать эти изображения, аналитический метод основан на логарифмическом и асимптотическом приближении угла отклонения.

Для сферически симметричной черной дыры с асимптотической плоскостью метрика имеет следующий вид:

$$ds^2 = -f(x)dt^2 + g(x)dx^2 + h(x)d\Omega^2 \quad (1)$$

где $x = r/r_h$ радиальная координата в единицах радиуса горизонта, α – угол отклонения как функции малых возмущений расстояния x_0

$$\alpha(x_0) = -\pi + \int_{x_0}^{\infty} 2 \left[\frac{g(x)}{h(x)} \right]^{1/2} \left[\frac{h(x)f(x_0)}{h(x_0)f(x)} - 1 \right]^{-1/2} dx \quad (2)$$

Есть два случая, когда угол отклонения может быть приближен к простым выражениям:

- Предел слабого поля: для $x_0 \gg x_{ps} > 1$ (x_{ps} радиус сферы фотона), первый член ряда Тейлора не нулевого порядка в $1/x_0$ [1].

- Предел сильного поля: $\alpha(x_0)$ расходится при $x_0 = x_{ps}$, а для $0 < x_0 - x_{ps} \ll 1$, α может быть приближен логарифмической функцией [2]:

$$\alpha(x_0) \approx -a_1 \ln(x_0 - x_{ps}) + a_2 \quad (3)$$

где a_1 и a_2 константы.

Релятивистские изображения, производимые черной дырой в качестве линзы, имеют угловое положение относительно траектории движения фотона и сильно уменьшены, что крайне усложняет наблюдения.

Литература

1. Schneider, P., Ehlers, J., Falco, E.E. Gravitational Lenses // Springer - Verlag, 1992.

2. Bozza, V. // Phys. Rev. D 66, 103001, 2002.

УДК 538.7

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СПИНОВОЙ ПЛОТНОСТИ В МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКОМ АНТИФЕРРОМАГНЕТИКЕ

Цветанский А.С.

Институт физики молекул и кристаллов УНЦ РАН, г.Уфа, Россия

Магнитоэлектрические материалы, сочетающие в себе несколько видов упорядочения (магнитное, сегнетоэлектрическое, деформационное) являются предметом активных научных изысканий, что связано с широким спектром их возможных практических приложений и новыми физическими свойствами, обусловленными наличием нескольких взаимодействующих подсистем. Изучение магнитной структуры магнитоэлектриков, ее перестройки под действием электрического и магнитного поля - является актуальным как в теоретическом, так и в прикладном аспектах, экспериментальные и теоретические исследования в этом направлении проводились в работах [1 - 3].

В данной работе рассмотрены особенности антиферромагнитной доменной структуры магнитоэлектрического антиферромагнетика феррита висмута, исследовано влияние приложенного магнитного поля на структуру антиферромагнитных доменных границ. Структура доменных границ рассчитывается на основе решения уравнений Эйлера – Лагранжа, отвечающих минимуму функционала свободной энергии

$$F = -\frac{\chi_{\perp}}{2}(H_{eff}^2 - (\mathbf{H}_{eff}\mathbf{l})^2) + A \left[\left(\frac{d\theta}{dx} \right)^2 + \sin^2 \theta \left(\frac{d\varphi}{dx} \right)^2 \right] + K_1 \sin^2 \theta + K_2 \sin^2 \theta \cos^2 \varphi - D_2 P_z(x) \left(\cos \varphi \left(\frac{d\theta}{dx} \right) - \sin \theta \cos \theta \sin \varphi \left(\frac{d\varphi}{dx} \right) \right) \quad (1)$$

где $\mathbf{H}_{eff} = \mathbf{H} + D_1 [\mathbf{l} \times \mathbf{P}]$ - эффективное магнитное поле, $\mathbf{H} = (0, H_y, 0)$ -

внешнее магнитное поле, $P(x) = \begin{cases} 1, & 0 < x < d \\ -1, & -d < \xi < 0 \end{cases}$, - электрическая

поляризация, предполагается, что в образце реализуется полосовая сегнетоэлектрическая доменная структура, K_1, K_2 - константы магнитной анизотропии, D_1, D_2 - коэффициенты однородного и неоднородного магнитоэлектрических взаимодействий, $\mathbf{l} = (\sin \theta \cos \varphi, \sin \theta \sin \varphi, \cos \theta)$ - вектор антиферромагнетизма, полярный угол отсчитывается от главной оси $C_3 \parallel \langle 111 \rangle$.

Показано, что наличие неоднородного магнитоэлектрического взаимодействия кардинально изменяет распределение спиновой плотности в

антиферромагнитном сегнетоэлектрике, приводит к выходу вектора антиферромагнетизма из плоскости разворота, что соответствует зацеплению магнитных доменных границ за сегнетоэлектрические. Магнитное поле, приложенное в плоскости, влияет на распределение спиновой плотности, приводит к изменению размеров антиферромагнитных доменов, изменяет структуру антиферромагнитных доменных границ.

Литература

1. M. Daraktchiev, G. Catalan, J. F. Scott. *Ferroelectrics* **375**, 122 (2008).
2. E. Hanamura, Y. Tanabe. *J. Phys.Soc.Jap.* **72**, 2959 (2003).
3. З.В. Гареева, А.К. Звездин. *ФТТ Т.52*, в. 8, с. 1595 -1601 (2010).

© Цветанский А.С., 2013г.

УДК 537.6

ГЕНЕРАЦИЯ СПИН ДВИЖУЩЕЙ СИЛЫ В МАГНИТНОЙ СОЛИТОННОЙ РЕШЕТКЕ

Синицын Вл.Е.¹, Овчинников А.С.¹, Бострем И.Г.¹, Кишине Дж.²

¹Институт естественных наук, УрФУ, г. Екатеринбург, Россия

²Graduate School of Arts and Sciences, The Open University of Japan, Japan

Киральные магнетики, такие как MnSi и FeGe, стали предметом активных исследований в связи с их потенциальным применением в спинтронике [3]. Недавно, методом лоренцевской микроскопии и малоугловой дифракции нейтронов было показано, что в другом представителе киральных магнетиков, полупроводнике $\text{Cr}_{1/3}\text{NbS}_2$, реализуется киральный геликоидальный магнитный порядок, который трансформируется в солитонную решетку при наложении внешнего магнитного поля, перпендикулярного геликоидальной оси [4]. Спин движущая сила, создаваемая динамикой магнитной солитонной решетки, открывает новые функциональные возможности киральных магнетиков для потенциальных устройств спинтроники.

Процесс преобразования магнитной энергии, связанной с локализованными моментами, в электрическую энергию свободных носителей отражает содержание теоремы взаимности Онсагера, которая утверждает, что если приложенный ток вызывает движение доменной стенки, то и движущая доменная стенка индуцирует ток. Недавно, этот эффект, предсказанный теоретически [1], нашел свое экспериментальное подтверждение [2]. Генерация спин движущей силы с помощью приложенного внешнего магнитного поля - одно из современных направлений спинтроники, ведущее к созданию спиновых батарей.

Электрическое поле, определяемое динамикой неоднородной намагниченности, меняющейся вдоль геликоидальной оси z , является выражение [5]

$$E(z, t) = \frac{\hbar}{2} \sin\theta (\partial_z \theta \partial_t \varphi - \partial_z \varphi \partial_t \theta)$$

в котором углы θ и φ параметризуют локальный спиновый момент. Нами была рассмотрена генерация напряжения под действием двух перпендикулярных полей. Одно поле, поперечное H_x , формирует солитонную решетку, второе — продольное H_z , порождает ее динамику. Гамильтониан системы включает симметричный гайзенберговский обмен и антисимметричный обмен Дзялошинского-Мория между ближайшими спинами, а также зеемановское взаимодействие локальных моментов с внешними полями.

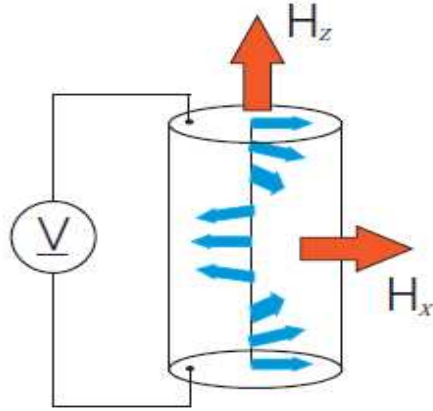


Рис. 1. Генерация ЭДС в киральном гелимагнетике двумя скрещенными полями

Нами был рассмотрен (I) бездиссипативный режим трансляционного движения солитонной решетки, и было показано отсутствие производства спин движущей силы при такой динамике.

(II) Трансляционное движение солитонной решетки с учетом затухания Гилберта. На основании полученных аналитических и численных расчетов (для последних выбиралась цепочка длины 10^5 узлов) было показано, что в режиме слабых полей за счет диссипации возникает спин движущая сила $\varepsilon(t) = Q\alpha\hbar\pi v$, в которой Q - число кинков солитонной решетки, α - параметр затухания Гильберта, q - волновой вектор модуляции

геликоидальной структуры, v - скорость движения солитонной решетки. При включении продольного поля вида

$$H_z(t) = H_0(1 - \exp(-t/T))$$

скорость солитонной решетки возрастает, достигая максимального значения $-H_0/q^2$ в момент времени T , а затем плавно спадает до нуля за время релаксации солитонной решетки $\tau = (\alpha^{-1} + \alpha)/q$.

(III) Нами был рассмотрен режим генерации переменной спин движущей силы под действием продольного магнитного поля вида

$$H_z(t) = H_0 \sin(\Omega t)$$

с учетом процессов диссипации. На основе аналитических вычислений, подтверждаемых численным моделированием, было получено следующее выражение для спин движущей силы

$$\varepsilon(t) = \sqrt{\varepsilon_R^2 + \varepsilon_D^2} \sin(\Omega * t + \delta),$$

где реактивная и диссипативная части равны

$$\varepsilon_R = Q\hbar\pi H_0 H_x^2 \Omega 2q^2 (2q^4 - \Omega^2)$$

$$\varepsilon_D = \varepsilon_R \frac{\alpha}{\Omega q^2}$$

Фазовый сдвиг определяется соотношением

$$\tan \delta = \frac{\varepsilon_R}{\varepsilon_D}$$

Численные оценки показывают, что солитонную решетку можно рассматривать как последовательно соединенную цепь Q элементов ЭДС, каждый из которых составляет 0.1 μV (режим II), или 10 μV (режим III).

Работа поддержана грантом РФФИ № 12-02-31565. Исследование проведено при финансовой поддержке молодых ученых УрФУ в рамках реализации программы развития УрФУ

Литература

1. S. E. Barnes, S. Maekawa, Phys. Rev. Lett., **98**, 246601 (2007).
2. S.A. Yang et al., Phys. Rev. Lett., **102**, 067201 (2009).
3. F. Jonietz et al., Science **330**, 1648 (2010).
4. Y.Togawa, T.Koyama, K.Takayanagi, S.Mori, Y.Kousaka, J.Akimitsu, S.Nishihara, K.Inoue, A.S.Ovchinnikov, and J.Kishine, Phys.Rev.Lett. **108**, 107202 (2012).
5. G.E. Volovik, J. Phys. C **20**, L83 (1987).

УСТОЙЧИВЫЕ СОСТОЯНИЯ 0° ДГ, ЗАРОЖДАЮЩИХСЯ НА ДЕФЕКТАХ ОДНООСНОГО ФЕРРОМАГНЕТИКА

Солонецкий Р. В.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Известно, что наличие дефектов в кристаллах существенно влияет на их магнитные свойства. Важную роль в таком положении играют магнитные неоднородности, образующиеся на этих дефектах. Расчеты показывают [1], что им соответствуют 0 -градусные доменные границы (0° ДГ), представляющие собой некое возмущение однородного состояния. Их структура и свойства определяется характеристиками дефекта и материальными параметрами, а также магнитной симметрией образца. Более детальный анализ показал [2], что даже в одноосном кристалле на дефектах в действительности могут зарождаться два типа 0° ДГ, которые отличаются максимальным углом отклонения от однородного состояния (амплитудой), шириной и энергией. В первом типе 0° ДГ (0° ДГ (I)), амплитуда θ_m не превосходит $\pi/2$, а во втором (0° ДГ (II)) - $\theta_m < 3\pi/2$, кроме того ширина и энергия 0° ДГ (I) меньше соответствующих величин для 0° ДГ (II) (см. рис.1). Последнее означает, что 0° ДГ (II) энергетически менее выгодны и вопрос об их существовании становится проблематичным. Однако эти результаты имеют ограниченный характер, т.к. получены для безграничного образца.

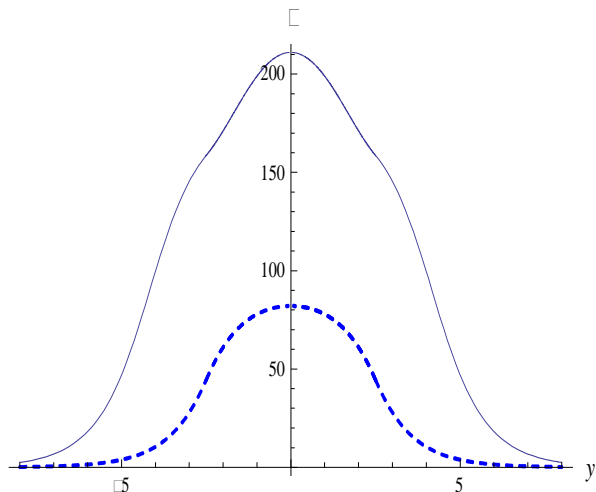


Рис. 1. График функции $\theta(y)$ для 0° ДГ (I) (штриховая линия) и 0° ДГ (II) (сплошная линия)

С этой целью в работе рассматриваются устойчивые состояния обоих типов 0° ДГ для образцов конечных размеров. В основу расчетов положен вариационный подход [1], в котором в качестве модельного представления 0° ДГ берется пробная функция вида

$$\theta(y) = 3 \operatorname{arctg}\left(\frac{c}{1 + a \operatorname{ch}(by/\Delta)}\right) \quad (1)$$

достаточно хорошо описывающая оба типа магнитных неоднородностей. Здесь θ - полярный угол вектора намагниченности \mathbf{M} , отчитываемый от легкой оси кристалла, Δ - характерная ширина ДГ в одноосных ферромагнетиках, a, b, c - вариационные параметры, y - координата, вдоль соответствующей оси, которой магнетик неоднороден. В полной энергии E такого магнетика учитывается не только обменное взаимодействие, одноосная анизотропия и наличие дефектов, моделируемых в виде пластичного магнитного включения [3], а также и конечность образца (пластина конечной толщины D). Численная реализация соответствующей вариационной задачи показывает, что области устойчивости 0° ДГ обоих типов существенно отличаются от соответствующих областей, полученных ранее [2]. В частности при определенных значениях параметров образца (например, при $Q < 1$, где Q - фактор качества) и величины D 0° ДГ (II) становится энергетически более выгодной по сравнению с 0° ДГ (I). Получена диаграмма устойчивых состояний 0° ДГ обоих типов, которая позволяет определить вклад каждого из них в процессы спиновой переориентации реальных магнетиков.

Литература

1. Р.М. Вахитов, А.Р. Юмагузин, ФТТ, **43**, с. 65-71 (2001)
2. Е.Б. Магадеев, Р.М. Вахитов, Тезисы докладов Международной школы конференции для студентов, аспирантов и молодых ученых "Фундаментальная математика и её приложения в естествознании", РИЦ БашГУ, Уфа, с.26 (2012)
3. Sakuma A. J.Magn. Mater.**88**, 369(1990).

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЛИВНЫХ СИЛ ВБЛИЗИ ЧЕРНЫХ ДЫР

Ахтарьянова Г.Ф., Измаилов Р.Н.

БашГУ им. М. Акмуллы, г. Уфа, Россия

Общая теория относительности (ОТО), как известно, содержит вакуумные решения только для статических сферически симметричных (ССС) черных дыр с зарядом (решения Райсснера-Нордстрёма) и без заряда (решение Шварцшильда). Для безвакуумной ОТО известны несколько решений. Например: 1) решение Бекенштейна [1], являющееся решением теории Эйнштейна с конформно связанным скалярным полем; 2) дилатонное решение, полученное Гарфинклом, Горовицем и Стремлингером [2]; 3) решение для нелинейного электромагнитного источника, полученное Айон-Бито и Гарсия [3]. Кроме того, в литературе встречаются решения для постэйнштейновских теорий гравитации. К таким теориям относятся скалярно-тензорная теория Бранса-Дикке [4] и теория конформной гравитации Вейля [5] и другие. Рассматриваемое постэйнштейновское семейство решений содержит бесконечную площадь горизонта и нулевую Хокинговскую температуру. Вследствие этого, подобные решения были названы Бронниковым и др. [6] холодными черными дырами.

Фундаментальный критерий, которому должно удовлетворять решение, представляющее пространство-время черной дыры: *компоненты тензора кривизны, вычисленные ортонормированной системе отсчета наблюдателя (стационарного или свободно падающего), должны повсюду быть конечны, включая горизонт.* К примеру, если рассмотреть общий вид ССС метрики $ds^2 = -(F(r)/G(r))dt^2 + dr^2/F(r) + R^2(r)d\Omega^2$, $d\Omega^2 \equiv d\theta^2 + \sin^2\theta d\varphi^2$, то указанное выше условие проверяется для всех ненулевых компонентов тензора кривизны.

Нами исследовано поведение некоторых сферически симметричных статических решений для черной дыры относительно приливных сил в геодезической системе и показано, сколько из вышеуказанных решений удовлетворяют условию конечности приливных сил вблизи горизонта.

Литература

1. Bekenstein, J.D. // Ann.Phys. (N.Y.), **91**, 1975, pp. 75.
2. Garfinkle, D., Horowitz, G.T. and Strominger, A. // Phys.Rev., **D43**, 1991, pp. 3140.
3. Ayon-Beato, E. and Garcia, A. // Gen.Relat.Grav., **31**, 1999, pp. 629.
4. Brans, C. and Dicke, R.H. // Phys.Rev., **124**, 1961, pp. 925.
5. Novello, M., Oliveira, L.A., Salim, J.M. and Elbaz, E. // Int.J.Mod.Phys., **D1**, 1993, pp. 641.
6. K.A.Bronnikov, G.Clement, C.P.Constantinidis and J.C.Fabris, Grav. & Cosmol., **4**,128(1998).

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХСОЛИТОННОГО РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ СИНУС-ГОРДОНА

Даукаев Т.Р., Закирьянов Ф.К.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

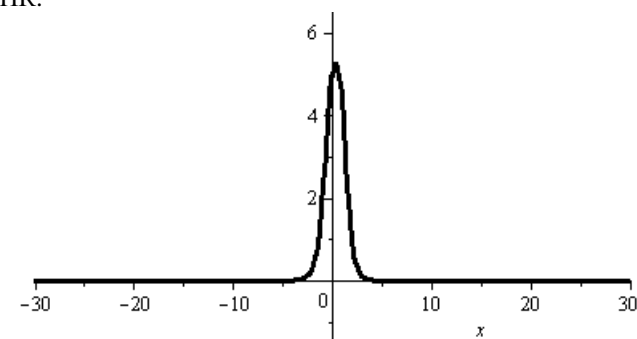
Уравнение синус-Гордона (УСГ) имеет вид:

$$u_{tt} - u_{xx} + \sin u = 0$$

Его точные решения – односолитонное (кинк) и двухсолитонное (бризер) – хорошо известны и имеют множество физических приложений, в том числе в нелинейной физике и нанoeлектронике. Модифицированное с учётом диссипации внешних сил УСГ исследуют, как правило, с помощью приближённых аналитических методов (теория возмущений) и путём прямого численного интегрирования. В частности, показано, что движением кинка такого МУСГ можно управлять с помощью периодического внешнего воздействия [1, 2].

Энергетически возбуждение двухсолитонных состояний в системе, описываемой уравнением синус-Гордона, менее выгодно по сравнению с односолитонными. Однако, решения вида кинк-антикинк и бризер более предпочтительны с точки зрения топологии [1].

В данной работе исследовалась возможность совместного движения кинка и антикинка с некоторой скоростью в одинаковом направлении. С помощью преобразования Бэклунда было получено аналитическое решение УСГ в виде пары кинк-антикинк. При этом из-за особенностей метода кинк и антикинк движутся с разными скоростями. Полученное решение может быть использовано для описания динамики «открытого состояния» в молекуле ДНК.

**Литература**

1. Шаповалов А. В., Краснобаева Л. А. Солитоны уравнения синус-Гордона
2. Якушевич Л. В., Кашапова Г. Р., Закирьянов Ф. К. //Биофизика – 2012. – Т. 57, № 1. – с. 21-26.

© Даукаев Т. Р., 2013 г.

РЕШЕНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ ИСКРИВЛЕНИЯ СВЕТА В ГАЛО ГАЛАКТИКИ

Шаяхметов Д.В., Исаев Р.Р., Измаилов Р.Н.

Башкирский государственный педагогический университет
им М. Акмуллы, г. Уфа, Россия

Целью работы является исследование и нахождение решения геодезических уравнений для лучей, проходящих на расстоянии максимального сближения с гало галактики. В соответствии с постулатами общей теории относительности движение частиц, обладающих крайне малой массой, описывается геодезическими уравнениями. На значительном расстоянии от центра галактик и других масс геодезические уравнения принимают вид прямой линии.

В ходе работы решался ряд задач, основанных на методе Риндлера-Исхака [1] в пространстве-времени Мангейма-Казанаса-де Ситтера. Учитывается влияние параметров M (масса галактики) второго порядка и параметра γ , характеризующего темную материю на искривление световых лучей в галактическом гало. Получено одно из частных решений системы дифференциальных уравнений гравитационного поля Вейля - решение Мангейма-Казанаса-де Ситтера. Используя вышесказанную метрику, удалось получить геодезическое уравнение для тестовой частицы массы m_0 в экваториальной плоскости $\theta = \pi/2$:

$$\frac{d^2 u}{d\varphi^2} = -u + 3Mu^2 - \frac{\gamma}{2} + \frac{M}{h^2} + \frac{1}{2h^2 u^2} \left(\gamma - \frac{2k}{u} \right), \quad (1)$$

где $h = J / m_0$, угловой момент на единицу тестовой массы.

В ходе работы была определена роль влияния γ -члена на искривление луча света с помощью модифицированного метода Риндлера-Исхака. Результатом этой работы является модифицированный метод Риндлера и Исхака, с помощью которого можно рассчитать влияние параметра γ на искривление световых лучей. Так же полученные данным методом расчеты могут быть использованы для вычисления размеров галактического гало.

Литература

1. Rindler, W. Contribution of the cosmological constant to the relativistic bending of light revisited / W. Rindler, M. Ishak, Phys. Rev. D. – 2007. – Vol.76. – P.043006-043010.; Rindler, W. The Relevance of the Cosmological Constant for Lensing / M. Ishak, W. Rindler // arXiv:1006.0014 astro-ph.

© Шаяхметов Д.В., Исаев Р.Р., Измаилов Р.Н., 2013г.

УДК 537.528:532.591

ДИНАМИКА УДАРНЫХ ВОЛН В ЖИДКИХ СРЕДАХ

Файзуллин Н.Ф.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Известно, что уникальные возможности электрогидравлического эффекта (ЭГЭ) обусловили его широкое применение в технологии машиностроения, металлообработке, горном деле, в химической промышленности, переработке отходов, в медицине. Основными действующими факторами ЭГЭ являются высокие импульсные гидравлические давления, приводящие к появлению ударных волн со звуковой и сверхзвуковой скоростями. В связи с этим целесообразно изучить динамику ударных волн для достижения наилучшего эффекта электрогидравлического воздействия на различные объекты.

Целью настоящей работы явилось изучение динамики ударных волн в жидких средах при электрическом пробое для установления правил подобия, а также осуществление эксперимента с применением электрогидравлического эффекта, в частности для получения нанодисперсий серы, которые эффективны в качестве регуляторов роста растений.

Для проведения экспериментов была собрана установка с регулируемыми входными параметрами (мощность, длительность, крутизна фронта импульсов напряжения и частота их следования). Проведены эксперименты по исследованию параметров ударных волн и их пространственное распределение в жидкой среде. Показано, что в зависимости от давления, уменьшающегося обратно пропорционально расстоянию, существует два излома. Это объясняется переходом фронта волны из цилиндрической в плоскую. Также проведены эксперименты по измельчению микроразмерной серы посредством ударных волн. Сравнительный анализ на лазерном анализаторе частиц SALD 7101 показал, что в результате ЭГ-воздействия размеры частиц на порядок уменьшаются. Надо отметить, что если такой эффект на механическом дезинтеграторе достигается в течение 5 часов, то в нашем случае он достигается примерно за 0,5 мин при частоте обработки 1 Гц.

ПРОГРАММА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛА СМАЧИВАНИЯ

Пахомов А.С.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Измерение угла смачивания, как правило, производится по фотографии капли жидкости, снятой при контрольном освещении. Для большей точности производится множество повторных измерений, что при ручной обработке отнимает много времени и сил на рутинную работу. Специализированные лаборатории применяют автоматизированные программно-аппаратные комплексы, стоимость которых достигает нескольких сотен тысяч рублей.

Решением может стать применение бытовой фотокамеры с высоким разрешением в комплексе с компьютерной программой автоматизированной обработки.

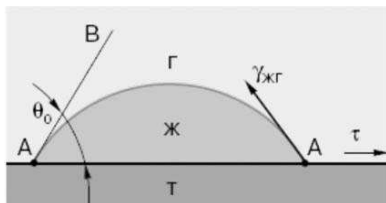


Рис.1. Угол смачивания

Программа разработана для ПК под управлением ОС Windows и работает с фотографиями капли жидкости. Программа имеет встроенный редактор изображений для предварительной подготовки изображения, который может менять цвет, яркость, контрастность, угол поворота изображения, а также вырезать нужный участок фотографии. Для воздушной среды угол смачивания вычисляется по формуле 1.

$$\cos \theta = \frac{\left(\frac{d}{2}\right)^2 - h^2}{\left(\frac{d}{2}\right)^2 + h^2} \quad (1)$$

Для капли, помещенной в жидкую среду, угол вычисляется по формуле 2.

$$\tan\left(\frac{\theta}{2}\right) = \frac{2h}{d} \quad (2)$$

Размеры капли вычисляются по числу пикселей на экране. Предусмотрена возможность корректировки соотношения *ширина/высота* пикселя.

На рис. 2. показан интерфейс программы.

Программа для измерения краевого угла смачивания зарегистрирована в Гос. Реестре. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2013610712. Зарегистрировано 9 января 2013г.

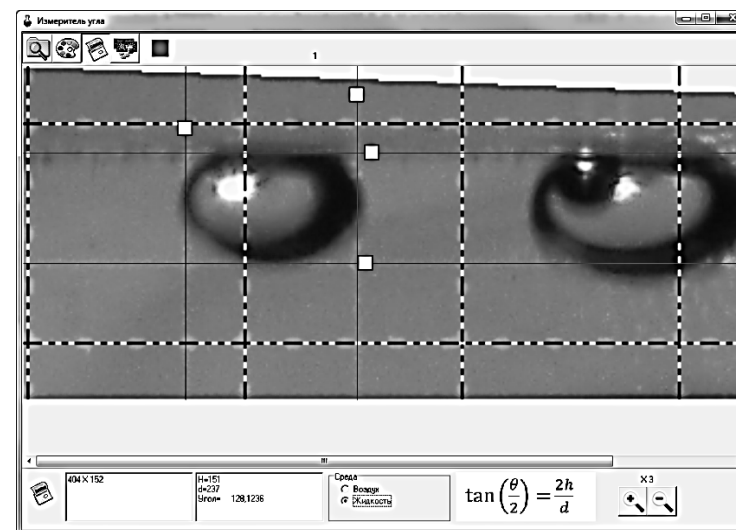


Рис 2. Интерфейс программы

Литература

1. Гоц С.С. Основы построения и программирования систем цифровой обработки сигналов. – Уфа: РИО БашГУ, 2006. – 212с.
2. Фленов М.Е. Библия Delphi. – СПб: БХВ-Петербург, 2004. — 880 с.: ил.
3. Юкио Сато Обработка сигналов. Первое знакомство. – М: ДОДЕКА, 2000.– 175с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПУЛЬСАЦИЙ ИЗЛУЧЕНИЯ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Пахомов Е.С.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Для наиболее эффективной работы, комфортного и здорового отдыха были введены нормы контроля за жилыми и производственными помещениями: уровень шума и вибраций, микроклимат, естественное и искусственное освещение. Контроль осуществляет Госсанэпидслужбой РФ.

Огромное влияние на человека оказывает освещение. По сравнению с естественным освещением искусственное обладает рядом недостатков, таких как периодическое изменение яркости. Эта особенность описывается коэффициентом пульсации излучения источника K_n . Для комфортной работы пульсации не должны превышать 4-5%. Пульсации в 10% способны привести к стробоскопическому эффекту, который негативно влияет на самочувствие, работоспособность и здоровье человека в целом. Органы зрения подвергаются сильной нагрузке, кроме того переменная яркость освещения способна вызывать мигрени и нервные расстройства. Формула 1 описывает коэффициент пульсации.

$$K_n = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{2E_{\text{ср}}} \cdot 100\% \quad (1)$$

Коэффициент пульсации K_n пропорционален разнице уровней освещенности (E_{\max} - максимальное значение освещенности за период её колебания, E_{\min} - минимальное значение освещенности за период её колебания, $E_{\text{ср}}$ - среднее значение освещенности за тот же период).

Для определения максимального и минимального значений пульсаций можно использовать пиковый детектор и ФНЧ. Однако эффективнее преобразовывать аналоговый сигнал в цифровой и исследовать уже его. Усреднение значений, и фильтрацию сигнала проводить на его оцифрованной копии. Схема устройства представлена на рис.1. Оцифровку сигнала и вычисление значений пульсации выполняет микроконтроллер ATmega8, не показанный на схеме. Индикация осуществляется посредством 16-символьного двухстрочного ЖК индикатора. Аналоговая часть схемы состоит из преобразователя тока в напряжение для включения фотодиода, усилителя с настраиваемым коэффициентом усиления и антиэлайзингового ФНЧ, выполненного по схеме Баттерворта четвертого порядка. Сглаженный сигнал попадает на вход 10-битного АЦП и оцифровывается с частотой

дискретизации 15 кГц. Коэффициент пульсации вычисляется микроконтроллером по формуле 1.

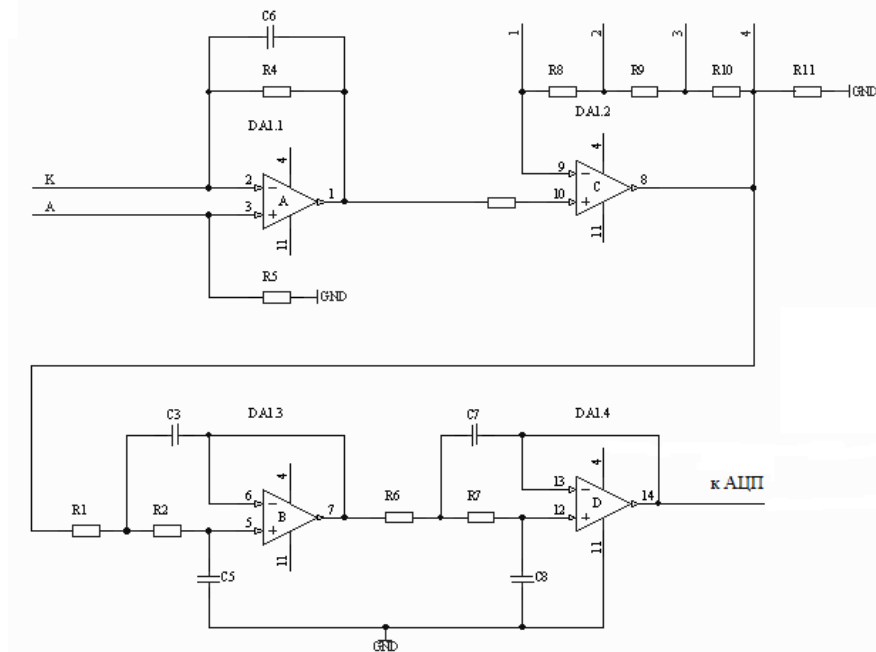


Рис. 1. Аналоговая часть схемы

Литература

1. Гоц С.С. Основы построения и программирования систем цифровой обработки сигналов. – Уфа: РИО БашГУ, 2006. – 212с.
2. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы «ATMEL» М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2004. – 560 с
3. Пейтон А. Дж., Волш В. – Аналоговая электроника на операционных усилителях – М.: БИНОМ, 1994 – 352 с: ил
4. Сато Ю. Цифровая обработка сигналов. Первое знакомство. – М.: Издательский дом «Додэка XXI», 1999г. – 175с.
5. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: В 3-х томах: Т. 1. Пер. с англ.-4-е изд. перераб. и доп.-М.: Мир, 1993.-413 с, ил

РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОПТОЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ СЕРДЕЧНО – СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Ганеев Д.Б.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Из-за роста числа людей с сердечно – сосудистыми заболеваниями в современной медицине становится актуальным внедрение новых методов диагностики сердечно – сосудистой системы (ССС). Одним из таких методов является анализ variability сердечного ритма (BCP) с использованием компьютерных технологий. Анализ BCP опирается на следующие этапы:

- 1) Измерение длительности сердечных циклов.
- 2) Статистическая обработка накопленных данных.
- 3) Интерпретация результатов.

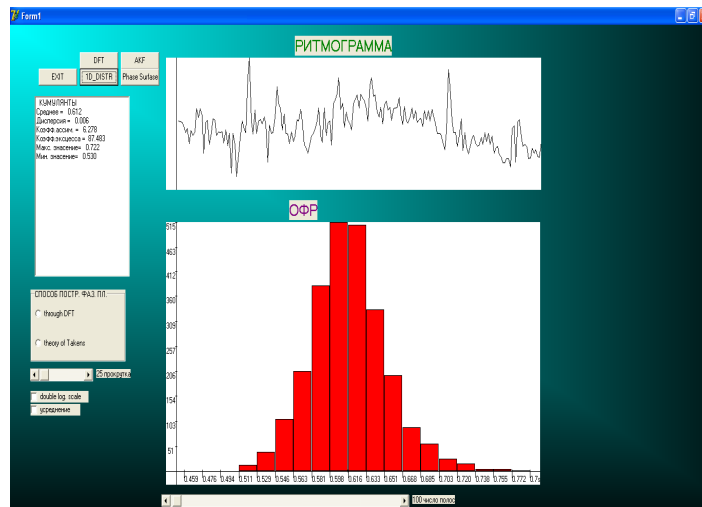


Рис. 1. Одномерная функция распределения длительности сердечных циклов

Данная работа содержит результаты экспериментального исследования с помощью разработанной и изготовленной несложной оптоэлектронной системы для проведения экспресс – диагностики ССС. Данная измерительная система состоит из следующих функциональных элементов:

- 1) Первичный преобразователь сигнала (фотодатчик, работающий на просвет).

- 2) Вторичный преобразователь сигнала (усилитель НЧ сигналов).
- 3) Преобразователь непрерывного сигнала в дискретный (USB-осциллограф АК ИП – 4107).

Обработка накопленных данных осуществлялась мной разработанной программе в среде Borland Delphi 7.

Был проведен статистический анализ длительности сердечных циклов, и также была исследована динамика сердечных сокращений на фазовой плоскости, с помощью которой можно оценить регулярность работы сердца.

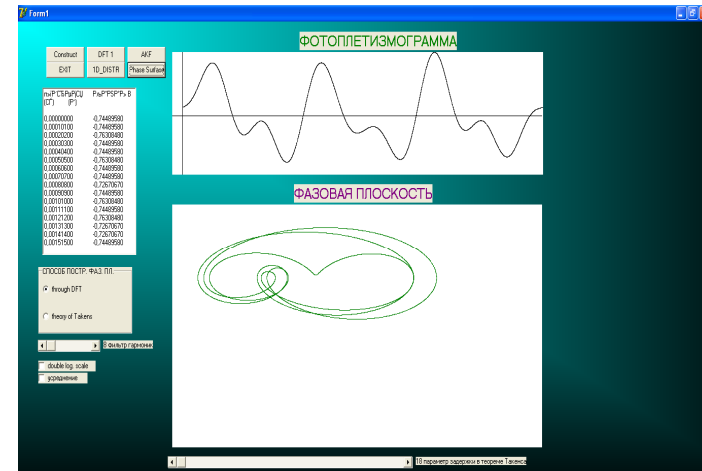


Рис. 2. Фазовый портрет, отображающий динамику сердечных сокращений

Литература

1. Н. И. Яблчанский, А. В. Мартыненко. Вариабельность сердечного ритма в помощь практическому врачу. – Харьков, 2010. – 131 с.

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ФЛУКТУАЦИЙ С КОНТРОЛИРУЕМОЙ РЕГЕНЕРАЦИЕЙ ЭНЕРГИИ
Захаров Ю.А.

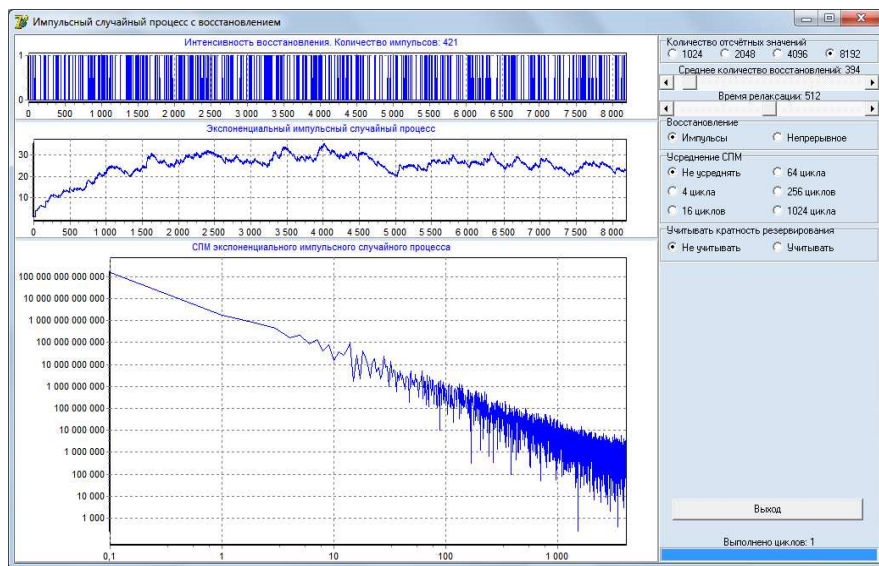
Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В работе представлена марковская модель восстанавливаемой системы. Марковская модель восстанавливаемой системы – модель системы, для которой случайное время нахождения в состоянии, определяемом состояниями её элементов, имеет экспоненциальное распределение и не зависит от предыстории функционирования этой системы.

В работе изучен математический аппарат теории надёжности систем с резервированием и восстановлением. Составлена компьютерная модель системы с экспоненциальным уменьшением энергии, зависящим только от предыдущего значения, и восстановлением в случайные моменты времени. Данная модель составлена с целью изучить влияние восстановления энергии на спектр процесса. Написана программа в среде программирования Delphi 7 с использованием компонента TChart, моделирующая экспоненциальный процесс с импульсным восстановлением в случайные моменты времени. Исследована зависимость СПМ от интенсивности восстановления энергии. Для вычисления СПМ используется алгоритм быстрого преобразования Фурье из лабораторной работы «Изучение алгоритмов и программной реализации вычисления спектральной плотности мощности марковских случайных процессов» по статистической радиофизике.

В верхней части окна программы отображается график процесса, в нижней части – спектральная плотность мощности процесса в логарифмическом масштабе по обеим осям, справа задаются параметры процесса. Есть возможность усреднения СПМ.

В процессе работы с программой замечено, что при увеличении интенсивности восстановления усиливаются низкочастотные гармонические составляющие случайного процесса и форма его СПМ приближается к СПМ фликкер-шума.



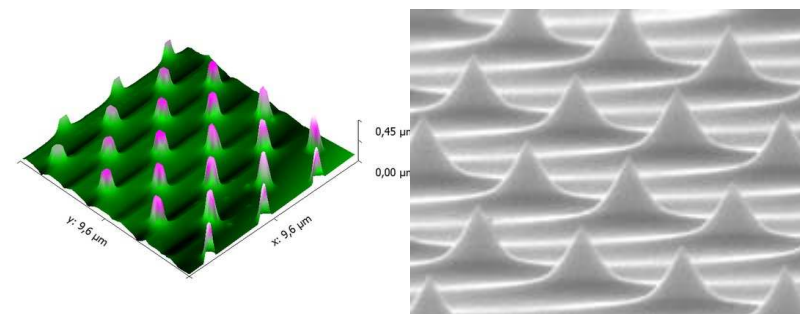
КАЛИБРОВОЧНЫЕ РЕШЕТКИ

Симанов Е.В.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Такое сложное оборудование как Сканирующий Зондовый Микроскоп требует тщательной настройки как минимум один раз в полгода. Процедура настройки осуществляется с помощью калибровочных решёток и природных тестовых образцов. Благодаря им существует возможность выверить точность показаний приборов и обнаружить ошибки в расчётах СЗМ до проведения эксперимента. Калибровочные решётки для Атомного Силового Микроскопа имеют известную, определенную структуру, благодаря чему производится калибровка и достигается точность показаний приборов.

В данной работе теоретически изучены принципы работы, технология изготовления и режимы работы сканирующих зондовых микроскопов [2],[3],[4],[5],[6], приведены изображения калибровочной решетки, полученные входе выполнения работы, а также приведено сравнение изображений полученных с помощью СЗМ Solver47 и изображений решетки, предоставленное фирмой-производителем калибровочных решеток NT-MDT, Голландия.



Изображение калибровочной решетки, полученное входе практики

Изображение полученное NT-MDT

Литература

- [1] http://www.belgim.by/edinitysi_dlinyi_v_nanometrovom_diapazone/
- [2] <http://gwyddion.net/documentation/user-guide-ru/caldata.html>
- [3] NOVA Программа управления СЗМ Справочное руководство
- [4] Руководство пользователя Р47-SPM-MDT сканирующий зондовый микроскоп Декабрь 1997 НТ-МДТ
- [5] Р.З.Бахтизин, Р.Р.Галлямов - "Физические основы сканирующей зондовой микроскопии".

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ ПРОГРЕССИИ ДЛЯ ИОНОВ (M-H)⁻ ИЗ 4-НИТРОФЕНОЛА

Щукин П.В., Файзуллин М.Г., Муфтахов М.В.
ИФМК УНЦ РАН, г. Уфа, Россия

Образование ионов (M-H)⁻ в 4-нитрофеноле в области низких энергий, как и во многих OH-содержащих объектах, происходит в результате элиминирования атома водорода гидроксильной группы по механизму электронной преддиссоциации, о чем свидетельствует тонкая колебательная структура, наблюдаемая на кривой эффективного выхода данных ионов (Рис.1). Кривая содержит отчетливые резонансные пики при энергиях 0.3 и 0.68 эВ, а в области 1 эВ демонстрирует плечо, которое вероятно обусловлено следующим пиком прогрессии.

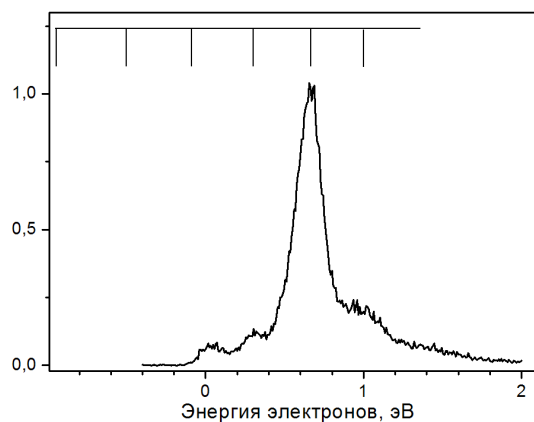


Рис. 1. Кривая эффективного выхода ионов (M-H)⁻ из 4-нитрофенола

Выполненные методом функционала плотности V3LYP в базе 6-311G(d) квантовохимические расчеты геометрии нейтральной молекулы и отрицательного иона 4-нитрофенола, а также ИК-спектра с учетом ангармоничности колебаний показывают, что указанные пики соответствуют возбуждению $\nu=3, 4$ и 5 колебательных мод OH-связи. При этом начало колебательной прогрессии показывает, что величина электронного сродства 4-нитрофенола составляет 0.95 эВ, что хорошо согласуется с расчетными данными $E_{A_p}=1.06$ эВ.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант №12-03-31533 мол_а).

ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ КРЫЛЬЕВ НАСЕКОМЫХ МЕТОДАМИ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ

Бикбулатов А.Р.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В современной биологии насекомые занимают наиболее многочисленный класс, включающий более 1 млн. видов, многие из которых обладают хотя бы одной парой крыльев. Методами оптической микроскопии уже было установлено, что поверхность крыла насекомых покрыта фрагментами микроскопических волосков, шелушек и других отростков, обеспечивающих уникальную аэродинамику крыла. Детальный осмотр, а также последующий анализ этих самых микроскопических деталей крыла становится возможным при использовании методов атомно-силовой микроскопии. На рисунке 1 АСМ-изображение крыла мухи, полученный на SPM solver p47, на рисунке 2 черным — поперечный, красным — продольный профиль изображения. Трехмерное изображение представлено на рисунке 3.

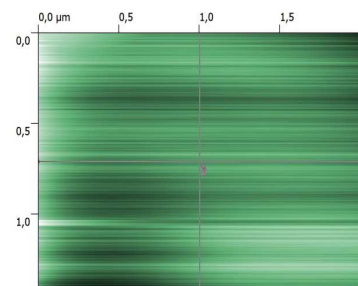


Рис. 1

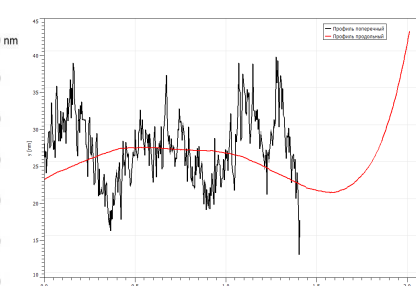


Рис. 2

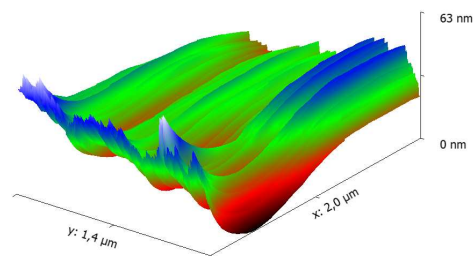


Рис. 3

В работе представлены результаты наблюдения фрагментов крыла обыкновенной мухи, бабочки и других насекомых посредством SPM solver p47.

УДК 537.528:621.373.54

ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ГЕНЕРАТОР НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Космылин Д.В.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

Высоковольтные импульсные технологии (ВВИТ) получили развитие в 60-х годах XX века в результате поиска способов снижения энергетических затрат и улучшения технологических процессов по сравнению с традиционными механическими методами. Недавний прогресс в разработке надежных и доступных компонентов для построения систем генерации импульсов большой мощности возбудил новую волну интереса к использованию импульсов большой мощности для коммерческих и промышленных целей.

Неотъемлемой частью ВВ импульсных технологий является генератор импульсов. Он служит для получения импульсов различной формы, частоты, амплитуды. Существует много видов генераторов импульсов. Широкое применение получил генератор прямоугольных импульсов, который предназначен для формирования импульсов прямоугольной формы с различной частотой.

Перед нами была поставлена задача – разработать экологически чистую (т.е. без применения химреагентов) технологию обогащения железосодержащих отходов в Туканском месторождении. В нашей лаборатории разработан способ конверсии немагнитной руды (трехвалентное железо) в магнитную (четырёхвалентную). При этом роль получаемого нами импульсного магнитного поля сводилась к дезинтеграции железосодержащих крупинок. Постоянное магнитное поле позволяло осуществлять дополнительную сепарацию.

Мною был разработан и изготовлен управляющий генератор на интегральной микросхеме NE555. Совместно с научным руководителем была

разработана и собрана установка по обогащению железосодержащих отходов. В результате экспериментального исследования мы выявили, что применение импульсного магнитного поля позволяет осуществить «чистую» сепарацию железа, позволяющую повторную переработку вторичного сырья традиционным способом.

УДК 532.5

ИЗГОТОВЛЕНИЕ МИКРОЖИДКОСТНЫХ СИСТЕМ МЕТОДОМ МЯГКОЙ ЛИТОГРАФИИ

Карпей Т.В., Зиннатуллина Л.Д.

Центр микро- и наномасштабной динамики дисперсных систем,

МБОУ СОШ № 74, г. Уфа, Россия

На протяжении нескольких десятилетий ученым из разных стран мира известна технология изготовления микрожидкостных систем (англ. Lab-on-Chip) - миниатюрных устройств, предназначенных для проведения различных химических и физических процессов с малыми объемами жидкостей и газов. Разработки в этой области привели к развитию существующих и появлению новых технологий.

Один из способов изготовления микроканалов мы осваивали в лаборатории БГУ. При практическом изучении данного метода нами было использовано самое современное оборудование. Рассмотрены принципы работы оборудования экспериментальной установки, приспособленной для исследования поведения пузырьковых сред под воздействием ультразвукового поля: осциллограф, гидрофон, трубка Вентури, высокоскоростная камера, генератор импульсов, усилитель сигнала. Изучены основы работы программного обеспечения для построения графиков OriginPro, измерено поле давлений в экспериментальном резервуаре, наполненном пузырьковой водой, построены графики, получены калибровочные кривые для нахождения соотношения между подаваемым на пьезоэлемент напряжением и возникающим в резервуаре давлением.

В ходе проделанной работы нами теоретически и практически был усвоен принцип изготовления микрожидкостного устройства методом мягкой литографии, изготовлен образец данного устройства, а также проведен эксперимент по его испытанию.

С каждым годом метод мягкой литографии набирает все большую популярность. Это связано с тем, что он позволяет создавать микроканалы с более тонкими деталями и более высоким разрешением. С помощью них можно изучать особенности течения дисперсных сред, например, нефти, в микроканалах различной геометрии. Разработки в данной области могут принести большую пользу в развитии нефтяной промышленности разных стран, в том числе и Республики Башкортостан. Благодаря микрожидкостным системам можно прогнозировать перегонку дисперсных сред, что позволяет экономить денежные средства Республики и предотвратить не желаемый результат перегонки нефти.

Литература

1. <http://www.cmnd.bashedu.ru/exp-lab/lab-on-chip>

СЕКЦИЯ «ПРОБЛЕМЫ РАДИОТЕХНИКИ И СВЯЗИ»

УДК 621.391.63

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ 8-МИ КАНАЛЬНОГО ИНТЕГРАЛЬНО-ОПТИЧЕСКОГО РАЗВЕТВИТЕЛЯ

Лопатюк А.В.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В настоящее время все больший интерес вызывает применение оптических интегральных схем, что позволяет уменьшить габариты оборудования и расширить их функциональные возможности.

В данной работе рассматривается 8-ми канальный планарный интегрально-оптический разветвитель. Проведено исследование распространение излучения в разветвителе в зависимости от его параметров.

Принцип его работы основан на том, что между двумя параллельными волноводами имеет место взаимный обмен световой энергией, если между ними существует слабая связь. Если не два, а большее число каналов связаны между собой, то свет не перекачивается из одного канала в другой и обратно, а растекается по всем имеющимся каналам. При неограниченном числе связанных каналов распределение амплитуды светового поля имеет вид функции Бесселя.

На рисунках 1и2 показано, как распространяется излучение в разветвителе на длине волны 1550 нм и как распределяется мощность между его выходными каналами.

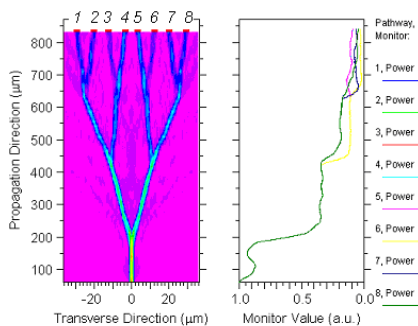


Рис. 1. Распространение излучения в разветвителе 1x8 каналов и распределение мощности

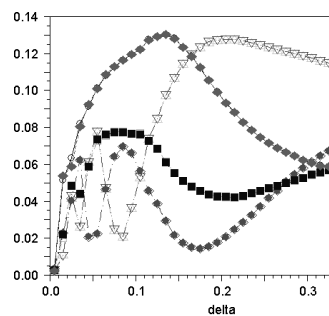


Рис. 2. Зависимость мощности в выходных каналах ответвителя от относительной разницы показателей преломления

УДК 621.391.63

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ОПТОВОЛОКОННОЙ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ, СОДЕРЖАЩЕЙ ШЕСТЬ ОПТИЧЕСКИХ НЕСУЩИХ

Султанова З.А., Лопатюк А.В.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В данной работе исследована 6 канальная DWDM система передачи длиной 2500 км и со скоростью передачи данных соответствующая уровню синхронной цифровой иерархии STM – 64. Система реализовывалась с интервалом частот 200 ГГц, так как в этом случае эффект ЧВС значительно ослабевает и уменьшается количество ошибок.

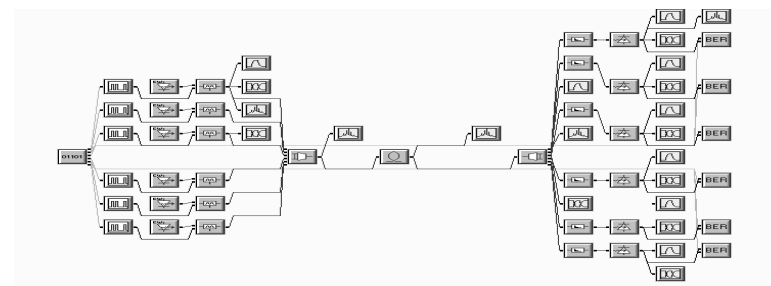


Рис. 1. Модель спроектированная в программа LinkSim

В результате получили длину регенерационного участка по дисперсии 37 км, по энергетическому потенциалу - 117,2 км. Так как дисперсионная длина значительно меньше энергетической, то применение оптических усилителей необязательно.

В результате моделирования получили следующие результаты:

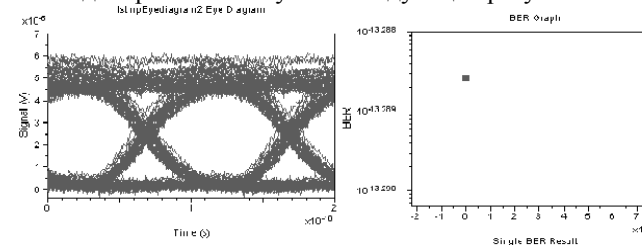


Рис. 2. а)глаз-диаграмма сигнала

б)коэффициент ошибок

Глаз-диаграмма достаточно приемлема и показания BER составляет $10^{-13,289}$. Это говорит о том, что работа системы соответствует сетевым стандартам.

©Султанова З.А., Лопатюк А.В.

АНАЛИЗ ВАРИАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕДАЧИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ МИКРОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ДЕФЕКТАХ КОНСТРУКЦИИ

Дельмухаметов О.Р., Валиуллин А.Ф.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Широкое применение микроструктурированных волокон накладывает определенные требования к точности формирования элементов структуры волокна в поперечном сечении, так как оптические свойства микроструктурированных волокон обусловлены периодической структурой оболочки и размером сердцевины. Сложность технологического процесса изготовления таких волокон определяет необходимость оценки влияния вариации диаметра отверстий и отклонения расположения отверстий относительно идеальной симметричной структуры в поперечном сечении ОВ. Анализ изменения параметров передачи для различных конструкций микроструктурированных оптических волокон (МОВ) позволяет провести оценку технологических допусков на конструктивные особенности (дефекты) конкретного образца. В докладе рассматриваются два типа конструкций ОВ [1-2]: обычное одномодовое МОВ и МОВ для компенсации хроматической дисперсии.

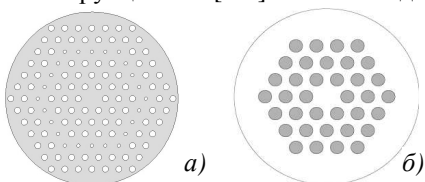


Рис.1. Типы конструкций МОВ:
а) для компенсации хроматической дисперсии; б) обычное одномодовое

В рамках рассмотренного ограниченного набора гексагональных конструкций МОВ показано, что влияние неидеальности структуры и диаметра отверстий за пределами третьего слоя дырок обычного одномодового ОВ, практически не оказывает влияния на оцениваемые параметры передачи и определяется в основном некоторым локальным эффективным показателем преломления некоторой области МОВ. В то же время, даже незначительные вариации диаметра дырок и искажения симметрии расположения отверстий оказывали сильное влияние на изменение дисперсионных характеристик компенсирующего МОВ.

Литература

1. Бурдин А.В., Бурдин В.А., Султанов А.Х., Дельмухаметов О.Р. Алгоритм расчета хроматической дисперсии одномодовых ОВ на основе метода смешанных конечных элементов // Инфокоммуникационные технологии. Т.7, №2, 2009. – С.13-16.

2. В. Kuhlmeiy, G. Renversez, and D. Maystre. Chromatic dispersion and losses of microstructured optical fibers // Applied optics, Vol.42, No.4, 2003. – P.634-639.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОКАНАЛЬНОЙ ВОЛП С УСИЛИТЕЛЕМ EDFA

Шамсутдинова Л.Р., Лопатюк А.В.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

В работе выполнены основные расчеты, необходимые для построения одноканальной WDM волоконно-оптической линии передачи (ВОЛП) длиной 300 км, функционирующей со скоростью 622 Мбит/с. Для обеспечения начального запаса по мощности и последующего усиления сигнала по уровню установлена модель оптического усилителя EDFA.

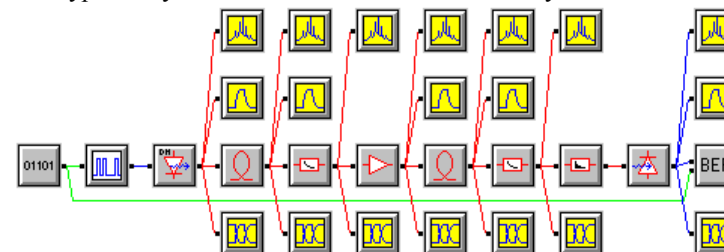


Рис. 1. Одноканальная ВОЛП, построенная в компьютерной программе LinkSim

В результате проделанных расчетов получаем длину регенерационного участка по дисперсии 168,88 км, по энергетическому потенциалу - 93,35 км. Длина участка от источника до усилителя 71км, длина участка от усилителя до приёмника– 93км, суммарная длина которых не превышает длину регенерационного участка 168км. Используя расчетные данные, строим ВОЛП в LinkSim (рис. 1) и получаем глаз-диаграммы(рис. 2).

Коэффициент усиления усилителя EDFA составил 20 дБм.

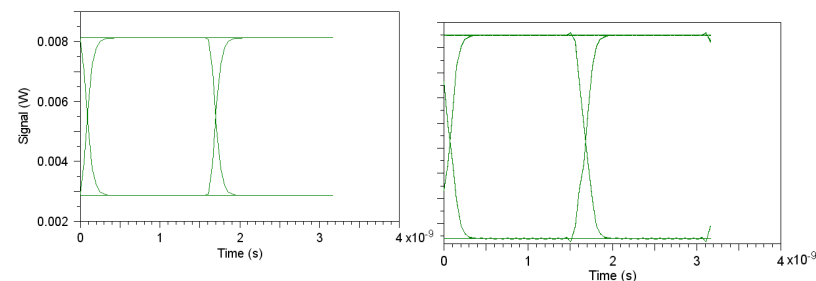


Рис. 2. Глаз-диаграммы на выходе 1)из лазера и 2)EDFA-усилителя

© Лопатюк А.В., Шамсутдинова Л.Р., 2013г.

СЕКЦИЯ «ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

УДК 620.179.14

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ СИГНАЛА ВИХРЕТОКОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НАД СВАРНЫМ ШВОМ СТАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА

Коннов А.В.

ЗАО НПЦ «Молния», г. Москва, Россия

Контроль качества сварных соединений является одной из сложных задач электромагнитного контроля стальных изделий, что связано с влиянием на результаты контроля таких факторов, как сложный профиль поверхности стального изделия со сварным швом, существенное изменение электромагнитных параметров металла в сварном шве и околошовной зоне стального изделия и т.д.

Влияние указанных факторов на величину и распределение сигнала вихретокового преобразователя (ВТП) над сварным швом обычно значительно превышает влияние дефекта сплошности сварного шва. Надежное выявление и распознавание дефектов сплошности сварного шва является актуальной задачей дефектоскопии стальных изделий.

Сигнал ВТП над дефектным сварным швом можно представить в виде суперпозиции двух сигналов: сигнала над бездефектным швом и сигнала над дефектом сплошности. Для исключения влияния сварного шва на сигнал ВТП и восстановления сигнала над дефектом сплошности было использовано свойство избирательной локализации функций заданной длительности и формы вейвлетного преобразования.

Было установлено, что вычисление разности коэффициентов вейвлетного преобразования сигнала ВТП над дефектным сварным швом позволяет значительно подавить влияние сварного шва и локализовать в нем месторасположение дефекта сплошности. При этом соотношение сигнал/шум в распределении разности коэффициентов вейвлетного преобразования сигнала ВТП значительно превышает порог чувствительности, предъявляемый к вихретоковым дефектоскопам, что обеспечивает надежное выявление дефекта сплошности в сварном шве.

Последующее обратное вейвлетное преобразование полученного распределения разности коэффициентов вейвлетного преобразования позволяет восстановить амплитудные значения и форму измеренного сигнала ВТП над дефектом сплошности, без мешающего влияния сварного шва стальной трубы.

© Конов А.В., 2013 г.

УДК 538.955

МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ Nd И Sm, ПОДВЕРГНУТЫХ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Таскаев С.В.¹, Ховайло В.В.², Скоков К.П.³, Бучельников В.Д.¹, Пелленен А.П.⁴, Ульянов М.Н.¹, Батаев Д.С.¹, Максимова А.И.

¹Челябинский государственный университет, г. Челябинск, Россия,

²Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва, Россия,

³Технический университет Дармштадта, г. Дармштадт, Германия

⁴Национальный исследовательский университет «ЮУрГУ», г. Челябинск, Россия

Работа посвящена изучению магнитных свойств тонких лент Nd и Sm, подвергнутых интенсивной пластической деформации (ИПД). Интенсивная пластическая деформация очень интересна для разработки новых функциональных материалов. В зависимости от степени деформации, магнитные, структурные или термодинамические свойства могут значительно варьироваться, в связи с этим, интерес к изучению такого рода материалов не только чисто академический, но и представляет интерес с точки зрения разработки материалов для практических приложений. Так, например, один из возможных путей создания материалов для технологии магнитного охлаждения тесно связан с подготовкой очень тонких (в несколько микрон) лент с высокими значениями магнитокалорического эффекта (МКЭ) и хорошими механическими свойствами.

Однако, как показано в предыдущих работах, ИПД приводит к значительному уменьшению магнитных и термодинамических свойств в сильно деформированных образцах Gd. Причина такого поведения в индуцировании гигантских значений магнитной анизотропии, наведенной ИПД. Это неожиданное явление приводит к новым термодинамическим и магнитным свойствам сильно деформированной ленты Gd [1], которые неприменимы для магнитокалорических приложений без дополнительной процедуры термообработки. Режимы термической обработки напрямую связаны со степенью пластической деформации.

В этой работе мы продолжаем наше предыдущее исследование ИПД на магнитные свойства 4-f элементов, с особым акцентом на изучение магнитной анизотропии, наведенной ИПД.

Работы выполнены по гранту РФФИ 12-07-00676-а.

Литература

1. S. V. Taskaev, M. D. Kuz'min, K. P. Skokov, D. Yu. Karpenkov, A. P. Pellenen, V. D. Buchelnikov and O. Gutfleisch, JMMM **331**, 33 (2013).

© Ульянов М.Н., 2013г.

ИЗУЧЕНИЕ ДВУМЕРНЫХ СУПЕРИОННЫХ ПРОВОДНИКОВ CUCRS₂ И CUCRSE₂

Абдрахманова Л.Р., Самарбаева Г.И.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

Изучение слоистых дихалькогенидах переходных металлов занимает важное место в физике суперионных проводников. Характерной особенностью дихалькогенидов переходных металлов с общей формулой MYX_2 , где M - одновалентный металл, Y - d-переходный металл, X - халькоген является слоистая структура, образованная тройными слоями YX_2 , между которыми легко могут внедряться атомы одновалентного металла. Соединения $CuCrS_2$ и $CuCrSe_2$, относящиеся к этому классу систем, имеют гексагональную структуру (пространственная группа $R3m$) и обладают смешанной ионно-электронной проводимостью. Известно, что соединение $CuCrS_2$ испытывает фазовый переход при температуре 673 К, а соединение $CuCrSe_2$ - при температуре 473 К.

Исследуемые соединения $CuCrS_2$ и $CuCrSe_2$ синтезировались прямым спеканием соответствующих количеств электролитической меди, серебра чистоты 99,99 %, электролитического хрома чистоты 99,99 %, серы (марки ОСЧ-15-3) в откачанных до остаточного давления 10^{-4} Па кварцевых ампулах. Ампулы, помещенные в печь, медленно нагревались до 1100 К. При этой температуре ампулы выдерживались в течение 100 часов. Общее время нагрева составляло 500 часов. Затем полученная шихта растиралась в агатовой ступке, прессовалась в форме параллелепипедов, необходимых для экспериментальных исследований, которые гомогенизировались в кварцевых ампулах при 900 К в течение недели. Однофазность образцов проверялась методами рентгенофазового анализа.

Дифрактограммы соединений $CuCrS_2$ и $CuCrSe_2$, полученные при комнатной температуре, индцировались в гексагональной сингонии. Набор рефлексов и межплоскостные расстояния, рассчитанные из дифрактограмм показывают однофазность образцов. Параметры элементарной ячейки, рассчитанные по методу наименьших квадратов, составляют $a=(0,3481 \pm 0,0001)$ нм, $c=(1,8702 \pm 0,0002)$ нм и $a=(0,3676 \pm 0,0001)$ нм, $c=(1,9370 \pm 0,0002)$ нм при комнатной температуре для $CuCrS_2$ и $CuCrSe_2$ соответственно. Эти значения параметров элементарной ячейки находятся в хорошем соответствии с литературными данными. Нами также проводились подробные исследования зависимости параметров элементарной ячейки от температуры и динамики температурного разупорядочения ионов меди в соединениях $CuCrS_2$ и $CuCrSe_2$.

ТЕКСТУРА ЦИНКОВЫХ ПОКРЫТИЙ ПОСЛЕ КОРРОЗИИ

Байжанова Г.Х., Котышева И.Ю.

Челябинский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Считается, что цинковые покрытия не способны обеспечить коррозионную защиту стальных изделий в среде сероводорода из-за невозможности образования в таких средах устойчивой защитной пленки из продуктов коррозии. Однако как показали исследования в ряде случаев термодиффузионное цинковое (ТДЦ) покрытие, полученное по технологии [1], выдерживает испытания NACE на сероводородную коррозию. Коррозионная стойкость обеспечивается образованием на поверхности покрытия из δ -фазы $FeZn_7$ продуктов коррозии из цинкосодержащих минералов, в частности симонколлелита $Zn_5(OH)_8Cl_2 \cdot H_2O$, условия образования которого на ТДЦ покрытиях не исследованы. Известно, что цинковые покрытия имеют различную текстуру, которая может оказывать влияние на образование и устойчивость защитной пленки. В связи с этим были проведены исследования текстуры образцов ТДЦ покрытий, созданных по технологии [1], подвергнутых коррозии в среде NACE.

Для оценки степени текстуры слоя покрытия подвергнутого коррозии были выбраны относительные интенсивности рентгеновских дифракционных максимумов I_{320} , I_{241}/I_{330} и I_{241}/I_{330} , измеренные на различной глубине от поверхности покрытия (рис.1). Исходный образец покрытия не имеет текстуры, а после коррозии приобретает текстуру, при которой гексагональная ось кристаллов направлена параллельно поверхности. Таким образом образование симонколлелита действительно сопровождается изменением текстуры цинкового покрытия.

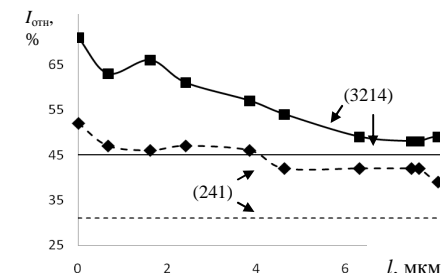


Рис. 1. Относительные интенсивности на различной глубине для образца после коррозии (символы) и образца без текстуры (линии)

1. Галин Р.Г., Захаревич Д.А. и др. // Материалы XXI Уральской школы «Актуальные проблемы физического металловедения сталей и сплавов», Магнитогорск. МГТУ. 2012. С.5.

ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЛАКСАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОМ КОБАЛЬТЕ

Габдрахманова Л.А.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В данной работе приведены результаты рентгеновских исследований релаксационных процессов в нанокристаллическом кобальте. Для получения нанокристаллической структуры образцы пластически деформировали на наковальнях Бриджмена под давлением 7 ГПа при комнатной температуре поворотом бойка на 5 оборотов. Рентгеновские исследования проводили на дифрактометре ДРОН-7 на Co-излучении.

Наши исследования показали, что пластически деформированные образцы имеют широкие дифракционные линии. При отжиге линии сужаются, что свидетельствует о релаксации дефектов кристаллической решетки, внесенных пластической деформацией, и о росте кристаллитов. Нами установлено, что на зависимостях ширины дифракционных линий (W) от температуры отжига наблюдаются две характерные области, соответствующие разным процессам, протекающим в исследуемом температурном интервале. В каждой из этих областей зависимости $\ln(W) = f(1/T)$ можно аппроксимировать прямыми линиями. Это свидетельствует о том, что ширина дифракционной линии в зависимости от температуры отжига описывается экспоненциальной функцией

$W \sim \exp(Q/kT)$, где Q - энергии активации, k - постоянная Больцмана.

На зависимостях $\ln(W) = f(1/T)$ при температуре $T \sim 230^\circ\text{C}$ наблюдается скачкообразное изменение угла наклона. Мы полагаем, что низкотемпературная ветвь зависимостей $\ln(W) = f(1/T)$ связана с процессами возврата, а высокотемпературная - рекристаллизацией. На основе рентгеновских данных нами были определены энергии активации наблюдаемых процессов. В области возврата энергия активации меняется в зависимости от кристаллографического направления в интервале от 2 до 6 кДж/моль. Это значение энергии активации значительно меньше энергии активации миграции неравновесных границ зерен в нанокристаллических металлах. Энергия активации для области рекристаллизации в зависимости от кристаллографических направлений меняется слабо и составляет $E \sim 20 - 30$ кДж/моль. Эти значения энергии активации значительно меньше энергии активации самодиффузии в металлах и сплавах. Для подтверждения полученных результатов нами также проведены электронно-микроскопические исследования и исследования микротвердости.

© Габдрахманова Л.А., 2013 г.

УДК 538.91

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ЧАСТИЦ КОБАЛЬТИТА ЛИТИЯ LiCoO_2

Файзуллина А.М.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Кобальтит лития LiCoO_2 широко используется в качестве катодного материала в химических источниках тока. Химические источники тока на основе лития являются малогабаритными, легкими и высокоэнергоемкими. Кобальтит лития LiCoO_2 имеет ромбоэдрическую структуру (пространственная группа $R\bar{3}m$) с параметрами элементарной ячейки $a=2,82$ Е, $c=14,05$ Е. Его преимущества по сравнению с другими катодными материалами в несложном синтезе, в большом количестве циклов и в большом сроке жизни батареи.

В данной работе для синтеза кобальтита лития применялся нитратный способ. Кобальтит лития синтезировался из водных нитратных растворов с использованием в качестве комплексообразователей нитратов гетероциклических аминов (пиридина, хинолина). Нитраты аминов получали прибавлением разбавленной азотной кислоты к пиридину ($2\text{C}_5\text{H}_5\text{N} \cdot \text{HNO}_3$). После завершения реакции раствор упаривали на ротационном испарителе до сухого состояния. Затем кристаллогидраты подвергались обжигу на воздухе, при котором происходило удаление оксидов NO_2 , CO_2 и H_2O . Далее образцы обжигались на воздухе в муфельной печи при различных температурах от $350 - 1000^\circ\text{C}$ в течении 1 часа. Аттестация образцов кобальтита лития LiCoO_2 проводилась на дифрактометре ДРОН 4-07 на излучении $\text{Cu-K}\alpha$. Дифрактограммы соединений, синтезированные с помощью хинолина и пиридина показывают, что соединения являются однофазными. Рассчитанные параметры кристаллической решетки находятся в хорошем соответствии с литературными данными.

Изучение распределения частиц по размерам было произведено на анализаторе SALD-7101 фирмы «Shimadzu» Япония. Измерения были проведены для образцов кобальтита лития, полученных с помощью пиридина и хинолина при различных температурах отжига (от 400°C до 1000°C). Показано, что для образцов LiCoO_2 , полученных с помощью пиридина при различных температурах обжига размеры частиц находятся в интервале (20ч80) мкм. Образцы LiCoO_2 , полученные с помощью хинолина, имеют большие размеры и больший разброс в размерах частиц -(30ч150) мкм. Но на этом фоне при температуре обжига 400°C имеются частицы размером (20ч80) нм, при температуре обжига 500°C - (100ч400) нм.

ОБ ЭФФЕКТЕ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО НАГРЕВА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ХОЛОДНОКАТАНОГО АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА 1570С

Ильясов Р.Р., Автократова Е.В., Валеев И.Ш.,
Ситдиков О.Ш., Маркушев М.В.

Институт проблем сверхпластичности металлов РАН, г. Уфа, Россия

Исследованы особенности изменения структуры и микротвердости холоднокатаных листов алюминиевого сплава 1570С системы Al-Mg-Sc-Zr при высокоскоростном нагреве электроимпульсами (ЭИ) длительностью ~100 мкс в интервале условных температур соответствующих интегралу тока (K_j) $1,66 - 1,94 \cdot 10^4 \text{ A}^2 \cdot \text{с}/\text{мм}^4$.

Обнаружено, что в результате ЭИ обработки происходит снижение микротвердости сплава в рабочей области со 142 до 118 HV при $K_j = 1,66 \cdot 10^4 \text{ A}^2 \cdot \text{с}/\text{мм}^4$ и до 87 HV при значениях интеграла тока, превышающих $1,79 \cdot 10^4 \text{ A}^2 \cdot \text{с}/\text{мм}^4$.

После обработки сплава в интервале K_j от $1,66 \cdot 10^4$ до $1,68 \cdot 10^4 \text{ A}^2 \cdot \text{с}/\text{мм}^4$ в его структуре обнаружено формирование рекристаллизованных зерен со средним размером ~3–4 мкм преимущественно внутри полос сдвига, внесенных в материал в процессе холодной прокатки, а также вблизи исходных высокоугловых границ. При дальнейшем увеличении интеграла тока до $1,94 \cdot 10^4 \text{ A}^2 \cdot \text{с}/\text{мм}^4$ наблюдалось постепенное распространение рекристаллизованных областей в тело исходных зерен с сохранением размера зерна ~3–4 мкм, и соответствующее формирование более однородной структуры. При этом объемная доля рекристаллизованных зерен увеличивалась с 17 до 64%, а их размерная стабильность была обусловлена наличием в материале высокой плотности дисперсных частиц $\text{Al}_3(\text{Sc}, \text{Zr})$, которые по результатам просвечивающей электронной микроскопии сохраняли когерентность после ЭИ обработки во всем исследованном интервале энергий.

Показано, что образование новых мелких зерен при ЭИ обработке холоднокатаного сплава качественно не отличается от процессов формирования статически рекристаллизованных зерен, происходящих при его печном нагреве и отжиге при температуре 520 °С (~0,85 $T_{пл}$) длительностью от 10 до 120 минут. При этом размер рекристаллизованных зерен после отжига сплава во всем исследованном временном интервале также составил ~3–4 мкм, однако их объемная доля была значительно меньше и, даже после 120-минутной выдержки, не превышала 25%.

Сделано заключение о том, что обработка высокоэнергетическими импульсами тока может являться перспективным методом обработки листов из алюминиевых сплавов типа 1570С для получения однородной мелкозернистой структуры.

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ШВА ПРИ СВАРКЕ ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ ЛИТЕЙНОГО И ДЕФОРМИРУЕМОГО АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Ильясов Р.Р., Автократова Е.В., Маркушев М.В.,

Институт проблем сверхпластичности металлов РАН, г. Уфа, Россия

Методами оптической и электронной микроскопии изучены особенности структуры катаных листов из деформируемого сплава 1570 (Al-5,9Mg-0,42Mn-0,24Sc-0,1Zr, вес.%) и слитков литейного сплава ВАЛ16с (Al-6,6Mg-0,29Mn-0,15Sc-0,15Zr-0,15Cr), а также сварного шва, формирующегося при их сварке трением с перемешиванием (СТП).

Листы сплава 1570 имели микроструктуру, состоящую из преимущественно вытянутых вдоль направления прокатки волокон толщиной несколько микрон, по границам которых наблюдались отдельные равноосные зерна размером 1-3 мкм. А сплав ВАЛ16с имел структуру из равноосных зерен со средним размером ~25 мкм. Структуры сплавов также отличались морфологией и объемной долей избыточных фаз: в 1570 размер и доля частиц были заметно меньше.

Установлено, что в зоне шва образуется типичная для СТП луковичная структура, состоящая из колец с мелкозернистой структурой. Различие в размере и количестве избыточных фаз в кольцах позволило сделать вывод об их принадлежности различным сплавам. Количественный анализ показал, что в слоях сплава 01570 средний размер зерна 1-1,5 мкм, а в слоях ВАЛ16с 3-4 мкм.

На основании проведенного анализа сделано заключение о том, что микроструктурные изменения при СТП двух близких по природе, но отличающихся по строению и фазовому составу сплавов, носят сложный характер и определяются их исходным структурным состоянием.

Предположено, что трансформация структуры литейного сплава обусловлена прохождением как прерывистой, так и непрерывной рекристаллизации. На первую указывали локальные выгибы («языки») на границах исходных зерен, а также появление новых мелких зерен вблизи избыточных фаз. А развитие второй осуществлялось по механизму, схожему с «геометрической» динамической рекристаллизацией. Измельчение же зерен сплава 1570 видимо осуществлялось преимущественно по непрерывному механизму, без образования зародышей рекристаллизации. На это в первую очередь указывало увеличение доли мелких зерен, имевших практически одинаковый размер, при переходе из зоны термического воздействия непосредственно к шву. При этом формирование новых зерен могло происходить и по механизму геометрической рекристаллизации, на что указывало множество преимущественно параллельных друг другу и границе шва цепочек мелких зерен, плотность которых по мере

приближения к границе шва увеличивалась, и за счет увеличения разориентировки субзерен, имевшихся в исходной (до сварки) деформированной структуре листов.

УДК 532.783

ВЛИЯНИЕ ХИРАЛЬНОГО ДОПАНТА НА СТРУКТУРУ НЕМАТОХОЛЕСТЕРИЧЕСКИХ КАПЕЛЬ

Тимиров Ю.И., Скалдин О.А., Гареева Е.Р., Каюмов И.Р.
ИФМК УНЦ РАН, г. Уфа, Россия

В данной работе рассматриваются ориентационные возмущения, инициируемые хиральным допантом в каплях нематохонестерика (НХЖК) с границей раздела ЖК-изотропная фаза. Следует сказать, что НХЖК представляют собой сложный тип упорядочения молекул ЖК, характеризуемый шагом спиральной структуры (P), который обратно пропорционален концентрации $X_{ЖК}$ в нематической фазе.

Исследуемые капли представляют собой цилиндрическую область мезофазы с гомеотропной ориентацией в объеме (так называемую перетяжку в изотропном окружении). В скрещенных николях они представляют собой темное ядро со светлой рассеивающей оболочкой (рис.1,а). Анализ оптических изображений капель показал, что с увеличением концентрации холестерилхлорида размер гомеотропные ядра практически полностью сублимируются при шаге холестерической спирали $P < 25$ мкм, что соответствует значению периода равновесного геликоида $P_{th} \approx 20$ мкм, график зависимости которого представлен на рис.1,б.

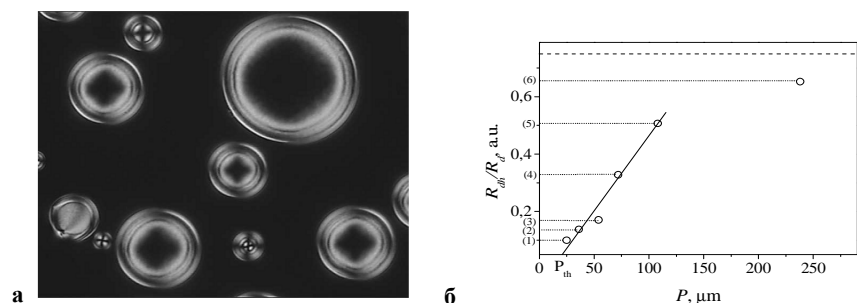


Рис. 1. а) Структура ЖК-капель при концентрации холестерического допанта $P_{0,22\%} = 54$ мкм. б) Зависимость относительной величины R_{dh}/R_d (радиуса гомеотропного ядра к радиусу капли) от величины равновесного шага спирали P : 1 соответствует значению шага спирали $P = 25$ мкм, 2 – $P = 36$ мкм, 3 – $P = 54$ мкм, 4 – $P = 72$ мкм, 5 – $P = 108$ мкм и 6 – $P = 238$ мкм

Таким образом, из полученных данных следует, что даже незначительные добавки холестерика в нематик, существенным образом

меняют ориентационную картину капель НХЖК, что является одним из способов управления свойствами таких материалов.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований гранты № 12-02-97039, 13-02-01117 и стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам СП-904.2013.1.

© Тимиров Ю.И., Скалдин О.А.,
Гареева Е.Р., Каюмов И.Р.

УДК 546.05

КИНЕТИКА ТВЕРДОФАЗНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СИСТЕМЕ ПОЛИТИТАНАТ КАЛИЯ - $Fe_2(SO_4)_3$

Важенина В.В., Мировщикова В.А.

Челябинский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Методом рентгеноструктурного анализа изучен фазовый состав протонированного полититаната калия (ПТКП), в том числе с добавлением соли $Fe_2(SO_4)_3$ в количестве 1 и 6 масс.%, прошедших термообработку при $650, 850^\circ C$ во временных интервалах 30, 60, 90 и 120 минут.

На фрагментах рентгенограмм исходного ПТКП, термообработанного при $650^\circ C$ (продолжительность термообработки 30, 60, 90 и 120 минут) наблюдается рост интенсивностей дифракционных максимумов полититаната по мере увеличения времени термообработки. Фазы $K_2Ti_6O_{13}$ и $K_{1,35}Ti_8O_{16}$, а также $\alpha - TiO_2$ (рутил), $\gamma - TiO_2$ (анатаз) отчетливо регистрируются в образце после термообработки в течении 120 минут. Повышение температуры обработки до $850^\circ C$ стимулирует формирование этих фаз в образце.

Присутствие добавки $Fe_2(SO_4)_3$ в ПТКП в количестве 1 масс.% обуславливает увеличение количества фаз $\gamma - TiO_2$ (анатаз), формирующихся в образце в 2 раза. При этом средние размеры кристаллов анатаза возрастают.

При детальном анализе фазового состава состав ПТКП, содержащего 6 масс.% $Fe_2(SO_4)_3$ и прошедшего термообработку при $650^\circ C$ установлено, что основной фазой в образце является рутил. Интегральная ширина дифракционных максимумов полититанатов по мере увеличения продолжительности термообработки увеличивается, а их интенсивность существенно уменьшается.

Таким образом добавка $Fe_2(SO_4)_3$ в ПТКП в количестве 1 масс.% максимально стимулирует формирование полититанатов калия. Увеличение количества добавки $Fe_2(SO_4)_3$ до 6 масс.% обуславливает формирование фазы рутил.

© Важенина В.В., Мировщикова В.А., 2013г.

УДК 621.7.043, 669.245.

СВАРКА ДАВЛЕНИЕМ НИКЕЛЕВОГО СПЛАВА ХН58МБЮД В УСЛОВИЯХ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СВЕРХПЛАСТИЧНОСТИ

Валитова Э.В., Лутфуллин Р.Я., Мухаметрахимов М.Х.

Институт проблем сверхпластичности металлов РАН, г. Уфа, Россия

Сварка металлических материалов с применением давления, осуществляется за счет пластической деформации свариваемых частей при температуре ниже температуры плавления [1]. Общим для всех способов сварки давлением является то, что соединение образуется в результате пластической деформации приконтактных объемов, которой сопутствует накопление макропластической деформации свариваемых деталей [1,2]. В этой связи важно определение оптимальных деформационных режимов сварки давлением, а также анализ влияния параметров исходной микроструктуры на механизмы формирования твердофазных соединений (ТФС) [2,3]. Известно, что формирование в сплавах ультрамелкозернистой (УМЗ) и нанокристаллической (НК) структуры способствует проявлению эффекта сверхпластичности (СП), в том числе и низкотемпературной, что создает наиболее благоприятные условия для получения качественного ТФС при сварке давлением [2,4]. В ранее полученных авторами результатах, опубликованных в работе [5], было установлено, что формирование УМЗ структуры в сплаве ХН58МБЮД обеспечивает проявление эффекта низкотемпературной СП. Так при температуре 800°C относительное удлинение составило 1500%. Поэтому в настоящей работе эта температура была выбрана для изучения влияния параметров исходной структуры, в том числе НК, на образование твердофазного соединения при сварке давлением образцов сплава ХН58МБЮД.

Результаты экспериментов сваркой давлением при температуре 800°C показали, что два образца с крупнозернистой структурой (КЗ) из сплава ХН58МБЮД соединить не удалось. Деформация образцов при этом была минимальной и составила 5%. В этой связи была подробно изучена возможность получения ТФС для образцов в различных структурных сочетаниях. В эксперименте по достижению соединения двух УМЗ образцов осадкой было обнаружено, что оба образца продеформировались равномерно. При этом, общая степень деформации составила 35%, относительная протяженность пор в зоне соединения менее 10%. Имеются участки с поверхностью соединения, ориентированной перпендикулярно оси приложения нагрузки, а также участки, где поверхность соединения находится под углом к оси приложения нагрузки. Это может свидетельствовать о развитии деформационного течения материала, благоприятно влияющего на формирование ТФС.

При соединении КЗ и УМЗ образцов, установлено, что деформируется преимущественно УМЗ образец. Общая степень деформации достигла 29%, в то время как степень деформации УМЗ образца - 45%. В соединении имеются протяженные участки с перпендикулярной ориентацией поверхности соединения к оси приложения нагрузки, расположенные в центральной части соединяемых образцов. Относительная протяженность пор на этих участках достигает 80%. Необходимо отметить, что на участках ТФС, которые расположены под наклоном к оси приложенной нагрузки, сформировано более качественное соединение, о чем может свидетельствовать низкая относительная протяженность пор – до 10 %.

При сварке давлением образцов через НК прослойку деформируется преимущественно сама прослойка. Общая степень деформации составила 16%, степень деформации в НК прослойке распределяется неравномерно. Ее величина возрастает от центра к периферии и достигает 50%. Вблизи боковой поверхности отмечается низкая протяженность пор (до 10%). В центральной зоне, где деформация НК прослойки минимальна, относительная протяженность пор также низка. При сварке давлением отмечена локализация деформации в НК прослойке, а в соединении КЗ+УМЗ деформируется главным образом УМЗ образец. Это связано с тем, что материалы с УМЗ и НК структурами более пластичны, чем с КЗ структурой.

Таким образом, в результате проведенных экспериментов показано, что сваркой давлением в условиях низкотемпературной СП можно получить относительно качественное ТФС образцов из сплава ХН58МБЮД с исходной УМЗ или НК структурой.

Литература

1. Каракозов Э.С. Сварка металлов давлением. - М.: Машиностроение, 1986 – 280 с.
2. Лутфуллин Р.Я., Сверхпластичность и твердофазное соединение наноструктурированных материалов Часть I. Влияние размера зерна на твердофазную свариваемость сверхпластичных сплавов.//Письма о материалах, 2011г.,т1,с 59...64. - ISSN 2218-5046.
3. Н. Голубев Ф. Ш. Шарифьянов, А. В. Власова. Влияние структуры жаропрочного никелевого сплава ЖС6У на его свариваемость в твердом состоянии // Автоматическая сварка, 1985, №2 с.13 -16.
4. Kaibyshev O.A., Lutfullin R.Ya., Safiullin R.V. The nature of solid state joint formation under superplasticity and some practical application of this phenomenon, Superplasticity and Superplastic Forming (Las Vegas, USA, 1995), P.241-249.
5. Э.В. Валитова, Р.Я. Лутфуллин, В.А. Валитов Влияние скорости и температуры деформации на микроструктуру и свойства ультрамелкозернистого свариваемого сплава ХН58МБЮД //Перспективные материалы. Спец. вып. №15. 2013. С. 30 – 34.

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕРМО-ЭДС ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $\text{Cu}_2\text{S}_{0.5}\text{Se}_{0.5}$, $\text{Cu}_2\text{S}_{0.15}\text{Se}_{0.85}$, $\text{Cu}_2\text{S}_{0.85}\text{Se}_{0.15}$

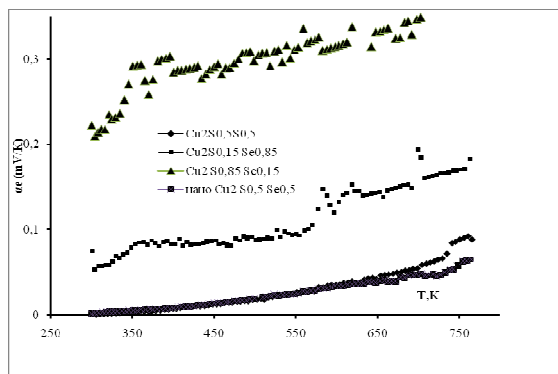
¹Габдуллин А.Н., ¹Ишембетов Р.Х., ²Ногай А.С.

¹Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

²Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,
г. Астана, Казахстан

В работе исследована зависимость электронной термо-эдс твердых растворов $\text{Cu}_2\text{S}_{0.5}\text{Se}_{0.5}$, $\text{Cu}_2\text{S}_{0.15}\text{Se}_{0.85}$, $\text{Cu}_2\text{S}_{0.85}\text{Se}_{0.15}$ от температуры.

Образцы для исследований были получены в лаборатории физики полупроводников физико-технического института БашГУ. Химический рентгеноспектральный анализ проводился в лаборатории электронной микроскопии ИПСМ РАН, рентгенофазовый анализ - на дифрактометре ДРОН-7 в ФТИ БашГУ.



На рис.1 приведены результаты измерений температурной зависимости коэффициента электронной термо-эд.с. исследуемых составов. Положительный знак коэффициента α для всех образцов соответствует дырочному типу проводимости.

Наноструктурирование образца $\text{Cu}_2\text{S}_{0.5}\text{Se}_{0.5}$ не привело к заметным изменениям термоэлектрических свойств. Скачки термо-эдс вблизи температур 350, 600 К, возможно, связаны с фазовыми превращениями, имеющими место в бинарных Cu_2S и Cu_2Se [1]. Наибольшие перспективы для практического использования в термоэлектрических устройствах имеют сплавы состава $\text{Cu}_2\text{S}_{0.85}\text{Se}_{0.15}$, демонстрирующие высокие значения коэффициента термо-эдс во всем изученном интервале температур.

Литература

1. Полупроводниковые халькогениды и сплавы на их основе. / Под. ред. Н.Х. Абрикосова. - М.: Наука, 1975. - 219 с.

© Габдуллин А.Н., Ишембетов Р.Х.,
Ногай А.С., 2013г.

ЗОННАЯ СТРУКТУРА ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ ХАЛЬКОГЕНИДОВ МЕДИ И СЕРЕБРА

Давлетшина А.Д.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Полупроводниковые соединения $\text{Me}_{2-\delta}\text{X}$ ($\text{Me} = \text{Cu}, \text{Ag}; \text{X} = \text{S}, \text{Se}, \text{Te}$) проявляют большое разнообразие физических и физико-химических свойств, что выдвигает их в число перспективных материалов для электронной техники [1, 2]. Следует отметить, что высокая катионная проводимость и высокие значения коэффициентов самодиффузии, сравнимые с проводимостью и диффузией в жидких электролитах, проявляются на фоне преимущественной электронной проводимости [3 – 5].

Наиболее общим электрофизическим свойством бинарных халькогенидов является полупроводниковый характер зависимости $\sigma_e(T)$ для составов, близких к стехиометрическим. Отклонение δ от стехиометрии сильно влияет на величину электропроводности, и такие, даже незначительные, отклонения приводят к вырождению электронного газа и изменению характера проводимости от полупроводникового до металлического. Изменение характера проводимости в некоторых системах происходит и в результате полиморфных превращений с изменением температуры для фиксированных составов [1].

Проведен расчет зонной структуры твердых растворов $\text{Ag}_{0.5}\text{Cu}_{1.5}\text{Te}$, $\text{Ag}_{1.5}\text{Cu}_{0.5}\text{Te}$ с ГЦК решеткой с параметрами 6,26 и 6,49 Å, соответственно. В данных соединениях ионная проводимость осуществляется как катионами Ag^+ , так и Cu^+ [3, 4].

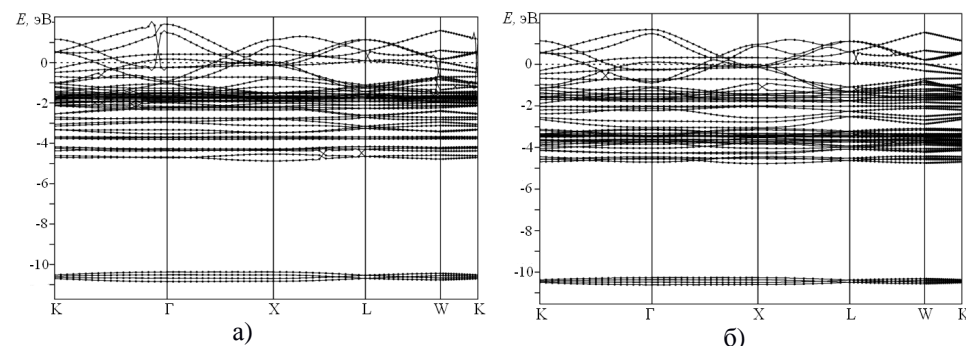


Рис. 1. Зонные структуры твердых растворов $\text{Ag}_{0.5}\text{Cu}_{1.5}\text{Te}$ (а), $\text{Ag}_{1.5}\text{Cu}_{0.5}\text{Te}$ (б).

Результаты расчетов зонной структуры исследуемых соединений представлены на рис. 1.

Точки зоны Бриллюэна имеют следующие координаты в единицах векторов обратной решетки: $\Gamma(0, 0, 0)$, $W(1/2, 0, 1)$, $L(1/2, 1/2, 1/2)$, $X(0, 0, 1)$, $K(3/4, 0, 3/4)$. За нуль энергии принято последнее заполненное состояние.

На рис. 1а приведена зонная структура $Ag_{0.5}Cu_{1.5}Te$. Зависимость энергии от волнового вектора имеет сложный характер, представляющая собой наличие гибридованных уровней. Валентная зона состоит из двух подзон. Рассмотрение полной и парциальных плотностей электронных состояний показывает, что первая валентная подзона образована преимущественно s -зоной теллура. В интервале от $-4,8$ эВ до $-2,5$ эВ расположены гибридованные p -состояния Те и d -состояния Ag с незначительным вкладом s -, d -состояний Cu и s -состояний теллура и серебра. Область энергии от $-2,3$ эВ до уровня Ферми образован s -, p -зонами Те и s -, d -зонами Cu. Валентная зона характеризуется p - d -гибридизацией уровней теллура и серебра и p - d -гибридизацией уровней теллура и меди. Дно зоны проводимости формируется из s -, p -состояний халькогена и s -состояний металлов обоих типов. Ширина валентной зоны равна $10,9$ эВ.

Для зонной структуры $Ag_{1.5}Cu_{0.5}Te$ наблюдается сужение валентной зоны, ширина которой составляет $10,6$ эВ. Максимальной плотности электронных состояний соответствуют d -состояния серебра. Как и для зонной структуры $Ag_{0.5}Cu_{1.5}Te$ в данном случае сохраняется сложный гибридный характер энергетических уровней.

Как в первом, так и во втором случае потолок валентной зоны образован d -состояниями меди и p -состояниями теллура.

Таким образом, в данной работе был выполнен расчет зонной структуры твердых растворов $Ag_{0.5}Cu_{1.5}Te$, $Ag_{1.5}Cu_{0.5}Te$, которые проявляют высокую ионную проводимость в высокотемпературной кубической фазе. Расчеты показали, что зависимость энергии от волнового имеет сложный гибридный характер. Наблюдаемая pd -гибридизация приводит к уменьшению эффективного радиуса катионов, что обуславливает их делокализацию и повышение их подвижности.

Литература

1. Горбачев, В.В. Полупроводниковые соединения AB^IV . М.: Металлургия, 1980.
2. Полупроводниковые халькогениды, сплавы на их основе. Под ред. Н.Х.Абрикосова, М.: Наука, 1975.
3. Miyatani, S. Electronic and ionic conduction in $(Ag_xCu_{1-x})_2$ // J. Phys. Soc. Japan, 1973, v. 34, № 2, pp. 422 – 432.
4. Miyatani, S., Miura, J., Ando, H. Mixed conduction in $AgCuSe$ // J. Phys. Soc. Japan, 1979, v. 46, № 6, pp. 1825 – 1832.
5. Якшибаев, Р.А., Балапанов, М.Х., Конев, В.Н. Ионная проводимость и термо-эдс в сплавах суперионных проводников Ag_2S-Cu_2S // ФТТ, 1987, Т. 29, № 3, сс. 937 – 939.

УДК 536

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЭФФЕКТ ЗЕЕБЕКА В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРАХ $Cu_2S_{0.25}Te_{0.75}$, $Cu_2S_{0.5}Te_{0.5}$

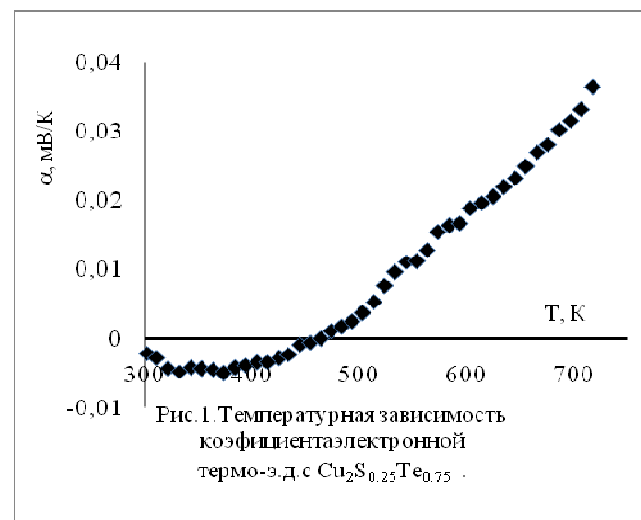
¹Габидуллин Т.Р., ¹Ишембетов Р.Х., ²Нурахметов Т.Н.

¹Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

²Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

В работе исследован электронный эффект Зеебека (термо-э.д.с.) в твердых растворах $Cu_2S_{0.25}Te_{0.75}$, $Cu_2S_{0.5}Te_{0.5}$ в зависимости от температуры и положения уровня Ферми.

Образцы для исследований были получены в лаборатории физики полупроводников физико-технического института БашГУ. Химический рентгеноспектральный анализ проводился в лаборатории электронной микроскопии ИПСМ РАН, рентгенофазовый анализ - на дифрактометре ДРОН-7 в ФТИ БашГУ.



На рис.1 приведены результаты измерений температурной зависимости электронной термо-э.д.с. $Cu_2S_{0.25}Te_{0.75}$. В отличие от твердого раствора $Cu_2S_{0.5}Te_{0.5}$, при температуре $454^\circ C$ в твердом растворе $Cu_2S_{0.25}Te_{0.75}$ происходит

смена знака коэффициента Зеебека.

Вопреки ожиданиям, значения коэффициента термо-эдс исследованных полупроводниковых сплавов оказались очень низкими, характерными более для металлов, чем для полупроводников.

© Габидуллин Т.Р., Ишембетов Р.Х., Нурахметов Т.Н., 2013 г.

ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ СИЛИКАТ-АНТИМОНАТОВ СТРОНЦИЯ ПРИ КОМНАТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Чалая О.А., Курылева Ю.Н.

Челябинский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Авторами [1] было обнаружено, что перовскитовый оксид сурьмы-кремния-стронция (силикат-антимонат стронция, САС), образующийся при синтезе из смеси оксидов при высоких температурах, нестабилен при комнатной температуре. Кроме того, наблюдалось выделение карбоната стронция при старении образцов силикат-антимонатов стронция на воздухе в течение года. В связи с этим, нами проведены исследования влияния углекислого газа и паров воды на фазовый и химический состав САС при комнатной температуре.

Для этого образец состава $Sr_{2,6}Si_{0,6}Sb_{0,8}O_5$ несколько суток выдерживался в атмосфере с повышенным давлением H_2O и CO_2 . Через 24 часа масса образца увеличилась, а на дифрактограмме сильно увеличились максимумы $SrCO_3$, максимумы перовскитовой фазы уменьшились и уширились. После суммарной выдержки 72 часа масса не изменилась, а на дифрактограмме преобладающими стали максимумы, соответствующие структуре перовскита, но с параметром решетки, уменьшенным вдвое по сравнению с исходным (рис.1.). Таким образом, даже при комнатной температуре в силикат-антимонате стронция происходит фазовое превращение, вероятно вызванное химической реакцией с углекислым газом. Уменьшение параметра перовскитовой решетки вдвое может быть связано с переходом типа порядок-беспорядок в кислородной (разупорядочение вакансий), или катионной (взаимное упорядочение сурьмы и кремния) подрешетке.

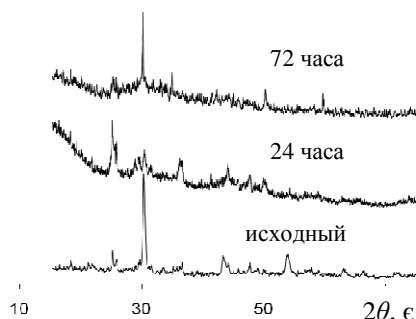


Рис. 1. Дифрактограммы образца САС после синтеза (исходный) и после выдержки в атмосфере с повышенным давлением H_2O и CO_2

Литература

1. Захарьевич Д.А. Структура и устойчивость перовскитовых фаз в системе Sr–Sb–Si–O. / Захарьевич Д.А., Курылева Ю.А. // Вестник Челябинского государственного университета. 2011. Выпуск № 39. С. 19-23.

© Чалая О.А., Курылева Ю.Н. 2013г.

ЭЛЕКТРОННАЯ ПРОВОДИМОСТЬ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $Cu_2S_{0,25}Te_{0,75}$, $Cu_2S_{0,5}Te_{0,5}$

¹Халилова Г.Г., ¹Ишембетов Р.Х., ²Кутербек К.Т.¹Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия²Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

Исследуемые материалы относятся к смешанным электронно-ионным проводникам. В работе исследована зависимость парциальной электронной проводимости от температуры и уровня Ферми. Для определения положения уровня Ферми использовался метод электрохимических ячеек типа Pt/Образец/ CuBr/Cu с применением твердого электролита CuBr, обладающего чисто ионной проводимостью по ионам меди в интервале температур 330 - 430 °С.

На рис.1 показаны температурные зависимости электронной



Рис.1. Температурная зависимость электронной проводимости $Cu_2S_{0,25}Te_{0,75}$

проводимости одного из исследуемых образцов. Обращает на себя внимание, что с ростом температуры характер электронной проводимости меняется от металлического характера проводимости к полупроводниковому. Возможно, это связано с фазовыми переходами. В справочнике Н.Х. Абрикосова [1] имеются данные, что в Cu_2Te происходят фазовые превращения при температурах 305 и 360 °С. Для твердого раствора $Cu_2S_{0,25}Te_{0,75}$ отмечаются очень высокие значения проводимости. В работе электронные свойства изученных материалов увязываются с поведением уровня Ферми электронов.

Литература

1. Полупроводниковые халькогениды и сплавы на их основе / Под. ред. Н.Х.Абрикосова, В.Ф.Банкиной, Л.В.Порецкой и др. - М.: Наука, 1975. - 219 с.

© Халилова Г.Г., Ишембетов Р.Х., Кутербек К.Т., 2013г.

УДК 669.715:620.192.22

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ И ПОСЛЕДУЮЩЕГО ОТЖИГА НА СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ И СВОЙСТВА АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АК21

Швец К.С.¹, Халикова Г.Р.², Трифионов В.Г.²

¹Уфимский государственный авиационный технический университет,

²Институт проблем сверхпластичности металлов РАН, г. Уфа, Россия

Получение материалов с мелкозернистой структурой является одним из методов повышения их физических и механических свойств [1]. Добиться такого эффекта можно с помощью методов интенсивной пластической деформации (ИПД).

Целью данного исследования является анализ влияния интенсивной пластической деформации кручением под высоким давлением (ИПД КВД) и последующего отжига на структурные изменения и микротвердость алюминиевого сплава АК21.

Из жидкоштампованных заготовок вырезали образцы диаметром 8 мм и толщиной 1,3 мм. ИПД КВД проводили при комнатной температуре на наковальне Бриджмана под давлением 6 ГПа на 5 оборотов, что соответствовало логарифмической степени деформации $\epsilon = 4,5$. После деформации образцы отжигали в печи при температурах 300, 400 и 500°C в течение 5 минут.

Структурные изменения сплава исследовали на растровом электронном микроскопе Tescan Mira 3LMN в жидкоштампованном (исходном) состоянии, после ИПД КВД и последующего отжига. На деформированных и отожженных образцах структуру сплава оценивали в центре, на $\frac{1}{2} R$ и на периферии образцов.

Исходное жидкоштампованное состояние характеризовалось наличием крупных частиц Si, FeNiAl9, π -FeMg3Si6Al8, W-CuSi4Mg5Al4, β -FeSiAl5 [2], равномерно распределенных в α (Al) – твердом растворе. Деформация жидкоштампованных образцов привела к дроблению интерметаллидных частиц и формированию наноструктурного состояния. Последующий отжиг способствовал резкому росту среднего размера (суб)зерен, который составлял 0,47, 0,54 и 5,1 мкм при 300, 400 и 500°C, соответственно.

В деформированном состоянии микротвердость менялась по радиусу образца: чем дальше от центра образца к краю, тем больше значения. В отожженном состоянии, также как и в деформированном, сохранялась зависимость изменения микротвердости по радиусу образца: значения увеличивались от центра образца к краю, однако, разница значений по радиусу образца меньше, чем после деформации.

В работе обсуждена природа трансформации структуры и изменения свойств сплава АК21, имеющие место в процессе ИПД КВД и последующего отжига.

Литература

1. Валиев Р.З., Александров И.В. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией. М.: Логос, 2000. 272с.
2. Силумины. Атлас микроструктур и фрактограмм промышленных сплавов: Справ.изд./Пригунова А.Г., Белов Н.А., Таран Ю.Н. и др. – М.: МИСИС, 1996. – 175 с.

© Швец К.С., Халикова Г.Р., Трифионов В.Г., 2013г.

УДК 620.172:621.785.789

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ВСЕСТОРОННЕЙ КОВКОЙ И ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА МИКРОСТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОДШИПНИКОВОЙ СТАЛИ 110X18M-ШД

Акчурина А.Г., Караваева М.В., Абрамова М.М.

Уфимский государственный авиационный технический университет
г. Уфа, Россия

Подшипниковые стали всегда привлекали интерес, особенно в машиностроительной отрасли. Но основным недостатком практически всех подшипниковых сталей является неоднородное распределение карбидной фазы, которое негативно влияет на работу изделий из таких сталей в процессе эксплуатации. Между тем, в последнее десятилетие для повышения свойств различных сталей и сплавов успешно применяется интенсивная пластическая деформация (ИПД), которая позволяет не только существенно уменьшить размеры зерен, но также и получить равномерное распределение высокодисперсных частиц вторичных фаз. Однако для высокоуглеродистых сталей, таких как подшипниковые, влияние ИПД на структуру и свойства практически не исследовано. В связи с этим широкое распространение получили различные виды интенсивной пластической деформации (ИПД). В сочетании с заданной термической обработкой ИПД позволяет существенно улучшить микроструктуру и свойства сталей.

Сталь 110X18M-ШД применяется для изготовления колец, шариков и роликов подшипников высокой твердости для нефтяного оборудования, втулок осей, стержней, а также для изготовления приборных прецизионных подшипников, обладающих высокой степенью надежности и долговечности,

и обеспечивающих стабильный уровень выходных характеристик изделий в процессе длительной эксплуатации.[1]

В работе исследуется микроструктура и микротвердость данной подшипниковой стали в исходном состоянии, а также после 2 и 4 циклов ИПД всесторонней ковкой (ВК) [2] и термической обработки (ТО), а именно закалки в масло с температуры 1050°C, время нагрева 1 час, и отпуска при температуре 170°C с охлаждением на воздухе, время нагрева 1,5 часа.

Структура в исходном состоянии представляет собой феррит и карбидную фазу, после ТО – феррит, карбидную фазу и мартенсит отпуска. Крупные первичные карбиды в микроструктуре особенно нежелательны, потому что при эксплуатации подшипников выходят к поверхности шарика или ролика и начинают крошиться, выводя весь подшипниковый узел из строя. ИПД ВК способствует дроблению крупных первичных карбидных частиц, Поэтому после деформации в микроструктуре стали наблюдается значительное уменьшение размеров карбидных частиц.

Микротвердость в исходном состоянии – 332 HV 0,1, после 2 циклов ИПД ВК - 386 HV 0,1, после 4 циклов ИПД ВК - 368 HV 0,1.

После проведенной термической обработки наблюдаются следующие изменения: объемная доля карбидной фазы в исходном состоянии уменьшается до 26%, после 2 циклов ИПД ВК – до 14%, после 4 циклов ИПД ВК – до 9%.

Микротвердость повысилась: в исходном состоянии – 875 HV 0,1, после 2 циклов ИПД ВК - 826 HV 0,1, после 4 циклов ИПД ВК - 871 HV 0,1.

Микроструктура после ТО меняется следующим образом: в исходном состоянии все еще есть крупные карбиды, но мелкие растворены. После 2 циклов ИПД ВК и ТО так же растворяется большая часть мелких карбидных частиц, но крупные тоже присутствуют, но в значительно меньшем количестве. И наконец, после 4 циклов ИПД ВК и ТО в структуре наблюдается почти однородная карбидная фаза с малыми размерами частиц.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что интенсивная пластическая деформация всесторонней ковкой и последующая стандартная термическая обработка способствуют значительному уменьшению объемной доли карбидной фазы и повышению микротвердости.

Литература

1. Кулешов В.Е. Новая сталь для прецизионных подшипников/rudocs.exdat.com

2. Мулюков, Р.Р. Развитие принципов получения и исследование объемных наноструктурных материалов в ИПСМ РАН /Институт проблем сверхпластичности металлов Российской академии наук./ 2007 г, т. 2, в. 7, 38–53 с.

УДК 539.3

ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ НА СПЛОШНОСТЬ ДВУМЕРНОГО НАНОКРИСТАЛЛА В ПРОЦЕССЕ ДЕФОРМАЦИИ СДВИГОМ

Корзникова Е.А.

ФГБУН Институт проблем сверхпластичности металлов РАН, Уфа, Россия

Интенсивная пластическая деформация является в последние несколько десятилетий одним из наиболее известных методов измельчения структур вплоть до наноразмеров. Для каждого материала предельно достижимый минимальный размер зерна определяется динамическим равновесием между процессами измельчения и роста зерен, которое зависит от внутренних (ЭДУ, чистота, температура плавления, и др.) и внешних (температура и схема деформации) факторов. Однако, известно, что при недостаточно высоком уровне гидростатического давления интенсивная пластическая деформация металлов и сплавов может протекать с образованием нежелательных пор и микротрещин. Целью данной работы является изучение влияния величины гидростатического давления на способность двумерного поликристалла с наноразмерными зёрнами к сохранению сплошности. Акцент делается на установлении степени деформации при которой начинается образование трещин в материале при недостаточно высоком уровне гидростатического давления.

В работе проведено моделирование методом молекулярной динамики деформации сдвигом двумерного поликристалла. Сравнение деформации поликристалла при двух значениях гидростатического давления и двух значениях температур, при неизменной скорости деформации показало, что снижение температуры деформации и/или гидростатического давления приводит к повышению опасности зарождения и роста трещин по границам зерен. Для двух различных температур деформации и двух значений гидростатического давления определены степени деформации, при которых происходит образование и распространение трещин в поликристалле. Во всех случаях, где отмечено появление трещины, ее зарождение и распространение происходит по границам зерен. Ввиду того, что источник Франка-Рида в двумерном поликристалле работать не может, и местом зарождения дислокаций являются границы зерен, можно сделать вывод, что рост трещины – дислокационный.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 12-02-31854_мол_а.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЕФОРМАЦИИ НАНОЛЕНТЫ ГРАФЕНА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЩЕЛЕВОГО ДИСКРЕТНОГО БРИЗЕРА

Корзникова Е.А.

ФГБУН Институт проблем сверхпластичности металлов РАН, Уфа, Россия

Дискретные бризеры (ДБ) - это локализованные в пространстве и периодические во времени нарушения большой амплитуды, широко распространенные в нелинейных дискретных системах. Они имеют частоты выше или ниже фоновой зоны, ибо ДБ практически не взаимодействуют с фонами, и их времена жизни велики по сравнению со временем жизни фононов.

Линейные и нелинейные колебательные моды растянутой наноленты графена ориентации "кресло" со свободными краями были проанализированы с помощью атомистического моделирования. Показано, что фоновые моды разбиты на два подмножества, в одних модах атомы осуществляют колебания в плоскости наноленты (XY моды), а в других – по нормали к этой плоскости (Z моды). начиная со степени деформации 10% в (XY) спектре дисперсионных кривых, появляется щель. При этом (Z) спектр практически не изменяется. В щели спектра (XY) мод обнаружены две колебательные моды с частотой, слабо зависящей от волнового числа q , сильно локализованные на краю наноленты. Одна из этих мод использовалась для задания начальных перемещений атомов при построении ДБ, который представляет собой колебательную моду в плоскости XY, локализованную на четырех атомах на краю наноленты.

Было установлено, что ДБ может существовать при деформации наноленты $0,125 < \epsilon_{xx} < 0,20$. При растяжении наноленты с $\epsilon_{xx} > 0,20$ попытка возбуждения ДБ приводит к ее разрыву. В случае $\epsilon_{xx} < 0,125$ щель в фоновом спектре имеет недостаточную ширину для образования ДБ (или отсутствует). Энергия ДБ может достигать 1 эВ и находится в обратной зависимости от степени растяжения наноленты. Максимально достижимая амплитуда ДБ растет с увеличением степени деформации наноленты.

В настоящее время существует гипотеза о том, что генерация ДБ и их взаимодействие с дислокациями является одним из основных факторов динамической пластификации материалов при радиационном облучении.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 12-02-31854_мол_а.

© Корзникова Е.А., 2013 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ И МИКРОТВЕРДОСТИ ЛАТУНИ Л60 ПОСЛЕ КРУЧЕНИЯ ПОД ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ

Корзникова Е.А.¹, Сергеев С.Н.¹, Ишдавлетова Л.Н.²¹ФГБУН Институт проблем сверхпластичности металлов РАН,²ФГБОУ ВПО УГАТУ, г. Уфа, Россия

Повышение механических свойств металлов и сплавов всегда было одним из основных направлений в материаловедении. Хорошо известно, что уменьшение размеров зерна в поликристаллическом материале позволяет повысить прочность и пластичность. Нарастающий интерес к методам интенсивной пластической деформации объясняется тем, что они позволяют уменьшить размер зерна в материале до СМК и нано размеров.

В настоящей работе было проведено исследование микротвердости и микроструктуры двухфазной латуни Л60 после кручения под высоким квазигидростатическим давлением в интервале степеней деформации, соответствующим от 0,25 до 5 оборотов наковальни.

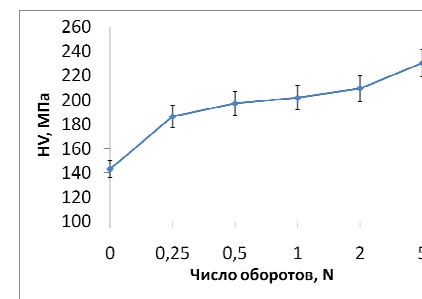


Рис. 1. Зависимость микротвердости латуни Л60 от числа оборотов наковальни

Было установлено, что микротвердость сплава в исходном состоянии составляет 150 МПа, с последующим монотонным ростом до 240 МПа по мере увеличения степени деформации. Нужно отметить, что график микротвердости не выходит на насыщение. Анализ микроструктуры показал, что деформация кручением приводит к постепенному измельчению структуры по мере увеличения степени деформации для зерен обеих фаз. Далее планируется проведение рентгеноструктурного анализа для выявления влияния деформации на фазовый состав сплава.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 12-02-31854_мол_а.

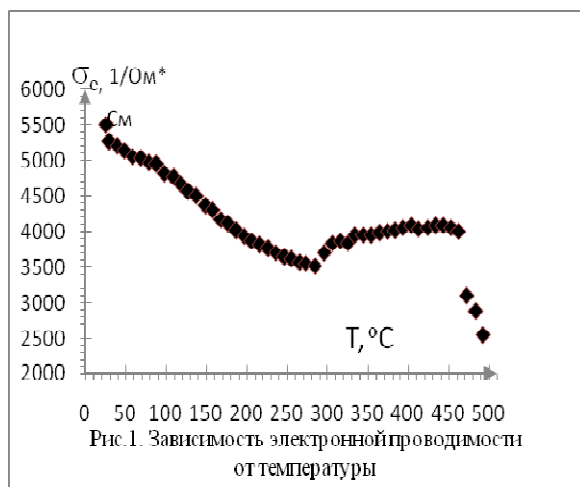
© Корзникова Е.А., Сергеев С.Н.,
Ишдавлетова Л.Н. 2013 г.

ЭЛЕКТРОННАЯ ПРОВОДИМОСТЬ И ТЕРМО-ЭДС $\text{Cu}_2\text{Se}_{0.25}\text{Te}_{0.75}$ ¹Мажитова Ф., ¹Ишембетов Р.Х., ²Кутербеков К.Т.¹Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия²Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,

г. Астана, Казахстан

Твердый раствор $\text{Cu}_2\text{Se}_{0.25}\text{Te}_{0.75}$ по электрическим свойствам относится к смешанным электронно - ионным проводникам. В данной работе исследована зависимость парциальной электронной проводимости и коэффициента электронной термо-эдс от температуры и уровня Ферми.

На рис.1 показаны температурные зависимости электронной проводимости исследуемого образца $\text{Cu}_2\text{Se}_{0.25}\text{Te}_{0.75}$. Наблюдаются очень высокие значения проводимости, характерные для полуметаллов. Видно, что около 285°C характер электронной проводимости меняется: от 0°C до 300°C электронная проводимость носит металлический характер, а в области от 285°C до 450°C начинает расти с повышением температуры как обычно у полупроводников. Возможно, при 285°C имеет место фазовый переход.



Согласно справочнику Н.Х. Абрикосова [1], в Cu_2Te есть фазовые превращения при $305\text{--}306^\circ\text{C}$. Видимо, частичное замещение теллура селеном привело к уменьшению температуры фазового перехода.

Интересно, что при температуре около 250°C электронная термо-эдс меняет знак. Резкое падение проводимости после 450°C , скорее всего,

также связано со структурным превращением, природа которого требует отдельного исследования.

Литература

1. Полупроводниковые халькогениды и сплавы на их основе / Под. ред. Н.Х. Абрикосова. - М.: Наука, 1975. - 219 с.

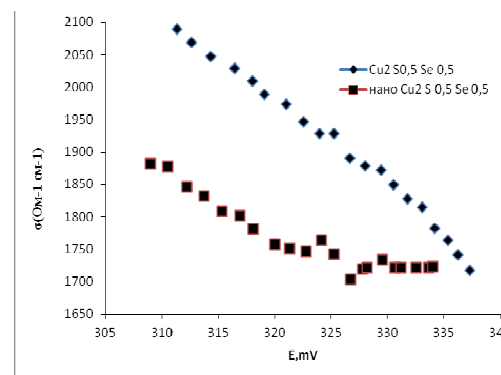
© ¹Мажитова Ф., Ишембетов Р.Х., Кутербеков К.Т., 2013г.

ЭЛЕКТРОННАЯ ПРОВОДИМОСТЬ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $\text{Cu}_2\text{S}_x\text{Se}_{1-x}$ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ ФЕРМИ И РАЗМЕРОВ ЗЕРЕН¹Мунасипов А.З., ¹Ишембетов Р.Х., ²Кутербеков К.Т.¹Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия²Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,

г. Астана, Казахстан

Для структурно- разупорядоченных электронно- ионных полупроводников существует уникальная возможность, используя метод кулонометрического титрования, изучать зависимость физических свойств непосредственно от уровня Ферми, так как ЭДС ячейки типа $\text{Cu}/\text{CuBr}/\text{Cu}_2\text{Se}/\text{C}$ представляет собой высоту уровня Ферми электронов в полупроводниковой фазе относительно его уровня в чистой меди.

В данной работе электронная проводимость твердых растворов $\text{Cu}_2\text{S}_{0.15}\text{Se}_{0.85}$, $\text{Cu}_2\text{S}_{0.85}\text{Se}_{0.15}$, $\text{Cu}_2\text{S}_{0.5}\text{Se}_{0.5}$ были изучены в зависимости от положения уровня Ферми. На рис. 1 показана зависимость электронной

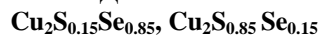


проводимости $\text{Cu}_2\text{S}_{0.5}\text{Se}_{0.5}$ от температурного изменения уровня Ферми при нагревании от 350 до 450°C . При температурном изменении уровня Ферми на 20 мэВ как у крупнокристаллического (средний размер зерен 100 нм), так и у нанокристаллического (100 нм) $\text{Cu}_2\text{S}_{0.5}\text{Se}_{0.5}$ проводимость уменьшается на $10\text{--}15\%$. По

падению проводимости, осуществляемой в основном дырками, можно констатировать, что с ростом температуры уровень Ферми движется из валентной зоны в сторону зоны проводимости, что связано с уменьшением концентрации дырок.

Наноструктурирование материала приводит к значительному уменьшению проводимости, что связано с ростом рассеяния носителей на многочисленных дефектах кристаллического строения, присутствующих в наноматериале. Нагревание до температур порядка 450°C ведет к залечиванию дефектов и выравниванию величины проводимости в крупнокристаллическом и наноструктурированном образцах.

© Мунасипов А.З., Ишембетов Р.Х., Кутербеков К.Т., 2013 г.

ЭЛЕКТРОННАЯ ПРОВОДИМОСТЬ ПОЛУПРОВОДНИКОВ¹Мунасипов А.З., ¹Ишембетов Р.Х., ²Кутербеков К.Т.¹Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия²Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,
г. Астана, Казахстан

Халькогениды меди являются перспективными материалами для р-ветвей гетеропереходов в термоэлектрических устройствах, в частности в полупроводниковых холодильниках. Обзор литературы показал, что электропроводность тройных халькогенидов меди изучена слабо или недостаточно полно.

Целью данной работы было изучение влияния изменения анионной подрешетки на электропроводность халькогенида меди в зависимости от температуры. В работе использовался метод измерения парциальной электронной проводимости. Для исключения влияния термо-эдс измерения проводились в двух направлениях тока. Чтобы исключить окисление образца и деталей установки при высоких температурах, все измерения проводились в кварцевой трубке, заполненной осушенным аргоном.

Измерения показали, что электронные проводимости составов резко отличаются и по величине и по характеру проводимости: электронная проводимость твердого раствора $\text{Cu}_2\text{S}_{0.85}\text{Se}_{0.15}$, т.е. сплава с большим содержанием селена имеет металлический характер - уменьшается с повышением температуры. У твердого раствора $\text{Cu}_2\text{S}_{0.15}\text{Se}_{0.85}$ с большим содержанием серы, наоборот, электронная проводимость имеет тенденцию к увеличению, т.е. по характеру близка к полупроводниковому. Кроме того, электронные проводимости сплавов отличаются по величине примерно на два порядка.

Таким образом, есть основания полагать, что в исследованных сплавах ионы серы образуют более сильную связь с катионами, чем ионы селена, что приводит к большей степени ковалентности химической связи и более сильно выраженным полупроводниковым свойствам.

Литература

1. Полупроводниковые халькогениды и сплавы на их основе / Под. ред. Н.Х. Абрикосова. - М.: Наука, 1975. - 219 с.

© Мунасипов А.З., Ишембетов Р.Х.,
Кутербеков К.Т., 2013 г.

**ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ШТАМПОВКИ В
УСЛОВИЯХ СВЕРХПЛАСТИЧНОСТИ**Слобода А.А.¹, Астанин В.В.²¹ ФГБУН ИПСМ РАН, ²УГАТУ, г. Уфа, Россия

В современном машиностроении при проектировании всё чаще используют программные продукты системы САМ, САД. Для разработки технологии в области обработки металлов давлением важным является правильно оценить возможное поведение металла во время деформации. В частности, типовые программные пакеты не учитывают возможности эффекта сверхпластичности (СП) для операций обработки давлением и особенностей поведения материала в этом состоянии.

Одна из особенностей поведения сверхпластичных материалов заключается в нелинейной зависимости напряжений от скорости деформации и существовании интервала оптимальных скоростей $\dot{\epsilon}_1 - \dot{\epsilon}_2$ с высокой чувствительностью напряжений к скорости деформации [1] (рисунок 1). Для определения причин и исключения ошибок на примере DEFORM 3D провели моделирование процесса комбинированного прессования в условиях приближенных к низкотемпературной сверхпластичности и в режиме штамповки обычном для сплава ВТ6.

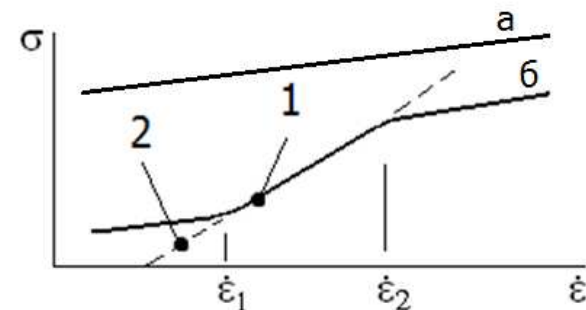


Рис. 1. Зависимости напряжения течения от скорости деформации сплава: а) в обычных условиях, б) в условиях сверхпластичности

Литература

1. Superplasticity: microstructural refinement and superplastic roll forming.:
О.А. Kaibyshev, F.Z. Utyashev.

ВЛИЯНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАНИЯ НА ЭЛЕКТРОННУЮ ПРОВОДИМОСТЬ ПОЛУПРОВОДНИКА $\text{Cu}_2\text{S}_{0.5}\text{Se}_{0.5}$

¹Шакиров Р., ¹Ишембетов Р.Х., ²Нурахметов Т.Н.

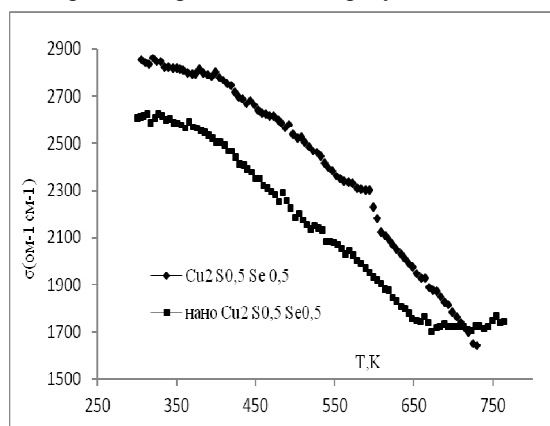
¹Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

²Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

В работе исследована зависимость электронной проводимости от температуры для наноструктурированного состава и проведено сравнение с аналогичной зависимостью в крупнозернистых составах.

Образцы для исследований были получены в лаборатории физики полупроводников физико-технического института БашГУ. Химический рентгеноспектральный анализ проводился в лаборатории электронной микроскопии ИПСМ РАН, рентгенофазовый анализ - на дифрактометре ДРОН-7 в ФТИ БашГУ.

На рис. 1 показаны температурные зависимости электронной проводимости твердого раствора $\text{Cu}_2\text{S}_{0.5}\text{Se}_{0.5}$. Высокие значения электронной проводимости сразу позволяют предположить вырожденность ансамбля электронных дырок. Также видно, что измельчение зерен до наноразмеров для состава $\text{Cu}_2\text{S}_{0.5}\text{Se}_{0.5}$ приводит к снижению электропроводности.



Если не учитывать квантовые эффекты, объяснением снижения проводимости может служить снижение подвижности дырок за счет роста рассеяния на границах зерен. Сопротивление межкристаллитных прослоек больше сопротивления объема зерен, и увеличение числа межкристаллитных прослоек при уменьшении размеров зерен должно приводить к снижению проводимости в наноструктурированном образце. Начиная с температуры 650-660 К для наноструктурированного образца состава $\text{Cu}_2\text{S}_{0.5}\text{Se}_{0.5}$ происходит изменение характера проводимости: металлический характер проводимости меняется полупроводниковый.

© Шакиров Р., Ишембетов Р.Х., Нурахметов Т.Н., 2013г.

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОНИЦАЕМОСТЬ КОМПОЗИТОВ CPAA/KDP

Неустроев А.С.

Челябинский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Для композитов CPAA/KDP (полисульфамная кислота/дигидрофосфат калия) наблюдается увеличение проводимости при объемной доле KDP около 15%. [1] При этом, значения проводимости в максимуме на порядки величины превышает проводимость чистых компонентов. Авторы объясняли это образованием на границе раздела фаз переходного слоя, обеспечивающего быстрый протонный транспорт. Для уточнения механизма увеличения проводимости были исследованы диэлектрические характеристики композитов CPAA/KDP. Значения их диэлектрической проницаемости значительно выше, чем у чистых CPAA или KDP, хотя форма спектров примерно одинакова (рис.1). Таким образом диэлектрические характеристики изучаемых композитов также существенно отличаются от характеристик исходных компонент, однако подобие спектров не позволяет сделать однозначное заключение о механизме такого поведения.

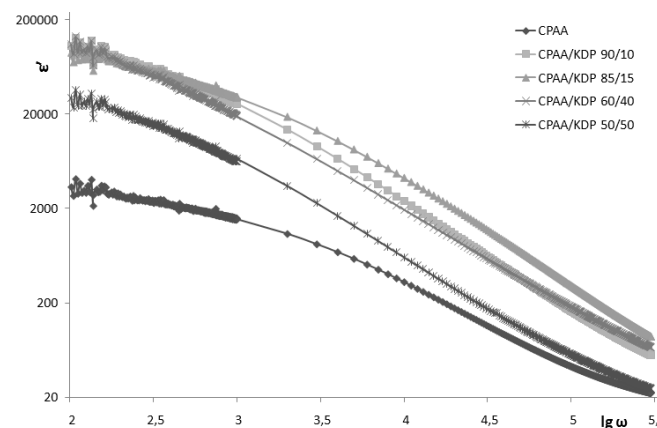


Рис. 1. Спектры диэлектрической проницаемости композитов при различных массовых соотношениях CPAA/KDP

Литература

[1] Zakharyevich D.A., Neustroev A.S., Proton Conduction through Interface Phase of CPAA/KDP Composites // in Functional Oxide Nanostructures and Heterostructures, Mater. Res. Soc. Symp. Proc., 1256E, 1256-N16-42 (2010).

СТРУКТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СВОЙСТВА АЛМАЗОПОДОБНЫХ ФАЗ C-CA12 И Si-CA12

Грешняков В.А.

Челябинский государственный университет, Челябинск, Россия

На основе модельной методики формирования структур алмазоподобных фаз, описанной в работах [1,2], и при использовании полуэмпирических методов PM3 и AM1 были получены структуры новых фаз C-CA12 и Si-CA12 из углерода и кремния, все атомные позиции в которых являются кристаллографически эквивалентными.

Структура фазы C-CA12 состоит из сшитых между собой тетраэдрических кластеров C_4 , образующих кристаллическую объемно-центрированную кубическую решетку (пространственная группа $Im\bar{3}m$). Кристаллическая решетка фазы Si-CA12 подобна решетке фазы C-CA12. Параметр элементарной ячейки C-CA12 равен 9.073 \AA (PM3), для Si-CA12 $a = 14.42 \text{ \AA}$ (AM1), число атомов в кубической ячейке каждой из фаз $Z = 48$.

Расчетная плотность фазы C-CA12 составила 1.282 г/см^3 (для кубического алмаза $\rho_{C-LA1} = 3.503 \text{ г/см}^3$), плотность Si-CA12 – 0.747 г/см^3 (для кремния $\rho_{Si-LA1} = 2.363 \text{ г/см}^3$). Энергия сублимации (E_{sub}) C-CA12 на 36.6 ккал/моль меньше E_{sub} C-LA1, для Si-CA12 соответствующая разница составляет 25.8 ккал/моль . Объемные модули фаз C-CA12 и Si-CA12 равны 145 ГПа (PM3) и 28.5 ГПа (AM1), соответственно.

Методом LDA-DFT были рассчитаны плотности электронных состояний фаз C-CA12 (рис. 1а) и Si-CA12 (рис. 1б). Выполненные расчеты показали, что C-CA12 является широкозонным полупроводником ($\Delta = 2.0 \text{ эВ}$), тогда как фаза Si-CA12 должна быть металлической.

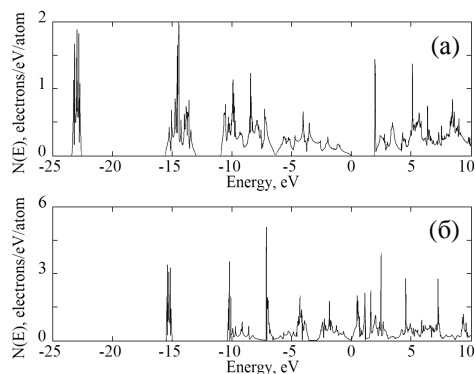


Рис. 1. Плотности электронных состояний фаз C-CA12 (а) и Si-CA12 (б)

Литература

1. Грешняков В. А., Беленков Е. А. Структура алмазоподобных фаз // ЖЭТФ, 2011, Т. 140, С. 99-111.
2. Беленков Е. А., Грешняков В. А. Классификация структурных разновидностей углерода // ФТТ, 2013, Т. 55, С. 1640-1650.

УДК 537.311.33

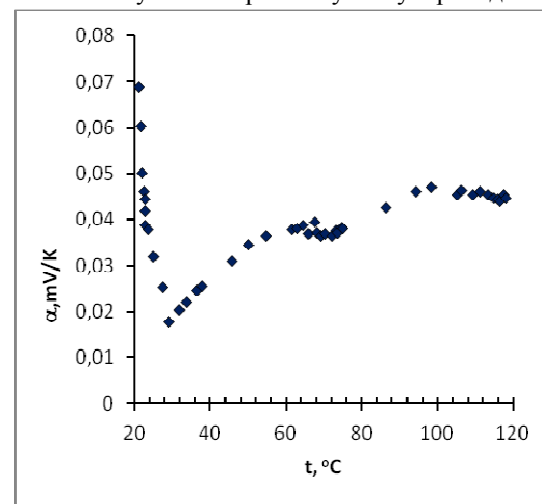
ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕРМО-ЭДС

ОКСИДА $Ba_{0.5}Sr_{0.5}Co_{0.8}Fe_{0.2}O_{3-\delta}$

¹Уракаев Б., ¹Балапанов М.Х., ²Ногай А.С.¹Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия²Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина
г. Астана, Казахстан

В работе исследована зависимость электронной термо-эдс оксида $Ba_{0.5}Sr_{0.5}Co_{0.8}Fe_{0.2}O_{3-\delta}$ от температуры. Образцы для исследований были синтезированы на химическом факультете БашГУ.

На рис.1 приведена температурная зависимость коэффициента электронной термо-эдс. исследуемого материала. Знак коэффициента α соответствует электронному типу проводимости, что согласуется с типом

Рис.1 Температурная зависимость электронной термо-эдс $Ba_{0.5}Sr_{0.5}Co_{0.8}Fe_{0.2}O_{3-\delta}$.

разупорядоченности кристаллической решетки – вакансии в кислородной подрешетке. Судя по небольшой величине электронной проводимости ($10^{-4}-10^{-3} \text{ Ом}^{-1}\text{см}^{-1}$) подвижность носителей невелика и имеет место прыжковый характер проводимости. Смена типа температурной зависимости термо-эдс вблизи температуры $28 \text{ }^\circ\text{C}$, возможно, связана с пересечением уровнем Ферми узкой примесной зоны в запрещенной зоне полупроводника.

© Уракаев Б.Ш., Балапанов М.Х.,
Ногай А.С., 2013г.

СВАРКА ДАВЛЕНИЕМ ТИТАНОВОГО СПЛАВА С НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛЬЮ ЧЕРЕЗ НИКЕЛЕВУЮ ПРОСЛОЙКУ

Хазгалиев Р.Г.¹, Мухаметрахимов М.Х.¹, Шаяхметов Р.У.²

¹ ФГБУН ИПСМ РАН, г. Уфа, Россия

² Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Создание современных технических устройств, в частности, парогенераторов и теплообменников ядерных энергетических установок, диктует необходимость получения надежного соединения титановых сплавов с другими материалами. Традиционные методы соединения либо утяжеляют конструкцию крепежными элементами, либо не позволяют получить надежного соединения (сварка плавлением). Исключение крепежных элементов позволяет не только снизить вес и размер ответственных изделий, но и осуществить принципиально новые конструктивные решения. Наиболее часто возникает задача соединить титановые сплавы со сталями и жаропрочными никелевыми сплавами.

Твердофазное соединение титанового сплава с нержавеющей сталью сопровождается образованием хрупких интерметаллидных фаз на основе Fe – Cr – Ti и Fe – Ti и возникновением остаточных напряжений из-за несоответствия коэффициентов термического расширения соединяемых материалов. Одним из способов преодоления этой проблемы является использование никелевой прокладки [1].

Целью данной работы было более подробное исследование зоны соединения титановый сплав – никель. Обсуждаются причины возникновения трещин и пути их устранения.

Исследована твердофазная свариваемость титанового сплава ПТЗВ и нержавеющей стали 12Х18Н10Т через наноструктурированную никелевую фольгу из сплава НП2 в области температур 650...750 °С. Результаты испытаний образцов из соединенных заготовок на растяжение показали, что наибольшая прочность на отрыв при комнатной температуре составляет 470 МПа, и она достигнута на заготовке, изготовленной сваркой давлением при 750 °С. Проведен подробный анализ структуры и химического состава зоны соединения титановый сплав – никель.

Литература

1 Хазгалиев Р.Г., Мухаметрахимов М.Х., Мулюков Р.Р., Лутфуллин Р.Я. «Твердофазное соединение титанового сплава с нержавеющей сталью через наноструктурированную прослойку из никелевого сплава», Перспективные материалы, 2011, с. 529.

ФОРМИРОВАНИЕ ЛЕВООРИЕНТИРОВАННОЙ СРЕДЫ В РАСТВОРЕ ТИМОЛОВЫЙ СИНИЙ В ИЗОПРАПОНОЛЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ФОКУСИРОВАННОГО ЛАЗЕРНОГО ПУЧКА

Конкин Д.А., Литвинов Р.В.

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, г. Томск, Россия

E-mail: konkinda@inbox.ru

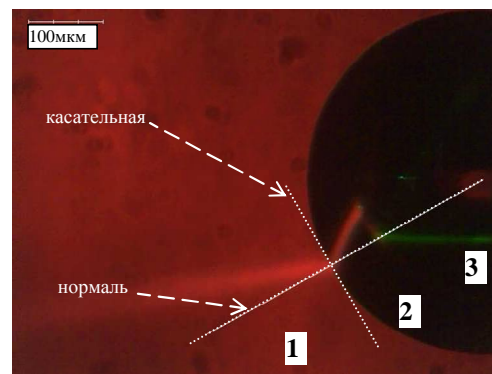


Рис. 1. – Неоднородность, сформированная в растворе

В работе представлены результаты экспериментального исследования сферической неоднородности, сформированной в фокусе лазерного пучка (длина волны 532 нм, мощность 200 мВт, перетяжка 10 мкм) в специально приготовленном растворе органического красителя (см. рис.1). В установившемся состоянии вещество в центральном ядре неоднородности диаметром

порядка 1 мм имело показатель преломления порядка 1.4. Ядро окаймлял левоориентированный переходной слой толщиной порядка 0.2 мм с показателем преломления '-1.2'. Характерно, что точка падения лазерных пучков на границу ядра и переходного слоя и точка выхода из нее были смещены на расстояние порядка 200 мкм, что не объясняется хорошо известным эффектом продольного смещения. Подобное смещение сопровождалось слабым отражением пучков от этой границы и может быть связаны с эффективным возбуждением поверхностной электромагнитной волны s-типа, которая может распространяться на границах сред обладающих магнитными проницаемостями разных знаков. Обработка экспериментальных результатов выполненная на основе теории распространения плоских электромагнитных волн в средах с отрицательным преломлением и теории поверхностных электромагнитных волн показала, что относительная магнитная μ и диэлектрическая проницаемость ϵ левоориентированного переходного слоя лежит в пределах $0 < \mu < -1$ и $0 < \epsilon < -2$.

СТРУКТУРА СПЛАВА Zr-2,5%Nb, СФОРМИРОВАННАЯ МЕТОДОМ ВСЕСТОРОННЕЙ ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ КОВКИ

Хасанова Г.Ф., Валиахметов О.Р., Галеев Р.М., Мулюков Р.Р.

Институт проблем сверхпластичности металлов РАН, г. Уфа, Россия

Структура циркониевых сплавов, применяемых в атомной промышленности, является одним из самых важных факторов, определяющих как эксплуатационные так и технологические свойства сплава [1]. Для обеспечения высокого качества изделий из циркониевых сплавов в материале необходимо сформировать мелкозернистую структуру однородную в объеме заготовки. Одним из перспективных методов получения мелкозернистой структуры в металлических материалах является деформация в условиях развития динамической рекристаллизации. Известно, что метод всесторонней изотермическойковки, осуществляемый при температурно-скоростных режимах, обеспечивающих развитие динамической рекристаллизации, позволяет формировать в объемных полуфабрикатах однородную структуру [2]. При этом особенности формирования структуры в циркониевых сплавах методом всесторонней изотермическойковки до сих пор не исследованы.

В связи с этим в работе исследовано формирование структуры в Zr-2,5%Nb сплаве методом всесторонней изотермическойковки с поэтапным снижением температуры деформационной обработки.

Всестороннюю изотермическуюковку сплава с исходной крупнозернистой пластинчатой структурой выполняли в интервале скоростей деформации $5 \times 10^{-4} - 5 \times 10^{-3} \text{ с}^{-1}$, при температурах равновесия ($\alpha_{Zr} + \beta_{Zr}$) и ($\alpha_{Zr} + \beta_{Nb}$)-фаз.

Показано, что в процессе деформации происходит трансформация крупнозернистой пластинчатой структуры сплава Zr-2,5%Nb в мелкозернистую равноосную структуру и формируется структура с размером зерен 0,18 мкм при снижении температуры этаповковки до 300°C. Построено распределение разориентировок границ зерен в различных структурных состояниях.

Литература

1. Займовский А. С. Циркониевые сплавы в ядерной энергетике. // М.: Энергоатомиздат, 1994. 256 с.
2. Мулюков Р.Р. Развитие принципов получения и исследование объемных наноструктурных материалов в ИПСМ РАН. Российские Нанотехнологии, 2007, т. 2, № 7-8, с. 38-53.

ИОННАЯ ПРОВОДИМОСТЬ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ТРОЙНЫХ

ХАЛЬКОГЕНИДОВ $\text{Cu}_2\text{S}_{0,15}\text{Se}_{0,85}$, $\text{Cu}_2\text{S}_{0,85}\text{Se}_{0,15}$, $\text{Cu}_2\text{S}_{0,5}\text{Se}_{0,5}$

¹Шакиров Р., ¹Ишембетов Р.Х., ²Ногай А.С.

¹Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

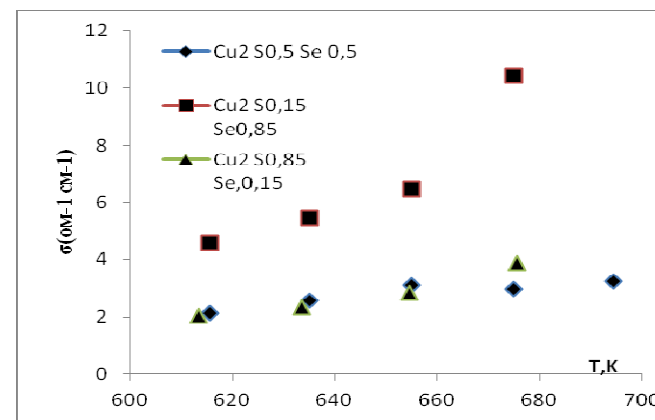
²Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

Высокотемпературные модификации сульфида и селенида меди наряду с электронной проводимостью обладают аномально высокой ионной проводимостью порядка $\sim 2-3 \text{ Ом}^{-1}\text{см}^{-1}$ [1]. В работе исследована зависимость ионной проводимости от температуры.

Наличие высокой электронной составляющей общей проводимости в соединениях типа Cu_2S , обладающих смешанным ионно-электронным типом проводимости, не позволяет применять обычные методы измерения ионной проводимости. Измерения проводились с применением сложных ионных электродов типа (Cu|CuBr) позволяющих блокировать движение электронов на концах исследуемого образца.

На рис. 1 показаны температурные зависимости ионной проводимости исследуемых образцов.

Как и следовало ожидать, ионная проводимость во всех трех образцах



увеличивается с повышением температуры.

Выделяется состав $\text{Cu}_2\text{S}_{0,15}\text{Se}_{0,85}$, ионная

проводимость которого два

раза выше, чем у других составов $\text{Cu}_2\text{S}_{0,85}\text{Se}_{0,15}$ и $\text{Cu}_2\text{S}_{0,5}\text{Se}_{0,5}$.

Из графиков в работе

определены и обсуждаются значения энергии активации ионной проводимости.

© Шакиров Р., Ишембетов Р.Х., Ногай А.С., 2013 г.

**ХИМИЧЕСКИЕ СЕНСОРЫ НА ОСНОВЕ
НАНОПОЛИМЕРНЫХ ПЛЁНОК**

Мухтаров И.А.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Особое внимание к органическим материалам обусловлено большим выбором существующих и синтезируемых в настоящее время органических соединений, которые можно использовать в качестве материалов в современной электронике [1,2]. Перспективным объектом возможных применений является новый класс несопряжённых полимеров – полианилинов (рис.1).

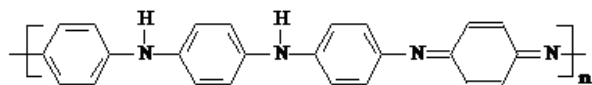


Рис. 1. Структурная формула полианилина

Целью настоящей работы явилась разработка наноструктурированного полимерного химического сенсора, основанного на полевом транзисторе, в качестве транспортного слоя в котором используется тонкая пленка полианилина (см. рис.2).

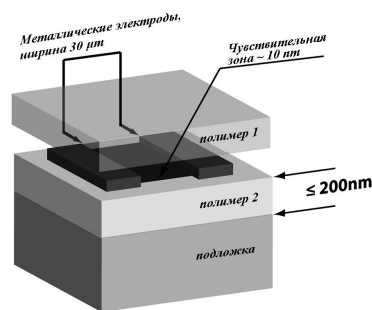


Рис. 2. Сенсор

Эта структура обладала высокой продольной проводимостью, хорошо управляемой внешними воздействиями. Экспериментально обнаружена чувствительность структуры к воздействию паров воды и этанола.

Использование новых полимерных материалов открывает широкие возможности для создания химических наносенсоров различных веществ.

Литература

1. Qiu L.; Lee W. H.; et. al. *Adv. Mater.*, Vol. 21, Is. 13, pp. 1349-1353 (2009)
2. R. B. Salikhov, A. N. Lachinov, R. G. Rakhmeyev, and R. M. Gadiev *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, Vol. 535: pp. 74–81, 2011.

**ДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФЕРРИТА ВИСМУТА КАК
МАГНОННОГО КРИСТАЛЛА**

Кулбакова А.¹, Гареева З.В.^{2,3}

¹Башкирский государственный педагогический университет
им. М. Акмуллы,

²Институт физики молекул и кристаллов УНЦ РАН,

³Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В настоящее время активно развивается магنونика - новое направление магнетизма, связанное с исследованием спиновых волн в периодических магнитных структурах [1]. Традиционные магنونные кристаллы – это искусственно созданные периодические структуры на основе магнитных и немагнитных материалов. Одним из перспективных направлений магنونики является использование в качестве источника магнонов кристаллов, обладающих естественной периодической магнитной структурой.

К последним относится известный мультиферроик феррит висмута BiFeO_3 . В основном состоянии BiFeO_3 реализуется циклоидальное упорядочение спинов в широком интервале температур [2]. К преимуществам применения данного материала в магنونных устройствах относится и тот факт, что наряду с магнитным упорядочением BiFeO_3 обладает сегнетоэлектрическим порядком, что делает возможным управление его магнитной структурой за счет электрического поля.

В данной работе исследованы особенности магنونного спектра феррита висмута с основным состоянием – спиновая циклоида. На основе изучения системы с гамильтонианом

$$F = \frac{1}{2} [(\nabla\theta)^2 + \sin^2\theta(\nabla\varphi)^2] + \left(\sin\varphi \frac{\partial\theta}{\partial z} + \sin^2\theta \frac{\partial\varphi}{\partial x} + \sin\theta \cos\theta \cos\varphi \frac{\partial\varphi}{\partial z} \right) + \frac{1}{2} \kappa_c \sin^2\theta \sin^2\varphi$$

где κ_c – приведенная константа магнитной анизотропии, θ , φ – полярный и азимутальный углы вектора антиферромагнетизма показано, что в случае основного состояния $\theta_0 = \frac{\pi}{2}$, $\varphi_0 = q_x x$ уравнения динамики сводятся к

$$\text{уравнениям Матъе } \frac{\partial^2\theta}{\partial x^2} + (a_\theta - 2q_\theta \cos 2x)\theta = 0, \quad a_\theta = \omega^2 + \frac{\kappa_c}{2} - 1, \quad q_\theta = \frac{\kappa_c}{2}$$

а спектр спиновых волн состоит из счетного числа частот, что позволяет рассматривать BiFeO_3 в качестве аналога магنونного кристалла.

Литература

[1] Kruglyak V.V., Demokritov S.O. and Grundler Magnonics // *J. Phys. D: Appl. Phys.* 43(2010) 264001(14pp).
[2] А. К. Звездин, А. П. Пятаков, “Фазовые переходы и гигантский магнитоэлектрический эффект в мультиферроиках”// *УФН*, 174:4 (2004), 465–470.

ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА НОВЫХ ПОЛИМЕРАХ

Салихов Т.Р.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Преобразование солнечной энергии в электрическую – одна из глобальных проблем современности. Для этих целей используются солнечные батареи, в частности органические фотопреобразователи солнечной энергии (ФСЭ). В сравнении с устройствами, основанными на кремниевой технологии, солнечные батареи отличаются большей гибкостью, легкостью и намного дешевле. Однако органические фотоэлементы не могут конкурировать с традиционными батареями по эффективности: рекордный уровень КПД органических ФСЭ, достигнутый к сегодняшнему дню не превышает 8-10%, что значительно меньше КПД обычных кремниевых солнечных батарей.

Нагрузочные вольтамперные характеристики представлены на рис.1. Точки А и D соответствуют плотности тока короткого замыкания, В и Е – напряжению холостого хода, С и F – точкам отбора максимальной плотности мощности P_{max} . Все эти параметры для двух различных видов ФСЭ, основанных на PANI / C60 и PANI/ 1,2-dihydro-C60, приведены в табл. 1.

Табл. 1.

	j_{SC}, mA	U_{OC}, V	j_{Pmax}, mA	U_{Pmax}, V	F
PANI / C60	0,53	0,74	0,41	0,63	0,66
PANI/1,2-dihydro-C60	0,90	0,73	0,76	0,59	0,68

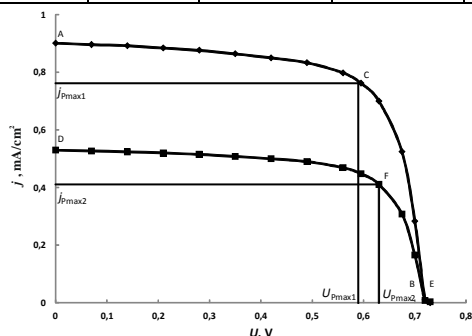


Рис. 1. Вольтамперные характеристики ФСЭ:

PANI/1,2-dihydro-C60 (верхняя кривая); PANI / C6 (нижняя кривая)

На основании полученных данных и последующих исследований будут оптимизированы технологические условия формирования пленок и уточнен

состав используемых органических материалов, что обеспечит более высокие значения КПД и сделает возможным их коммерческое и практическое применение.

© Салихов Т.Р., 2013 г.

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ С РАЗЛИЧНОЙ АМПЛИТУДОЙ НА МИКРОСТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТОГО НИКЕЛЯ

Мухаметгалина А.А.¹, Самигуллина А.А.²¹Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия²Институт проблем сверхпластичности металлов РАН, г. Уфа, Россия

Ультрамелкозернистые (УМЗ) материалы, полученные интенсивной пластической деформацией, обладают высокой прочностью, твердостью, износостойкостью, однако для них характерны значительные искажения кристаллической решетки, источниками которых являются неравновесные границы зерен [1]. В результате пластичность материала резко падает. Стабилизация структуры осуществляется обычно путем отжига, однако этот способ не всегда может обеспечить необходимое улучшение механических свойств материала. Поэтому большой интерес представляют иные способы физического воздействия на материалы, одним из которых является ультразвуковая обработка (УЗО).

В данной работе было установлено влияние амплитуды ультразвуковых колебаний на механические свойства УМЗ никеля.

Показано, что значения прочности и пластичности изменяются в зависимости от амплитуды напряжений ультразвука симметрично относительно центра полуволнового образца, что свидетельствует о малом затухании ультразвука в его объеме, а также о том, что изменение механических свойств обусловлено именно влиянием ультразвуковой обработки.

Установлено, что максимальной пластичностью обладают образцы никеля, подвергнутые УЗО с амплитудой около 70 МПа, при этом предел прочности остается на том же уровне, что после РКУП.

Результаты данного исследования подтверждают возможность использования УЗО для управления механическими свойствами УМЗ материалов, а также для получения наиболее оптимального комплекса свойств, необходимых для различных целей.

Литература

[1] Nazarov A.A., Mulyukov R.R. Nanostructured Materials. In: Handbook of Nanoscience, Engineering, and Technology, Ed. Goddard W., Brenner D., Lyshevski S., Iafate G., CRC Press. 2003. Chapter 22. P. 1-41.

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА МАГНИТНУЮ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ НАНОКЕРАМИКИ ИТТРИЙ-ЖЕЛЕЗИСТОГО ГРАНАТА

Габбасов Р.Ф.¹, Гареева З.В.², Серегин С.В.², Дорошенко Р.А.²

¹Башкирский государственный педагогический университет

им. М. Акмуллы, г. Уфа, Россия

²ИФМК УНЦ РАН, г. Уфа, Россия

Исследовался образец нанокерамики железиттриевого граната, с размером зерна 32 нанометра, полученный в результате интенсивной пластической деформации тонкодисперсного порошка железиттриевого граната.

Для определения восприимчивости использовался метод автогенератора [1].

Не было обнаружено изменений магнитной восприимчивости после трехлетнего хранения при комнатной температуре.

Для определения влияния термической обработки на магнитную восприимчивость образец отжигался на воздухе при температурах 400, 500, 600, 700 °С.

После каждого отжига определялся гистерезис восприимчивости в диапазоне ± 2 кЭ. На рисунке представлена часть петли гистерезиса.

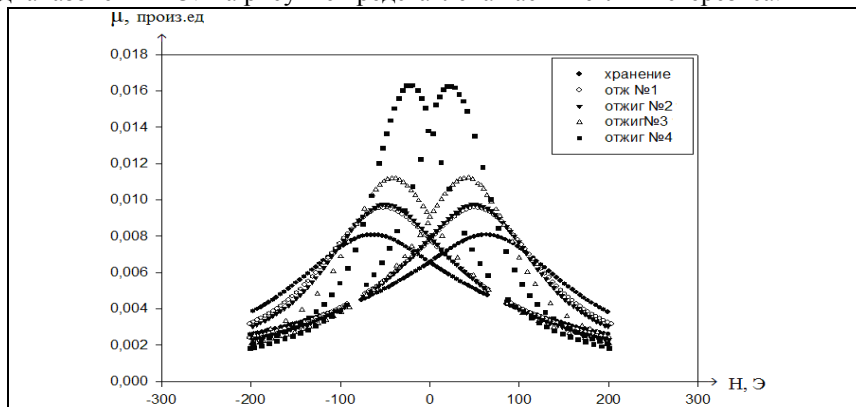


Рис. 1. График зависимости магнитной восприимчивости μ от напряженности магнитного поля H

Увеличение магнитной восприимчивости объясняется релаксацией упругих напряжений.

Литература

1. Rogers R.M., Kantor R.H.. Frequency Shift Magnetometer // Rev. Sci. Instr., 1961, v.32, pp. 1230-1234.

ВЛИЯНИЕ КРИОГЕННОЙ ПРОКАТКИ И ПОСЛЕДУЮЩЕГО СТАРЕНИЯ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ МЕЖКРИСТАЛЛИТНОЙ КОРРОЗИИ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА Д16

Басырова Р.М.

Институт проблем сверхпластичности металлов РАН, г. Уфа, Россия

Исследовано влияние обработки, включающей криогенную прокатку и упрочняющую термическую обработку на структуру и сопротивление межкристаллитной коррозии (МКК) промышленного алюминиевого сплава Д16.

Перед прокаткой сплав был отожжен в течении 1 часа при температуре 505°С и закален в воду. Искусственное старение было проведено при температуре 150°С. Выдержка для отдельного образца составляла 4, 8, 16 и 32 часа. Интенсивная пластическая деформация реализовывалась изотермической прокаткой при температуре жидкого азота со степенями деформации $\epsilon \sim 0,2; 0,5; 0,9; 2; 4,2$. Коррозионные испытания проводились согласно ГОСТ 9.021-74. Показатели коррозионной стойкости против межкристаллитной коррозии в общем случае определяли металлографическим методом.

Испытания на сопротивление МКК недеформированного и криопрокатанного со степенью деформации $\epsilon \sim 4,2$ и естественно состаренного алюминиевого сплава Д16 показали, что криогенная деформация не приводит к существенному увеличению склонности сплава к МКК, в обоих состояниях коррозионное поражение характеризуется отдельными очагами.

Обнаружено, что увеличение степени криогенной деформации перед искусственным старением сплава при температуре 150°С в течение 8 часов приводит к увеличению склонности сплава к МКК. Так, наибольшая интенсивность ($\sim 12\%$) наблюдалась в криопрокатанном со степенью деформации $\epsilon \sim 2$ и искусственно состаренном сплаве, а максимальная глубина (~ 147 мкм) в сплаве, криопрокатанном со степенью деформации $\epsilon \sim 0,9$ и затем искусственно состаренном.

Установлено, что увеличение длительности искусственного старения при температуре 150°С криопрокатанного со степенью деформации $\epsilon \sim 4,2$ сплава приводит к увеличению интенсивности и глубины МКК вследствие выделения из пересыщенного твердого раствора упрочняющих метастабильных интерметаллидных фаз. Максимальная интенсивность ($\sim 39\%$) и глубина (~ 630 мкм) МКК сплава наблюдается после максимальной длительности выдержки (32 часа).

СЛОЕВАЯ СТРУКТУРА ПОЛИМОРФОВ ГРАФИНА

Беленкова Т.А., Чернов В.М.

Челябинский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Графины (graphyne) – ряд новых слоевых структурных разновидностей углерода, состоящих из углеродных атомов в двух- и трехкоординированных состояниях, был впервые предсказан в 1987 году. Попытки экспериментально получить графин увенчались успехом только в 2010 – когда удалось синтезировать первую из полиморфных разновидностей графина графидиен. Исследование графиновых слоев представляет интерес так как их свойства должны быть близки к свойствам графена, и свойствами графинов можно управлять изменяя соотношение атомов в двух- и трехкоординированных состояниях. В данной работе выполнено теоретическое исследование возможной структуры полиморфных разновидностей графена.

Модельно графины могут быть получены из графеновых слоев заменой связей между атомами графенового слоя карбиновыми цепочками. В графеновом слое атомы находятся в трехкоординированном состоянии, поэтому можно провести замену одной, двух или трех связей у каждого атома на карбиновые цепочки. В результате получаются γ , β , и α структурные разновидности графина соответственно. Возможно существование пяти основных структурных разновидностей графина: α , β_1 , β_2 , γ_1 и γ_2 . Основные полиморфы графина состоят из атомов в двух кристаллографически эквивалентных состояниях. Структура основных слоев графина может изменяться за счет изменения длины карбиновых цепочек, соединяющих трехкоординированные углеродные атомы. Карбиновые цепочки в слоях должны состоять из четного числа атомов – 2, 4, 6 и т.д. В слоях с карбиновыми цепочками длиной более двух атомов атомы находятся в более чем двух различных структурных позициях. Еще одна возможность получения огромного разнообразия графиновых слоев, состоящих из атомов в более чем двух различных кристаллографически неэквивалентных позициях, это получение их как комбинаций из пяти основных структурных разновидностей графина: α - β , β - γ , α - γ и др. Возможность большого разнообразия таких смешанных структур связана с тем, что комбинировать основные структурные разновидности можно в различной пропорции.

Расчет геометрически оптимизированной структуры различных полиморфных разновидностей графина был выполнен полуэмпирическими квантово-механическими методами MNDO, AM1, PM3 и ab initio расчетами в базисе STO6-31G. В результате расчетов были найдены значения их структурных параметров и энергии сублимации. Сравнительный анализ энергий сублимаций показал, что наиболее устойчивой полиморфной разновидностью графина должны быть γ_2 -графин – его энергия сублимации всего на 10% меньше энергии сублимации слоя гексагонального графена.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИБРИДНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР ИЗ $sp+sp^3$ ГИБРИДИЗИРОВАННЫХ АТОМОВ

Бухалов А.В., Беленков Е.А.

Челябинский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Гибридные углеродные соединения состоят из атомов в различных гибридных состояниях, изменяя соотношение атомов в различных состояниях можно варьировать свойства в широком интервале. В настоящее время исследовано много различных гибридных углеродных фаз, состоящих из $sp+sp^2$, $sp+sp^3$, sp^2+sp^3 и $sp+sp^2+sp^3$ атомов. По-видимому, должны существовать и гибридные наноструктуры, подобно тому, как кроме графита из sp^2 гибридных атомов могут существовать фуллерены, нанотрубки и другие наноструктуры из sp^2 атомов. Какие из гибридных углеродных наноструктур могут существовать, до сих пор остаётся неясным. В данной работе исследована структура слоевых и трубчатых $sp+sp^3$ соединений.

Расчёты геометрически оптимизированной структуры гибридных соединений были выполнены методом ММ+. В результате расчётов установлена возможность устойчивого существования ряда слоевых структурных разновидностей $sp+sp^3$ соединений. На рисунке 1.а приведено изображение геометрически оптимизированной структуры одного из таких соединений. Соотношения атомов $sp:sp^3$ в соединениях может составлять 1:3, 1:6, 1:9 и т.д. На основе слоевых соединений возможно формирование трубчатых $sp+sp^3$ наноструктур (рис.1.б), а также фуллереноподобных наноструктур.

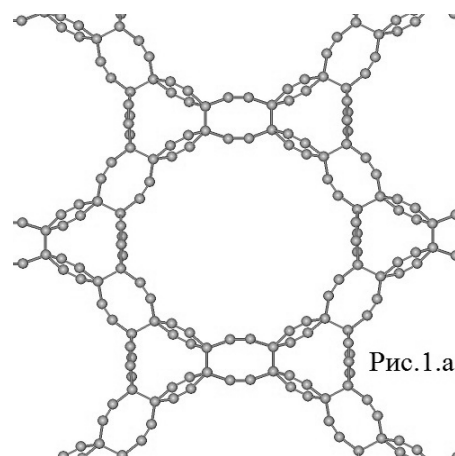


Рис.1.а

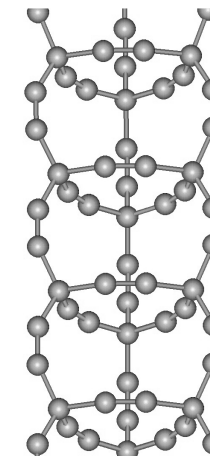


Рис.1.б

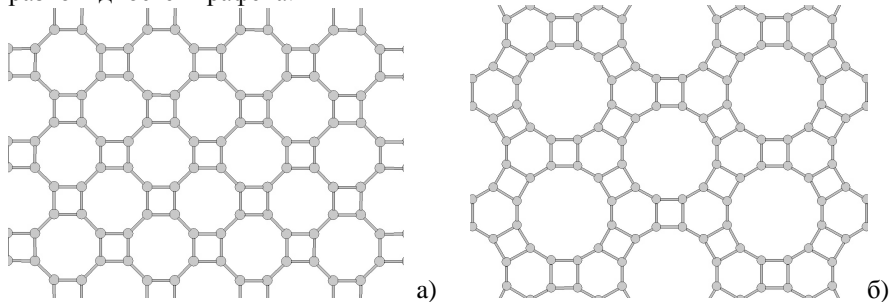
МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ РАЗНОВИДНОСТЕЙ ГРАФЕНОВЫХ СЛОЕВ

Коченгин А.В., Беленков Е.А.

Челябинский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Графен – это отдельный слой трехкоординированных углеродных атомов, находящихся в состоянии sp^2 гибридизации, связанных ковалентными связями, был впервые получен в 2004 г. Из-за того, что графен имеет в одном из направлений размеры порядка атома его свойства уникальны. За исследование свойств графена в 2010 г. была присуждена Нобелевская премия по физике. До настоящего времени исследовалась, как правило, только гексагональная структурная разновидность графена, однако возможно существование ряда других полиморфных разновидностей. Какова структура различных полиморфов графена до сих пор остаётся неясным.

Модельно слои графена могут быть получены в результате сшивки и последующей геометрической оптимизации наноструктур-предшественников – карбиновых цепочек или карбиновых наноколец. В результате анализа структур, получающихся таким методом установлено, что может существовать только четыре структурных разновидности графеновых слоев L_6 , L_{3-12} , L_{4-8} (рис.а) и L_{4-6-12} (рис.б) в которых атомы находятся в кристаллографически – эквивалентных состояниях. Графеновых слоев, в которых атомы находятся в неэквивалентных состояниях неограниченное количество. Из различных структурных разновидностей графена представляют слои из атомов в эквивалентных состояниях, т.к. такие слои должны быть более устойчивы. Расчет структуры слоев L_6 , L_{3-12} , L_{4-8} и L_{4-6-12} был выполнен методами полуэмпирическими квантово-механическими методами MNDO, AM1 и PM3. Для каждого из слоев были найдены длины связей, углы между связями и параметры элементарных ячеек. Найденные значения структурных параметров были использованы для расчетов трехмерной структуры кристаллов полиморфных разновидностей графена.

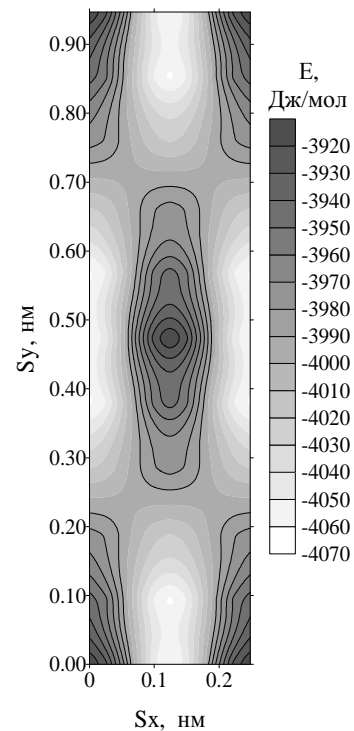


МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ КРИСТАЛЛОВ ГРАФИНА

Новых К.В., Невгод В.С., Саптарова Л.А., Беленков Е.А.

Южно-уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Интерес к слоевым структурным разновидностям углерода обусловлен их уникальными физико-химическими свойствами. Наиболее известной слоевой углеродной структуры является графен, за исследование свойств которого три года назад была присуждена Нобелевская премия по физике. Теоретический анализ показывает возможность существования других структурных разновидностей углерода называемых графинами. Графен в природе существует в виде кристаллов графита. Получение отдельных слоёв графена технически сложная задача которая была решена только в 2004 году. По-видимому, графиновые разновидности углерода также должны устойчиво существовать в природе в виде кристаллов. Какова структура кристаллов графина до сих пор остается неясным. В данной работе выполнен расчёт трёхмерной структуры α -, β - и γ - графинов.



Расчёты трёхмерной структуры были выполнены методом атом-атомного потенциала. На первом этапе рассчитывали межслоевые расстояния в кристаллах, соответствующий минимуму энергии связи при нулевом относительном сдвиге слоёв. На втором этапе при вычисленных межслоевых расстояниях выполняли сдвиги слоёв различные позиции и вычисляли энергии межслоевых связей. По найденным значениям энергии строили энергетические картины. На рисунке приведена такая картина показывающая удельную энергию межслоевых связей E в кристаллах γ - графинов в зависимости от вектора относительного сдвига S (S_x , S_y). По энергетическим картинам были определены вектора относительного сдвига при которых наблюдается абсолютный минимум энергии связи, что позволило определить параметры элементарных ячеек кристаллов α -, β - и γ - графинов. Наиболее прочно слои связаны в кристаллах γ - графина, самая слабая межслоевая связь в кристаллах α графина.

ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ В ПЛЕНКАХ ФЕРРИТА ВИСМУТААхтарьянов Г.Ф.¹, Гареева З.В.²¹Башкирский государственный педагогический университет
им. М. Акмуллы, г. Уфа, Россия²ИФМК УНЦ РАН, г. Уфа, Россия

Одним из самых популярных соединений, на основе которого создают новые магнитоэлектрические материалы, является феррит висмута BiFeO_3 .

Характерной особенностью магнитного упорядочения BiFeO_3 является наличие магнитной спирали—магнитные моменты ионов Fe, сохраняя локальную антипараллельную ориентацию, поворачиваются вдоль выделенного кристаллографического направления, формируя спиральную структуру.

Кристаллографическая структура, магнитные, магнитоэлектрические свойства эпитаксиальных пленок BiFeO_3 отличаются от свойств объемных образцов и как показывают исследования, зависят от кристаллографической ориентации пленки, типа ориентирующей подложки.

В работе проведено исследование условий фазовых переходов между однородными состояниями и пространственно - модулированными структурами в пленках феррита висмута. На рисунке приведена фазовая диаграмма (111) - ориентированной пленки феррита висмута в координатах: магнитное поле - параметр рассогласования.

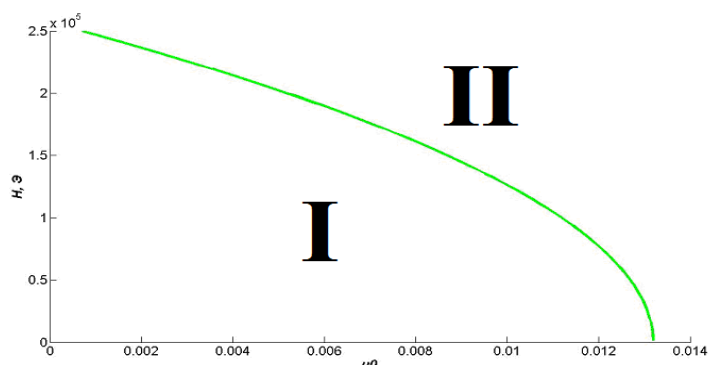


Рис. 1. Фазовая диаграмма, I – область существования спиновой циклоиды, II – область существования однородной магнитной фазы

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА НЕОДНОРОДНУЮ УПРУГУЮ ДЕФОРМАЦИЮ НАНОПЛЕНКИ ИЗ СПЛАВОВ NiAl И FeAlСултангужина А.Б.¹, Букреева К.А.²¹Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия²Институт проблем сверхпластичности металлов РАН, г. Уфа, Россия

Наноразмерные материалы обладают уникальными физическими и механическими свойствами, например, прочность таких материалов близка к теоретической прочности [1], поэтому могут отличаться их механизмы деформации и разрушения. Нановолокна при некоторых условиях растяжения демонстрируют необыкновенно большие обратимые деформации. В работе по атомному моделированию растяжения нановолокон из сплава CuZr структурные изменения, наблюдаемые в образцах при их деформировании, авторы называют фазовыми превращениями [2]. Однако в недавних наших работах по одноосному растяжению наноразмерных объектов из сплавов FeAl и NiAl было установлено, что деформация таких материалов связана с расщеплением структуры на домены с большей и меньшей степенью упругой деформации [3]. Интересно исследовать, как температура влияет на обнаруженную неоднородную упругую деформацию.

Влияние температуры на механизм одноосного растяжения нанопленок из сплавов NiAl и FeAl исследовалось методом молекулярно-динамического моделирования с помощью программного пакета LAMMPS. Обнаружено, что с ростом температуры снижается прочность и максимальная степень упругой деформации нанопленок, что связано с более легким зарождением краевых дислокаций на ее поверхности. Тем не менее, степень упругой деформации, в исследованном интервале температур, остается выше 30%. Обнаруженная в работе [3] область упругой деформации нанопленок, где растяжение при 0 К происходит неоднородно путем роста доменов с большей деформацией за счет поглощения доменов с меньшей деформацией, существует вплоть до 300 К для NiAl и до 1000 К для FeAl , что составляет 0,16 и 0,65 от температуры плавления этих материалов, соответственно.

Литература

1. Искандаров А.М., Букреева К.А., Дмитриев С.В., Umeno Y., Мулюков Р.Р. Теоретическая прочность сплавов $\gamma\text{-Ni}_3\text{Al}$ $\beta\text{-NiAl}$ // Письма о материалах, 2013, Т.2, с. 253-256.
2. Sutrar V.K., Mahapatra D.R.. Single and multi-step phase transformation in CuZr nanowire under compressive/tensile loading // Intermetallics, 2010, V.18, pp. 679-687.

3. Букреева К.А., Бабичева Р.И., Дмитриев С.В., Zhou K., Мулюков Р.Р. Неоднородная упругая деформация нанопленок и нановолокон сплавов NiAl и FeAl // Письма в ЖЭТФ, 2013, Т.98, вып.2, с. 100-104.

СРАВНЕНИЕ ТВЕРДОСТИ ПО БЕРКОВИЧУ СО СТАНДАРТНЫМИ МЕТОДАМИ ЕЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

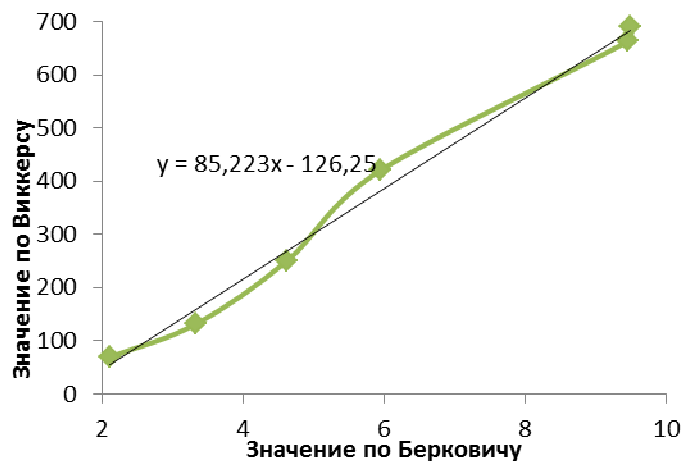
Терегулова Р.Х.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Актуальность данной работы обусловлена широким распространением физических основ определения твердости, а так же выбором способа получения данных по стандартным методам.

В этой работе были изучены теоретические основы определения твердости по стандартным методам и по методу Берковича, а так же проведено множество экспериментов по их сравнению. Были проведены исследования на микротвердомере «Микротвердомере HVS-1000» и нанотвердомере «НаноСкан - 3D».

По проведенному исследованию была определена твердость в соотношении Виккерса и Берковича и выявлены некоторые корреляционные свойства, которые приведены на рисунке. По линии тренда на графике получена линейная аппроксимация корреляции двух методов определения твердости материала. С помощью этого метода возможно приблизительный переход из одного метода в другой.



Литература

1. Твердость металлов. Новые методы определения: О. С. Николаев — Москва, Либроком, 2009 г.- 288 с.

УДК 669;536.483

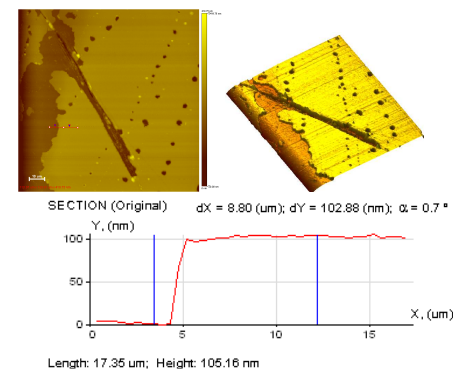
ИОННО-ПЛАЗМЕННЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК МЕТАЛЛА

Янбеков Э. М.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Ионно-плазменные методы позволяют получать пленки различных металлов, в том числе и тугоплавких, многокомпозиционных сплавов, диэлектриков, полупроводников, т.е. практически всех материалов используемых в микроэлектронике и в других областях промышленности. Методы эти безынерционны, адгезия пленочных покрытий значительно выше, чем при термическом испарении в вакууме. В данной работе исследовались на поверхности направления (111) монокристаллического кремния пленки титана, полученные одним из ионно-плазменных способов - методом магнетронного распыления. Нанесение пленок проходило в вакуумной камере универсального поста ВУП-4 при остаточном давлении $\sim 10^{-5}$ мм.рт.ст. Пленки получены в магнетронной распылительной приставке при напряжении разряда $U=600$ В, токе разряда $I=260\sim 280$ mA. Исследованы механизм роста пленки и влияние времени напыления на ее толщину. Полученные образцы исследованы на нанотвердомере «НаноСкан 3D». Измерение толщины пленок производилось на месте повреждения поверхности. Для этого на зонд задавалась плавная возрастающая нагрузка, или же обнаруживалось место скола пленки от поверхности. Зонд при этом постепенно погружался в поверхность пленки до тех пор, пока не процарапал ее до самой подложки. После получения царапины определялось место повреждения пленки, и на нем производился замер толщины.

На рисунках показан пример определения толщины на одном из образцов и диаграмма перепада высот:



По результатам исследований было выявлено, что толщина пленки напрямую зависит от времени напыления.

НЕОДНОРОДНОРОДНАЯ УПРУГАЯ ДЕФОРМАЦИЯ НАНОПЛЕНКИ И НАНОВОЛОКНА ИЗ СПЛАВОВ NiAl И FeAl

Букреева К.А.

Институт проблем сверхпластичности металлов РАН, г. Уфа, Россия

Атомистическое моделирование все больше используется для изучения свойств наноразмерных объектов, широко исследуемых сегодня благодаря уникальности их физических и механических свойств. Отметим, что поскольку свойства наноматериалов отличаются от свойств объемных материалов, например, прочность таких материалов близка к теоретической [1], то могут отличаться и механизмы деформации. Так в работе [2] было показано, что при растяжении нановолокна из сплава CuZr наблюдались структурными изменениями, которые авторы называют фазовыми превращениями. Однако в наших работах [3] установлено, что одноосное растяжение наноразмерных объектов связано с расщеплением структуры на домены с разной степенью упругой деформации.

Одноосное растяжение нанопленок и нановолокон из сплавов NiAl и FeAl при температуре 0 К исследовалось методом молекулярно динамического моделирования с помощью программного пакета LAMMPS. Установлено, что пленка и волокно упруго деформируются вплоть до 35%. При растяжении на кривой напряжение-деформация существует область термодинамической неустойчивости, в которой степень деформации образца растет при снижении растягивающего напряжения. В данной области развивается неоднородная упругая деформация, связанная с расщеплением структуры на домены с большей и меньшей степенью деформации. Данное существование доменов возможно, потому что график зависимости потенциальной энергии P от деформации \mathcal{E} при растяжении имеет область выпуклости, и двухфазное растяжение следует не выпуклому участку, а развивается по касательной к ней. Линейная зависимость $P(\mathcal{E})$ предполагает, что напряжение $\sigma(\mathcal{E}) = dP/d\mathcal{E}$ будет постоянным, что и наблюдалось в нашем исследовании. Деформация нанобъекта в области неоднородной деформации осуществляется за счет поглощения менее деформированных доменов более деформированными доменами.

1. Iskandarov A.M., Dmitriev S.V., Umeno Y. Temperature effect on ideal shear strength of Al and Cu // Phys. Rev. B, 2011, V.84, 224118.

2. Sutrar V.K., Mahapatra D.R.. Single and multi-step phase transformation in CuZr nanowire under compressive/tensile loading // Intermetallics, 2010, V.18, pp. 679-687.

3. Букреева К.А., Бабичева Р.И., Дмитриев С.В., Zhou K., Мулюков Р.Р. Неоднородная упругая деформация нанопленок и нановолокон сплавов NiAl и FeAl // Письма в ЖЭТФ, 2013, Т.98, вып.2, с. 100-104.

КВАНТОВЫЕ ТОЧКИ PbS В ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЕ

Поленов С.А., Галиев А.Ф.

Башкирский педагогический университет им. М. Акмуллы, г. Уфа, Россия

Решение ряда фундаментальных и прикладных задач физики, а также конструирования новых электронных приборов требует использования органических материалов. Связано это с требованиями к простоте и надежности производства, возможности встраивания в существующие производственные линии и т. д. Большой интерес представляют такие технологии, как roll-to-roll и ink-jet.

В работе [1] описываются электрофизические свойства полимеров из класса полиарилефталидов. Одним из уникальных эффектов полимеров данного класса является эффект переключения в высокопроводящее состояние из диэлектрического при одноосном механическом давлении. Данный эффект может быть применим для различных электронных устройств, таких как, электронные ключи, датчики давления и прочее. Возможность использования гибких подложек расширяет область применения данного класса полимеров в биомеханических протезах, позволяя повысить их чувствительность и эффективность при реабилитации людей с ограниченными возможностями.

Объектом исследования в данной работе являлись субмикронные пленки полидифениленфталата содержащие квантовые точки PbS. Введение в матрицу полимера квантовых точек может изменить его электрофизические свойства. Добавление квантовых точек может вызвать изменение энергетических характеристик и спектра электронных состояний, что очевидно повлияет на пороговые характеристики такие как: толщина полимерной пленки, максимальное напряжение и величина порогового давления.

В докладе обсуждаются полученные результаты и конкретные области применения данного эффекта в биомеханических устройствах.

Литература

1. УФН 2006, 176, №12, 1249.

ОБРАЗОВАНИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЫ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ПОЛИСУЛЬФИДОВ И ИХ БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Зайнитдинова Р.М., Массалимов И.А.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В работе проведены исследования процессов образования наночастиц серы из водных растворов полисульфидов щелочных и щелочноземельных

металлов с использованием лазерного анализатора SALT 7071 Shimadzu и зондового микроскопа. В режиме реального времени проанализированы процессы возникновения частиц серы, изменения их размеров в зависимости от концентрации и вида полисульфидного раствора, природы введенных добавок (спиртов, ПАВ и др.). Установлено, что независимо от природы полисульфида и добавок в начальный момент образуются наночастицы серы с диаметром 20-25 нм. В дальнейшем в зависимости от концентрации, вида полисульфидного раствора, природы введенных добавок с разной скоростью протекают процессы укрупнения частиц. Выявлено, что имеются три относительно устойчивых состояния частиц серы: с размерами 20-25 нм, 200-400 нм и 5-10 мкм. Переходы между ними осуществляются как в сторону укрупнения частиц, так и в сторону уменьшения размеров, причем эти переходы могут осуществляться как спонтанно так и под внешним воздействием (перемешивание, воздействие ультразвука).

Проведены измерения антифунгальной активности для элементной серы в микронизированном и наноразмерном состояниях в питательной среде Сабуро для десяти видов патогенных грибов: патогенных плесневых грибах *Penicillium notatum* и *Aspergillus niger*, дрожжеподобных грибах - *Candida albicans*, и семи видах грибах класса дерматофитов: *Trichophyton mentagrophytes var.gypseum (seu granulorum) strain 182*, *Trichophyton mentagrophytes var.gypseum (seu granulorum) strain 430*, *Trichophyton verrucosum strain 154*, *Trichophyton anthropotic pathogen*, *Trichophyton mentagrophytes var. interdigitale strain 214*, *Trichophyton rubrum strain 212* и *Microsporum canis strain 4220*. Результаты показали, что препарат, содержащий наносеру, в 8-15 раз превосходит препарат, состоящий из серы микронных размеров.

Наряду с антифунгальной активностью было выявлено положительное влияние наночастиц серы на рост побегов и корешков пшеницы – увеличение величины побегов и корешков на 25-40% в течение 3-х суток. Следует отметить, что микронные частицы серы не обладали указанным рост стимулирующим эффектом. Полученные результаты могут быть использованы для создания новых более эффективных препаратов на основе наносеры для лечения кожных заболеваний человека и животных, а также для создания протравливающих составов для зерновых культур, обладающих одновременно и антифунгальным и рострегулирующим воздействием.

© Зайнитдинова Р.М., Массалимов И.А., 2013 г.

УДК 544

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА CELIV И МЕТОДА, ОСНОВАННОГО НА ТОКАХ, ОГРАНИЧЕННЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫМ ЗАРЯДОМ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПОДВИЖНОСТИ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛАХ

Юсупов А.Р.¹, Тамеев А.Р.², Ванников А.В.²

¹Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, г. Уфа, Россия

²Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина, г. Москва, Россия

Как правило, структура устройства на основе полимерного материала предполагает инъекцию носителей заряда в полимерную пленку из металлических или полупроводниковых электродов. В этой связи, в качестве методов исследования, было решено использовать метод CELIV (экстракция носителей заряда линейно возрастающим напряжением) [1] и метод, основанный на токах, ограниченные пространственным зарядом (ТОПЗ) [2]. Оба метода позволяют проводить оценку, величины подвижности в тонких пленках толщиной <100 нм.

В качестве объектов исследования были использованы π -сопряженные полимеры: 1) PCPDTBD:R=2-ethylhexyl, 2) PC2B1:R1=R2=2-ethylhexyl, 3) PC2B1:R1=R2=C16H33, 4) PC2B1:R1=C16H33,R2=2-ethylhexyl. Изготовление и измерение экспериментальных образцов проводилось в инертной атмосфере. В качестве подложки использовалось стекло с прозрачным проводящим слоем ИТО. В качестве верхнего электрода использовался алюминий, нанесенный методом термодиффузионного напыления. Особенностью используемых материалов является их хорошая растворимость и подвижность носителей заряда. Измерение ВАХ показало, что только на полимерах 1,2,3 удается пронаблюдать участок, соответствующий условию ТОПЗ, а именно равенство концентраций инжектируемых и равновесных носителей заряда. В то же время методом CELIV удалось получить кривые переходного тока для всех образцов. Необходимо отметить, что результаты по оценке подвижностей дырок, полученные по инжекционной модели и методом CELIV, отличаются. В докладе обсуждаются полученные результаты и интерпретация разницы в подвижности носителей заряда полученной методами CELIV и ТОПЗ.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №№ 13-03-90707 мол_рф_нр и 12-02-31421 мол_a

Литература

1. Juska G., Arlauskas K., Viliunas M. Phys. Rev. Lett. 2000, 84(21), 4946
2. Ламперт М., Марк П. Инж. токи в тв. телах // М.: Мир. – 1973 – С.416.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ДИОДЕ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРЫ N⁺-SI/N-SI:ER/P⁺-SI ПРИ ОБРАТНОМ СМЕЩЕНИИ

Зимовец И.А.

Нижегородский государственный университет
им. Н.И.Лобачевского, г. Н. Новгород, Россия

В большинстве работ по эрбиевой электролюминесценции (ЭЛ) в структурах Si/Si:Er/Si с $p-n$ переходом в режиме пробоя при обратном смещении для объяснения наблюдаемых эффектов предполагается, что возбуждение ЭЛ на длине волны $\lambda \approx 1,54$ мкм в 4f-оболочке ионов эрбия обусловлено передачей им энергии горячими электронами зоны проводимости. Требуемую энергию (не менее 0,8 эВ) электроны могут набирать при взаимодействии с электрическим полем в области пространственного заряда (ОПЗ) $p-n$ перехода. Однако, как показано в работе [1], такая модель содержит противоречия с результатами экспериментов. Диффузионно-дрейфовая модель диода в стационарном состоянии состояла из пяти уравнений фундаментальной системы уравнений физики полупроводников (ФСУ) — стационарных уравнений непрерывности для электронов и дырок и уравнения Пуассона, которые задают взаимосвязь между пятью основными характеристиками диода: концентрации электронов и дырок, дырочный и электронный токи, также напряженность электрического поля. Зонная диаграмма перехода $p^+-Si/n-Si:Er$ рассчитывалась на базе решения уравнения Пуассона:

$$\frac{d^2\varphi(z)}{dz^2} = \frac{eN(z)}{\epsilon\epsilon_0}, \quad (1)$$

При решении системы дифференциальных уравнений в частных производных использовалось расширение математического пакета Matlab – пакет FEMLAB. При решении систем дифференциальных уравнений в частных производных система FEMLAB использует метод конечных элементов. Большой интерес представляет реализация в среде FEMLAB новый тип разностных схем – бикомпактные схемы. Использование бикомпактных схем позволяет достигнуть высокой точности расчета.

Литература

1. В.Х. Кудояров, А.Н.Кузнецов, Е.И. Теруков, О.Б.Гусев, Ю.А. Кудрявцев и др. Влияние кислорода на интенсивность фотолуминесценции Er (1.54 мкм) в пленках -Si:H, легированных эрбием. ж. Физика и техника полупроводников, 1998, том 32, №11.

ПОЛУЧЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИ АКТИВИРОВАННОГО И НАНОДИСПЕРСНОГО ГЕМАТИТА И ИХ АДСОРБЦИОННЫЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Самсонов М., Ахметшин Б., Массалимов И.А., Ильясова Р.Р.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В данной работе мы рассмотрели два вида гематита: механически активированный в центробежной мельнице и наноразмерные частицы гематита полученные химическим осаждением. Установлено что обработка в центробежной мельнице несмотря на многократную обработку не приводит к измельчению, но в тоже время анализ кривых дифференциального анализа показал на высокие значения избыточной энтальпии, запасенной в активированных частицах. Механически активированные частицы гематита были использованы в опытах по проращиванию зерен пшеницы и в результате был установлен высокий биологический эффект. Анализ показал, что применение механически активированных частиц гематита приводит к ускорению роста побегов и корешков 30-50% по сравнению с неактивированными образцами гематита.

Наночастицы гематита, полученные химическим осаждением были использованы в процессах сорбции тяжелых металлов в водных средах. Установлена высокая сорбционная способность наночастиц гематита по отношению к различным металлам, которая зависела от концентрации частиц, температуры и природы осаждаемых частиц.

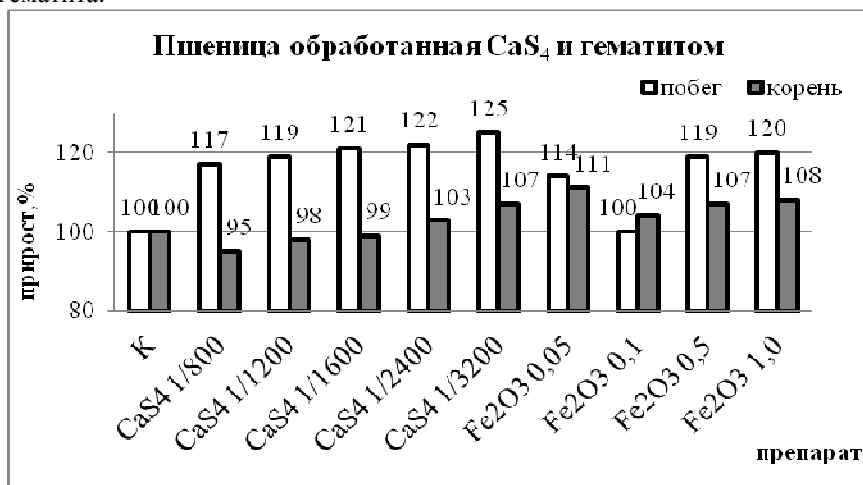
Полученные результаты свидетельствуют о значительных перспективах применения сорбционных свойств наночастиц и биологических свойств механически активированных частиц гематита.

РОСТРЕГУЛИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА НАНОДИСПЕРСИИ СЕРЫ И ГЕМАТИТА

Зарипова Л. Р., Зайнитдинова Р.М., Массалимов И. А.
Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В данной работе определялась биологическая активность действия нанодисперсии серы и гематита на зернах пшеницы сорта «Жница». Для проведения опытов использовались зерна, пророщенные в течении суток в термостате при $t = 25^{\circ}\text{C}$. Растворы нанодисперсии серы и гематита были разлиты по чашкам Петри в различных концентрациях и в них были разложены семена. В качестве контрольных результатов использовались опыты, в которых семена заливались водопроводной водой. Для оценки достоверности опыт проводили одновременно в трех чашках Петри с раствором одной и той же концентрации. В каждую чашку Петри было положено по 15 семян. Через три дня выдержки в термостате, семена вынимали и проводили измерения величины побегов и корешков.

Было установлено, что нанодисперсии серы и гематит благоприятно влияют на рост побегов и корней пшеницы увеличивая их в случае нанодисперсии серы на 17-25% (для побегов) и до 7% (для корней), и в случае гематита на 14-20% (для побегов) и на 4-11% (для корней). Из рисунка видно, что наиболее благотворно влияет нанодисперсия серы с концентрацией 1/3200, а для гематита – 1,0. Результаты могут служить основой для создания протравочных составов на основе наночастиц серы и гематита.



© Зарипова Л. Р., Зайнитдинова Р.М., Массалимов И. А., 2013 г.

СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ В ВОДНОЙ СУСПЕНЗИИ

Шайхиурова А.Р., Аминова Н.А., Массалимов И.А., Боева М.К.
Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Известно, что современная медицина широко использует наночастицы оксида кремния в качестве средства доставки лекарств. Для системы дисперсных частиц диоксида кремния в водной среде важным является не только процесс получения частиц в наноразмерном диапазоне, но и процесс сохранения их в течение длительного времени, так как для наночастиц характерны процессы укрупнения. Целью настоящей работы являлось получение частиц диоксида кремния наноразмеров и выявление условий синтеза, приводящих к образованию дисперсий устойчивых во времени.

Синтез наночастиц диоксида кремния осуществляли по методу Штобера в водно-спиртовой среде из тетраэтилсилана (ТЭОС) при 45°C . В процессе синтеза варьировались содержание в смеси ТЭОС, аммиака, спирта и воды, температура и продолжительность процесса нагрева. Для каждого рассматриваемого состава смеси через определенные промежутки времени отбирали пробы по 1 мл и проводили анализ распределения образующихся частиц по размеру на лазерном анализаторе Shimadzu SALD-7101. Было установлено, что рост содержания аммиака в смеси приводит к увеличению размеров образующихся частиц. Увеличение концентрации спирта в смеси, напротив, уменьшает их размеры. Изучение показало, что на ранних этапах процесса образования частиц диоксида кремния в водно-спиртовой смеси очень быстро возникают частицы микронных размеров – агломераты. Однако через некоторое время они распадаются на более мелкие образования. Сведения об изменении размеров частиц во времени приводятся в табл.1.

Таблица 1. Зависимость размера частиц SiO₂ от времени

Время	1 мин	10 мин	30 мин	60 мин	120 мин	2-е суток
Размер частиц	38-131 мкм	47-131 мкм	58-107 мкм	6-87 мкм	10-119 нм	28-220 нм

Как видно из табл.1, устойчивые во времени наночастицы диоксида кремния появляются в системе только после двух часов выдерживания. Наблюдаемые тенденции изменения размеров частиц диоксида кремния в суспензиях хорошо совпадают с результатами работы [1], полученными при изучении размеров твердых частиц оксида кремния (IV).

1. Масалов В.М., Сухина Н.С., Емельчинко Г.А. Колоидные частицы диоксида кремния для формирования опалоподобных структур. // Физика твердого тела, 2011, т.53, вып.6, с.1072-1076.

© Шайхиурова А.Р., 2013 г.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИТА НА ПОЛИСУЛЬФОНЕ

Абдрахманов Н.И.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В данной работе приведены результаты исследований электропроводности, фотопроводимости и диэлектрических свойств нанокompозита на основе ароматического полисульфона где в качестве наполнителя использовался сульфид висмута (Bi_2S_3).

Композиционные системы получали путём напыления на полимерные подложки тонких слоёв материалов. Напыление висмута и сульфида висмута проводилось с помощью УЗИМП, Затем полимер с напылённым материалом растворялся и подвергался обработке ультразвуком, что приводило к дроблению плёнок на ультрадисперсные частицы. Схема напыления тонких пленок висмута и сульфида висмута (толщиной от 50 до 1000 Å) дана в [1].

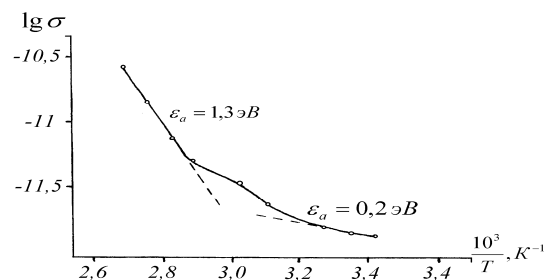


Рис.1. Зависимость σ от температуры для композита ПЭС- Bi_2S_3

Вид представленной характеристики соответствует температурной зависимости электропроводности для полупроводников. Энергия активации \mathcal{E}_a , определенная на соответствующих участках равна 1,3 эВ и 0,2 эВ. Анализ экспериментальных данных по полимерному композиту позволяет сделать вывод об особенностях энергетической структуры электронного спектра данной системы. Электропроводность полимерного композита с введением Bi_2S_3 возросла на пять порядков.

Вид вольтамперной характеристики композита характерен для токов, ограниченных объемным зарядом.

Анализ частотной зависимости $\text{tg } \delta$ и ϵ позволяет сделать вывод, что перенос заряда осуществляется по локальным состояниям. Энергия активации оптическая и термическая для композита составили 1,3 эВ.

© Абдрахманов Н.И., 2013 г.

СЕКЦИЯ «ГЕОФИЗИКА»

УДК 550.832:622.276.53

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГИС В ПРОЦЕССЕ ДОБЫЧИ НЕФТИ

Якин М.В.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Действующий фонд нефтяных скважин России на 60% оснащён электропогружными насосами (УЭЦН), которые обеспечивают 90% добычи нефти в стране. Геофизические и гидродинамические исследования таких скважин ограничены, с одной стороны, сложностью доставки приборов под насос, с другой, значительными потерями в добыче нефти из-за длительных остановок скважин на исследования. Актуальность данной проблемы оказалась настолько велика, что послужила толчком для развития в российской геофизике нового направления исследований – ГИС в процессе добычи (LWP). В отличие от традиционной геофизики, когда геофизические датчики доставляются в скважину на геофизическом кабеле (проводе), или на буровом инструменте (MWD, LWD), в данной технологии датчики размещаются на добывающем подземном и наземном оборудовании и в режиме «on-line» передают в процессе добычи информацию о работе пластов и скважинного оборудования [1].

К направлениям стационарного глубинного мониторинга, наиболее актуальным для нефтяных месторождений Западной Сибири, следует отнести:

I) стационарные системы LWP для мониторинга забойных параметров (включая контрольные датчики на ЭЦН),

II) стационарные системы LWP для раздельного мониторинга совместно разрабатываемых многопластовых залежей [2].

Мониторинг в рамках первого направления может быть, например, реализован путем обустройства скважины механизированного фонда дистанционной измерительной системой забойных параметров с применением дополнительного геофизического кабеля или с использованием для передачи информации силового кабеля ЭЦН.

По второму направлению глубинные стационарные измерительные системы чаще всего применяются на практике в виде:

– закрепляемых в мандрелях на хвостовике оборудования одновременно-раздельной эксплуатации (ОРЭ) или на приеме электроцентробежных насосов (ЭЦН) дистанционных датчиков «температуры-давления / расхода-состава»,

– подвешиваемых под ЭЦН на дополнительном кабеле в виде «гирлянды» комплексных измерительных приборов (реализующих, в

частности, возможность отслеживать в кровле каждого пласта, как состав, так и расход продукции).

Литература

1. Гидродинамические и промыслово-технологические исследования скважин. Кременецкий М.И., Ипатов А.И., МАКС Пресс, М, 2008, -475с.
2. Инженерная практика, №2, 2013г., цикл статей, стр.79-83.
© Якин М.В., 2013г.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ В МНОГОПЛАСТОВОЙ СКВАЖИНЕ

Исламов Д.Ф.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Важной информацией для разработки месторождения являются сведения о характеристиках многопластовой системы. Отдельные пласты обычно имеют различные начальное давление, толщину, пористость, проницаемость, скин-фактор, а также различные значения сжимаемости и вязкости флюида.

На сегодняшний день известно несколько методик, позволяющих определять характеристики однопластовой системы по ГДИ: метод Хорнера, МДХ и т.д. Однако эти методы не позволяют определить индивидуальные параметры отдельного пласта в многопластовых скважинах.

Целью нашей работы было разработать математическую модель, которая позволит получать и визуализировать решение прямой задачи для давления в многопластовой залежи.

Постановка задачи:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial P_j}{\partial t} = \chi_j \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial P_j}{\partial r} \right) \\ P_j(r, 0) = P_{0,j} \\ P_j(\infty, 0) = P_{0,j} \\ P_w(t) = P_j(r_w, t) - S_j \left(r \frac{\partial P_j}{\partial r} \right)_{r=r_w} \\ P_w(0) = P_{0,w} \\ Q(t) = \sum_{j=1}^n 2\pi\sigma_j \left(r \frac{\partial P_j}{\partial r} \right)_{r=r_w} - C_s \frac{\partial P_w}{\partial t} \end{array} \right.$$

где r – расстояние вдоль пласта, м; t – время, с; P_j – давление в j -ом пласте, Па; χ_j – коэффициент пьезопроводности j -го пласта, m^2/c ; P_w – забойное давление, Па; r_w – радиус скважины, м; S_j – скин-фактор j -го пласта, $P_{0,j}$ – пластовое давление j -го пласта, Па, Q – дебит скважины, $m^3/сут$; C_s – параметр влияния ствола скважины, $m^3/Па$; σ_j – коэффициент гидропроводности j -го пласта, $m^3/cПа$.

В пространстве изображений Лапласа получено аналитическое решение данной задачи:

$$P_w^L(s) = \frac{P_{0,j}}{s} - \frac{Q^L(s)}{A} \left(S_j r_w \sqrt{\frac{s}{\chi_j}} K_1 \left(\sqrt{\frac{s}{\chi_j}} r_w \right) + K_0 \left(\sqrt{\frac{s}{\chi_j}} r_w \right) \right) - \frac{C_s (P_{0,j} - P_{0,w})}{A} \left(S_j r_w \sqrt{\frac{s}{\chi_j}} K_1 \left(\sqrt{\frac{s}{\chi_j}} r_w \right) + K_0 \left(\sqrt{\frac{s}{\chi_j}} r_w \right) \right)$$

$$A = \sum_{j=1}^n 2\pi\sigma_j r_w \sqrt{\frac{s}{\chi_j}} K_1 \left(\sqrt{\frac{s}{\chi_j}} r_w \right) + s C_s \left(K_0 \left(\sqrt{\frac{s}{\chi_j}} r_w \right) + S_j r_w \sqrt{\frac{s}{\chi_j}} K_1 \left(\sqrt{\frac{s}{\chi_j}} r_w \right) \right)$$

где P_w^L и Q^L – забойное давление и дебит в изображении Лапласа, s – параметр преобразования Лапласа, K_0 и K_1 – функции Бесселя 0-го и 1-го порядка.

Для обратного перехода к оригиналу решения используется численное обращение преобразования Лапласа – алгоритм Стефеста. На основе полученного решения была разработана компьютерная программа для получения модельных кривых изменения давления в скважине.

В дальнейшем модель будет использоваться для расчета температурного поля в пластах обусловленного баротермическим эффектом.

ПРОГРАММНОЕ РАСПОЗНАВАНИЕ ДАННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН

Хашпер А. Л., Линд Ю. Б.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В настоящее время данные геофизических исследований скважин, в частности, каротажа, представляются в электронном виде, пригодном для их компьютеризированной обработки и интерпретации. Однако во многих нефтяных организациях, например, в ООО «БашНИПИнефть», накоплен большой объем каротажных диаграмм по ранее пробуренным скважинам на бумажных носителях, для которых нет количественных аналогов. Поэтому актуальной задачей является оцифровка таких данных с целью их последующего анализа.

В архивах ООО «БашНИПИнефть» находятся изображения каротажных диаграмм, полученные программно, но для которых утеряны исходники, и диаграммы, построенные аналоговым способом на бумажных носителях. На данный момент решена задача оцифровки диаграмм, созданных программно. Их распознавание характеризуется следующими проблемами:

- различное начертание кривых (пунктир, толстые линии и т. п.),
- совпадение цветов для различных кривых (дублирование цвета),
- наличие надписей и лишних цветов,
- неоднозначность кривых (одной точке по глубине сопоставляется не всегда единственное значение каждого параметра).

Указанные проблемы решаются с использованием математических методов усреднения, интерполяции и нормировки получаемых изображений.

Разработанная программа производит попиксельное считывание графического файла, используя функции обработки растровых изображений программной среды Borland C++ Builder, распознает цветные пиксели с помощью RGB-модели, создает массивы данных по числу цветов и оцифровывает изображение с учетом выше перечисленных особенностей.

В дальнейшем планируется реализовать оцифровку каротажных диаграмм с бумажных носителей, распознавание которых характеризуется необходимостью считывания рукописного текста, неоднородностью масштаба, возникающей при сканировании бумажных носителей, и другими особенностями. Для решения указанных проблем планируется применять нейронные сети [1].

Литература

1. Лепский А. Е., Броневиц А. Г. Математические методы распознавания образов. – Таганрог: ТТИ ЮФУ, 2009. – 155 с.

© Хашпер А.Л., Линд Ю. Б., 2013г.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХФАЗНОГО НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОГО ПОТОКА НА ГИДРОСТЕНДЕ

Яруллин А.Р.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Результаты геофизических исследований добывающих скважин, проведенные в горизонтальных и наклонных скважинах, показали необходимость детального изучения структуры потока при наличии 2 и более фаз с учетом траектории ствола, абсолютного и процентного соотношения фаз. Учитывая, что горизонтальный ствол скважины, как правило, имеет знакопеременную траекторию и имеют место быть перегибы или застойные зоны, обязательным условием эффективности ГИС является экспериментальное изучение природы формирования физических полей на гидродинамическом стенде с контролируемыми входными и внешними условиями.

На базе ИЦ «Технопарк БашГУ» выполнен значительный объем экспериментальных исследований по изучению структуры многофазного неизотермического потока, характерного для действующих горизонтальных скважин.

В ходе экспериментов проведено изучение корреляционных зависимостей фазосодержания и скорости фаз в зависимости от расхода и угла наклона труб. Установлено, что двухфазном расслоенном потоке наблюдается значительный градиент скорости в вертикальном сечении трубы, с возможностью возникновения обратных потоков. Определяющим параметром при формировании потока является угол наклона и соотношение плотности несмешивающихся фаз.

Экспериментально показано, что неизотермичность потока в пределах одной фазы, так же играет определенную роль в формировании поля скоростей и должна учитываться при анализе полевых данных.

Результаты эксперимента использованы при разработке математической модели неизотермического многофазного потока в трубах с переменной траекторией. Комплекс работ по данному направлению необходим для повышения эффективности проведения промыслово-геофизических исследований в действующих горизонтальных скважинах путем выработки научно-обоснованных методик ПГИ и интерпретационных критериев.

На рис. 1 и рис. 2 приведены результаты экспериментального моделирования двухфазного потока характерного для горизонтальных скважин с переменной траекторией. Работы выполнены с применением макета скважинного прибора с распределенными датчиками температуры и локальной скорости потока.

Полученные результаты обработаны и визуализированы в системе «Прайм», с использованием специальных модулей, предназначенных для работы с многоточечковой скважинной аппаратурой.

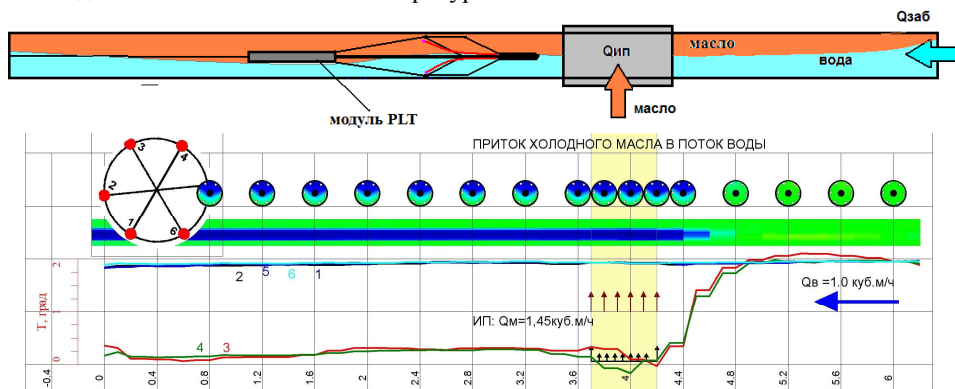


Рис.1. Моделирование работы интервала перфорации в условиях строго горизонтального ствола

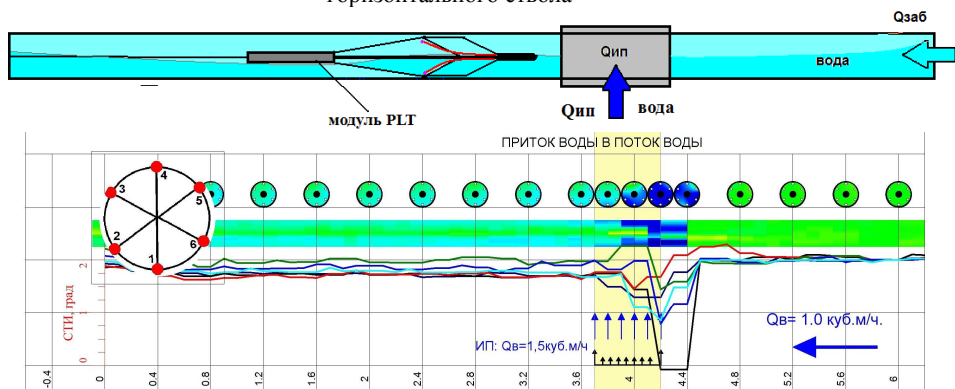


Рис. 2. Моделирование зоны возмущения локальных скоростей в интервале фильтра в однофазном потоке

Литература

1. SPE 136272 Валиуллин Р.А., Яруллин Р.К., Яруллин А.Р., Шако В.В., Паршин А. Разработка критериев выделения работающих интервалов в низкодебитных горизонтальных скважинах на основе физического эксперимента и скважинных исследований // Российская техническая нефтегазовая конференция и выставка SPE по разведке и добыче. М.: ВВЦ, 2010.

© Яруллин А.Р., 2013 г.

УДК 538.7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СКВАЖИН КАДЫРОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Гафуров А.И.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Определение технического состояния обсадной колонны в скважинах - одна из наиболее важных задач при геофизическом контроле за разработкой месторождения, так как его нарушение приводит к повышенной обводненности скважины, играющую отрицательную роль при эффективной выработке запасов и добыче нефти. Поэтому техническое состояние необходимо оценивать регулярно.

Кадыровское месторождение довольно старое, и определение рентабельности разработки очень важна. Нарушение технического состояния колонны приводит к повышению добычи воды из-за перетоков и негерметичности колонны скважины. Определить состояние можно по методу термометрии, расходомерии и радиогеохимическому эффекту.

В этой работе было исследовано 40 скважин Кадыровского месторождения для выявления нарушений технического состояния колонны скважин.

диаграмма скважин с нарушением тех. состояния

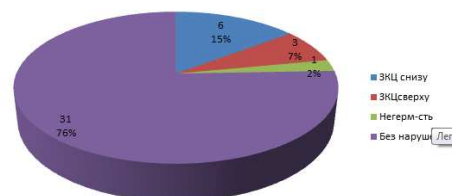


Рис.1. Диаграмма скважин с нарушением технического состояния

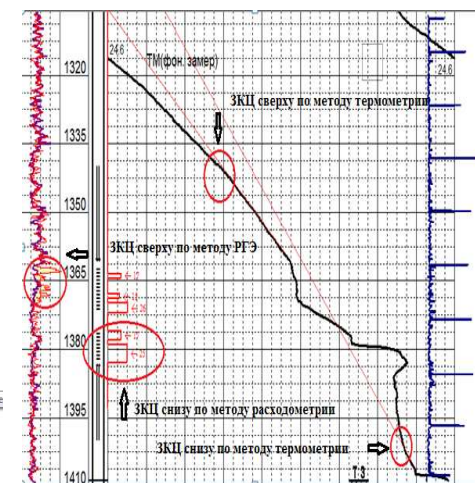


Рис.2. Результат интерпретации скв. №1650

Было обнаружено, что 24% скважин Кадыровского месторождения обводняются дополнительно в связи с нарушением технического состояния обсадной колонны скважин. По результатам исследований даны рекомендации для проведения ремонтно-изоляционных работ.

Литература

1. Кузнецов Г.С, Леонтьев Е.И., Резванов Р.А. Геофизические методы контроля разработки нефтяных и газовых месторождений: Учеб. для вузов. - М.: Недра, 1991.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБВОДНИВШИХСЯ СКВАЖИН

Нафикова Р.А.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В мире существует глобальная проблема преждевременного обводнения пластов и скважин, что приводит к большим экономическим потерям и причины появления «плохой» воды в каждой отдельной скважине могут быть разнообразны.

Для выявления источников водопритоков в скважины можно применить аналитический метод, основанный на анализе данных истории добычи, дебитов скважин, динамики изменения обводненности, накопленной добычи, пластового давления и т.д., представленный в виде соответствующих графиков. В данной работе как раз и проводился такой анализ по данным месторождения Солнечное (РФ).

В результате анализа были построены следующие графики:

1. График зависимости ВНФ от накопленной добычи.

На данной кривой ВНФ увеличивается с ростом накопленной добычи. На данный момент ВНФ еще не достиг своего критического значения, отвечающего экономическому пределу, и накопленная добыча соответствует проектной отдаче.

2. График истории добычи по скважине.

График удобен при определении причин обводнения. Любое одновременное изменение угла наклона кривых, т.е. увеличение темпа добычи воды и уменьшение темпа добычи нефти, может служить индикатором необходимости принятия мер.

3. Кривая падения дебита.

Любое изменение угла наклона этой кривой свидетельствует о поступлении в скважину избыточной воды или возникновении другого осложнения.

4. Графическая диагностика механизма прорыва воды.

На графике видно постепенное увеличение ВНФ, что говорит об образовании конуса воды с самого начала эксплуатации скважин. График становится близок к прямой на отрезке значений ВНФ, начиная от 10.

С помощью изученных методов были выполнены аналитические методы определения обводившихся скважин добывающего фонда. Выяснилось, что одной из вероятных причин обводнения скважины является конусообразование с самого начала разработки. Следовательно, технологии и реагенты, использованные ранее для водоизоляции, малоэффективны в геолого-физических условиях этого месторождения.

Литература

[1] Chan, K.S.: "Water Control Diagnostic Plots", paper SPE 30775 presented at the 1995 Annual Technical Conference and Exhibition, Dallas, TX, 22-25 October.

[2] Бейли Б., Кучук Ф., Романо К., Диагностика и ограничение водопритоков// Нефтегазовое обозрение.-2001. № 2.-С.45-55.

УДК 550.832.6

ЗАВИСИМОСТЬ ГЛУБИНЫ ТОЧКИ ИНВЕРСИИ ОТ ПРИЕМИСТОСТИ СКВАЖИНЫ

Бухаров А.Р.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Распределение температуры при закачке воды в нагнетательную скважину является важным параметром термометрии. Как известно, температура на оси скважины в потоке закачиваемой воды отличается от температуры на ее стенке [1]. На устье нагнетательной скважины температура на стенке и на оси потока равны между собой, так как происходит интенсивное перемешивание воды при смене направления движения с горизонтального на вертикальное. При движении потока «горячей» воды (температура закачиваемой воды больше геотермической на устье скважины) с устья вниз температура на стенке потока охлаждается в большей степени, чем на оси. С того момента когда температура на стенке сравняется с геотермической температурой на данной глубине, она начнет нагреваться с ростом глубины, а температура на оси в свою очередь будет продолжать охлаждаться. На определенной глубине температуры на оси и на стенке станут равными – эта глубина называется точкой инверсии. После прохождения точки инверсии температура на оси будет нагреваться с глубиной под действием геотермического градиента. Точка инверсии зависит от начальной температуры закачиваемой жидкости, геотермического градиента и величины приемистости. В данной работе мы рассмотрим зависимость глубины точки инверсии от приемистости скважины. В частности, рассмотрим два случая: нагнетание жидкости через колонну и через нкт.

1) Нагнетание жидкости через колонну. Будем изменять величину приёмистости скважины Q от $10 \text{ м}^3/\text{сут}$ до $100 \text{ м}^3/\text{сут}$. Внесем полученные результаты в таблицу 1 и построим график на рис.1.

2) Нагнетание жидкости через нкт. Будем изменять величину приёмистости скважины Q от $2 \text{ м}^3/\text{сут}$ до $20 \text{ м}^3/\text{сут}$. Внесем полученные результаты в таблицу 2 и построим график на рис.2.

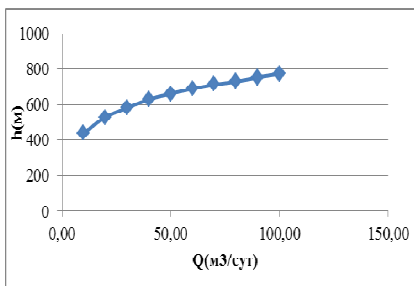


Рис. 1. График зависимости h от Q

Q(м ³ /сут)	h(м)
10	440
20	530
30	583
40	631
50	662
60	690
70	715
80	731
90	755
100	775

Таблица 1. Зависимость h от Q

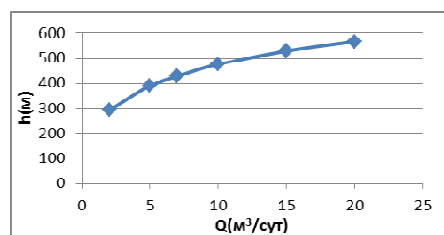


Рис. 2. График зависимости h от Q

Q(м ³ /сут)	h(м)
2	293
5	389
7	428
10	475
15	528
20	565

Таблица 2. Зависимость h от Q

Литература

1. Назаров В.Ф. Термометрия нагнетательных скважин. Диссертация на соискание доктора технических наук. Уфа. 2002 г. С 324

Бухаров А.Р., 2013 г.

УДК 550.834.05

МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ЕСТЕСТВЕННЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ СИГНАЛОВ НАД НЕФТЕГАЗОВЫМИ ЗАЛЕЖАМИ

Романов В.В., Рахматуллин И.И.

Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, г. Москва, Россия

При проведении поисков и детальной разведки глубоко залегающих нефтегазовых залежей по сейсмоэлектромагнитному методу (СЭМ-методу) возникает проблема измерения сравнительно слабых электромагнитных компонент сейсмоэлектромагнитного поля-отклика от нефтегазового пласта на фоне иногда весьма значительных шумоподобных электромагнитных полей над нефтегазовой залежью.

Эффект появления таких шумов в низкочастотной части спектра естественных полей известен достаточно давно и наблюдается в различных нефтегазовых регионах [1]. Относительно природы наблюдаемого явления существуют несколько точек зрения, основанных на принципиально различающихся физических механизмах. Известные теории возникновения эффекта основаны либо на гипотезах генерации аномальных полей самой нефтегазовой залежью, либо на механизмах фильтрации спектра микросейсм геологической средой в целом, включающей нефтегазовую залежь.

Для выделения полезного сейсмоэлектромагнитного сигнала на фоне низкочастотных шумов может быть применено несколько методов, из которых в результате экспериментальной проверки наиболее эффективным оказался метод фильтрации локально-нестационарных помех.

Идея метода заключается в разбиении записанной реализации сигнала с шумами и помехами на отдельные кадры и сопоставлении каждому кадру скалярного значения, характеризующего его свойства, например, энергии кадра. Строится кривая плотности вероятности этого значения, задаются пороги, за пределами которых кадр считается зашумленным и исключается из рассмотрения. Результирующая спектральная плотность мощности формируется путем усреднения спектральной плотности мощности оставшихся не зашумленных кадров.

Другим, но менее эффективным, оказался метод узкополосной фильтрации, основанный на оценке частоты узкополосных помех, получаемых в результате спектрального анализа с помощью дискретного преобразования Фурье, проводимого с точностью до шага дискретизации.

Литература

1. Louise S. Durham, DHI Technology. Low Frequency, But High Hopes / American Association of Petroleum Geologists, June 2007.

©Романов В.В., Рахматуллин И.И., 2013 г.

ОБРАБОТКА ЗАПИСЕЙ МИКРОСЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ

Романов В.В., Рахматуллин И.И.

Российский государственный геологоразведочный университет
имени Серго Орджоникидзе, г.Москва, Россия

Микросейсмами называются непрерывные колебания, создаваемые множеством неразличимых слабых или удалённых источников. Микросейсмы по преобладающей частоте делятся на низко-, средне- и высокочастотные. Низкочастотные микросейсмы имеют частоту менее 1 Гц, среднечастотным — 1-10 Гц, высокочастотные — 10 Гц и выше. По расположению источник микросейсмы подразделяются на глубинные и поверхностные. Глубинные микросейсмы создаются эпизодическими слабыми землетрясениями и постоянно действующей сейсмической эмиссией. Поверхностные микросейсмы классифицируются как техногенные и естественные. Естественные микросейсмы сопровождают перемещение воздушных масс, колебания атмосферного давления, волнения на акватории морей и океанов и т.д. Техногенные микросейсмы возникают при движении транспорта, работе буровых установок, строительстве и в туннелях метрополитена. Высокочастотные микросейсмы в настоящее время изучены недостаточно полно, в частности, остаётся открытым вопрос об основной причине их возникновения [1]

Авторами доклада зарегистрированы и обработаны микросейсмы во дворе 6-этажного жилого здания. Опытная площадка находится вблизи пересечения двух автомобильных дорог с интенсивным движением, запись колебаний производилась днём. Для регистрации был использован стандартный комплект оборудования инженерной сейсморазведки: многоканальная сеймостанция “Диоген” и 24 вертикальных приёмника GS-20DX с собственной частотой 10 Гц. Регистрация производилась в течение 40 секунд, с шагом дискретизации 1 мс. Площадка была разбита на 7 профилей длиной по 46 м, сейсмические приёмники устанавливались через 2 м, расстояние между профилями было 5 – 7 м.

Первичный анализ сейсмограмм выявил наличие на записи множества псевдорелеевских волн со скоростью от 170 до 220 м/с. На сейсмограммах присутствовало множество упорядоченной осей синфазности разного направления, связанных с несколькими различно ориентированных источниками. Эти колебания объясняются движением автотранспорта и являются помехами для метода микросейсм. Спектр зарегистрированных микросейсм имел вид асимметричной кривой с максимумом на уровне 9-12 Гц и плавно убывающей на более высоких частотах. Гладкая зависимость была осложнена несколькими узкими пиками, которые образовали

протяженные, когерентные во времени, узкополосные сигналы — стоячие волны. Высокочастотные стоячие волны формируются при интерференции волн, многократно отражённых в верхней части разреза. Характерные резонирующие волноводы залегают между поверхностью земли и уровнем грунтовых вод, они избирательно усиливают колебания с частотой, кратной четверти длины волны в слое. Выделение стоячих волн в спектре микросейсм дает ценную информацию о строении верхней части разреза.

Обработка записанных сейсмограмм сводилась к выравниванию среднего уровня трасс, устранению поверхностных волн путем вычитания из исходной записи регулярной составляющей и суммированию трасс. Для предварительной оценки резонансной частоты волновода на объекте исследования была проведена и проинтерпретирована инженерная сейсморазведка. Было установлено, что источником стоячих волн является пласт неводонасыщенных суглинков с мощностью 4,5 м и скоростью волн 500 м/с. В таком слое должны возникать стоячие волны с расчётной частотой в 32 Гц.

Узкие пики этой частоты были выявлены на 6 профилях из 7-и, что подтвердило эффективность использования микросейсм при инженерно-геофизических изысканиях.

Литература

1. Еманов А.Ф., Селезнев В.С., Бах А.А. и др. Пересчет стоячих волн при детальном инженерно-сейсмологических исследованиях // Геология и геофизика. - 2002. - № 2. - С. 192-207.

©Романов В.В., Рахматуллин И.И., 2013 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ «НЕДОВСКРЫВШИХ» СКВАЖИН

Гатауллин Р. М., Азаров П.П.

Башкирский государственный университет
ООО “БашНИПИнефть”, г. Уфа, Россия

При построении геологической модели важное значение имеет степень изученности пласта скважинами. Основной информационной составляющей являются геофизические исследования скважин (ГИС). Иногда по различным причинам замер исследуемых геологических объектов происходит не в полном объеме. Тогда появляется проблема “недовскрытых” скважин – недопромеренных скважин, неосвещенных ГИС в полном объеме.

При структурном построении и при моделировании прослоев коллектора неучет “недовскрытых” скважин приводит к значительным ошибкам. Рассмотрим пример наличия таких скважин в одном из месторождений нефтегазового региона. На рисунке 1 в качестве примера приведен фрагмент корреляционной схемы с двумя “недовскрытыми” скважинами (скв. 2 и 3).

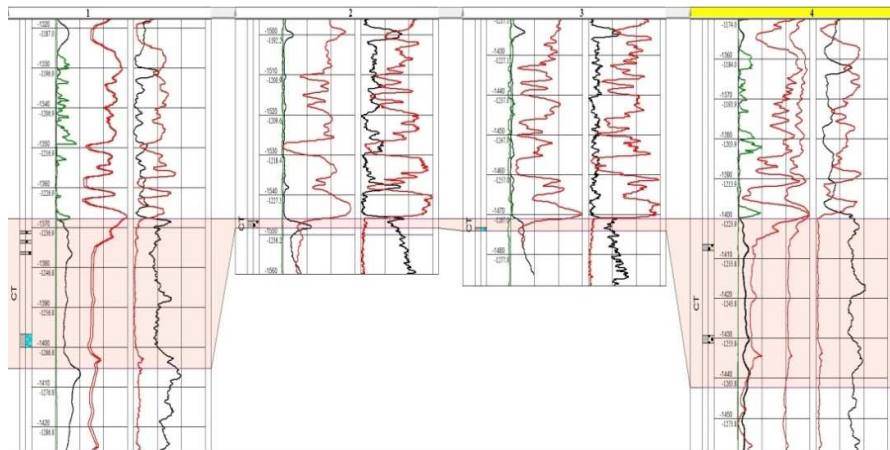


Рис. 1. Фрагмент корреляционной схемы

Для выявления недопромеренных скважин используются следующие методы: 1) ручной просмотр разрезов с РИГИС всех загружаемых скважин, сопоставление с эталонной скважиной; 2) использование внутренних программных продуктов; 3) осуществление визуального контроля при построении карт общих толщин с использованием пакета геологического моделирования.

Некорректный учет скважин с полностью или частично отсутствующей информацией по исследуемому разрезу моделируемого объекта приводит к неверному представлению о строении геологического тела.

Литература

1. РД 153-39.0-047-00 Регламент по созданию постоянно-действующих геолого-технологических моделей нефтяных и газонефтяных месторождений. – М.: Минтопэнерго РФ, 2000.

УДК 536+550.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЛИ ВОДЫ ПРИ ИЗВЕСТНОМ УРОВНЕ ЖИДКОСТИ В СТВОЛЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ

Гараев М.Р.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Одной из актуальных задач промышленной геофизики является определение скорости движения в стволе горизонтальной скважины. В зависимости от конструкции горизонтальной скважины, условий течения в стволе могут возникнуть различные типы течения. Цель данной работы – разработка метода определения фазового содержания флюида при двухфазном расслоенном течении нефти и воды. Для описания движения флюидов было использовано уравнение Пуазейля[1]:

$$u = \frac{\Delta p}{2\mu L} (h^2 - y^2) \quad (1)$$

Δp -падение давления; μ -вязкость жидкости.

В результате серии математических моделирований было получены распределения скорости и фазового содержания нефти и воды в вертикальном сечении скважины при различных расходах притекаемых флюидов(рис.1).

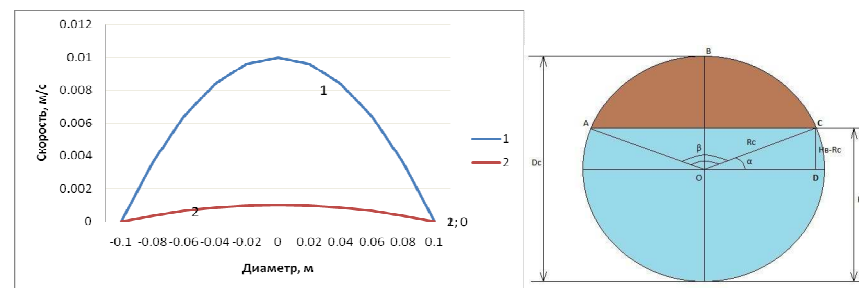


Рис. 1. Сравнение распределений скорости для нефти (2) и воды (1)

Установлено, что если поток жидкости будет не однофазный, будет меняться доля жидкости и распределение скорости в вертикальном сечении. Данная модель позволяет наглядно продемонстрировать развитие расслоенного течения флюидов.

Литература

1.Ольховский И.И. Курс теоретической механики для физиков. М.: МГУ, 1974. 570 с.

© Гараев М.Р.

ОСОБЕННОСТИ РАССЛОЕННОГО РЕЖИМА ТЕЧЕНИЯ В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЕ

Хабиров Т.Р.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Многофазный поток повсеместно встречается при эксплуатации скважин в России, обычно это вода и нефть. При этом в горизонтальных скважинах структура потока качественно отличается вертикальных. Поэтому при интерпретации полевого материала необходимо учитывать особенности режима течения. В данной работе будет рассмотрен расслоенный поток, который наблюдается в горизонтальных скважинах при низких дебитах добычи.

Методика исследования основана на математическом моделировании двухфазного потока:

$$-A_1 \frac{dP}{dx} - \tau_1 S_1 + \tau_i S_i - \rho_1 A_1 g \cdot \sin \theta = 0;$$

$$-A_2 \frac{dP}{dx} - \tau_2 S_2 - \tau_i S_i - \rho_2 A_2 g \cdot \sin \theta = 0;$$

Здесь x - пространственная координата; P - давление; A_1, A_2 - площадь поперечного сечения, занимаемая одним из слоев; S_1, S_2 и S_i - периметры соприкосновения; θ - угол наклона скважины; ρ_1, ρ_2 - плотности флюидов. Индекс i обозначает межфазное взаимодействие между 1 и 2 фазами.

В результате численных исследований выявлено, что фазовое заполнение ствола скважины (параметр, который возможно измерить многоточковыми приборами) сильно зависит от траектории скважин, а она, как известно, не бывает абсолютно горизонтальной. Более того, она является знакопеременной, то есть угол наклона может быть как положительным относительно горизонтали, так и отрицательным. Этот факт значительно усложняет выявление зон притока флюида вдоль ствола скважины, так как фазовое заполнение слабочувствительно к поступлению жидкости вдоль ствола скважины.

В итоге имеем, что фазовое заполнение отражает лишь траекторию горизонтальной скважины. Для решения практической задачи выявления зон притока необходимо измерять фазовые скорости.

Литература

1. Taitel Y., Duckler A.E. A model for predicting flow regime transitions in horizontal and nearly horizontal gas-liquid flow// J. AIChE 22-45. 1976. С. 47-55.

© Хабиров Т.Р., 2013 г.

ИЗМЕРЕНИЕ СВЯЗАННОЙ ВОДЫ КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ В МАТЕРИАЛЕ КЕРНА

Зарипов А. Р. Сушко Б. К.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Для определения остаточной водонасыщенности и других форм связанной воды в материале керна мы впервые применили метод высокочастотной кондуктометрии.

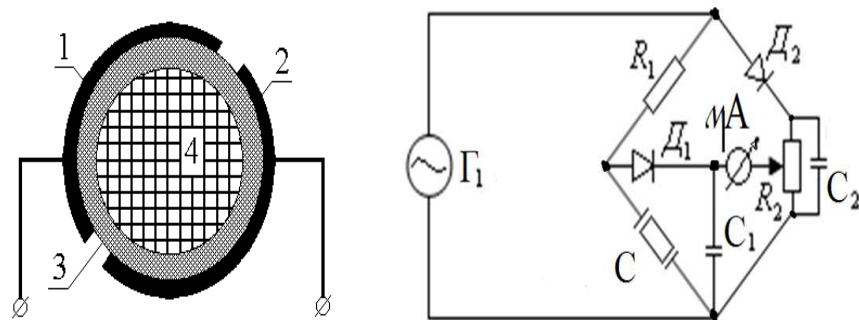


Рис. 1. Емкостная ячейка для определения остаточной водонасыщенности в материале керна. 1, 2 – электроды; 3 – диэлектрическая оболочка; 4 – исследуемый керновый материал

Рис. 2. Электрическая схема бесконтактного высокочастотного кондуктометрического моста для определения остаточной водонасыщенности

На рисунках 2 и 3 представлены чертежи устройства, реализующего предлагаемый способ определения остаточной водонасыщенности и других форм связанной воды в материале керна. Исследования проводились в рамках государственного контракта №14.740.11.0429 на выполнение работ по федеральной целевой программе «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 годы».

Литература

1. King M.S. Wave velocities in rocks as a function of changes in overburden and pore fluid saturations // Geophysics. - Vol. 31. - No 1. - February, 1966.

2. Добрынин В.М. Деформация и изменения физических свойств коллекторов нефти и газа. – М.: Недра, 1970.

© Зарипов А. Р. Сушко Б. К., 2013 г.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ПЛАСТЕ ПРИ ИСПЫТАНИИ СКВАЖИНЫ

Акчурин Р.З.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Большие объемы гидродинамических исследований выполняются при освоении скважин после бурения и ремонтных работ. Традиционные ГДИ при освоении скважин свабом и компрессором не позволяют определить ряд важных параметров. В НПФ Геофизика разработан специальный модуль МГДИ-54 для получения качественных КВД. Этот модуль используется на практике. Для разработки алгоритмов обработки данных необходима математическая модель изменения давления в пласте и стволе скважины применительно к технологии МГДИ.

Цель работы заключается в разработке математической модели для описания нестационарного поля давления в пласте.

При свабировании по мере снижения забойного давления начинается приток пластового флюида в ствол скважины. Проводить геофизические исследования в интервале продуктивных пластов с использованием дистанционных приборов в этот период невозможно [1].

Суть метода в последовательной смене режима работы скважины. По кривой притока и восстановления давления пласта во времени определяют характеристики пласта [2].

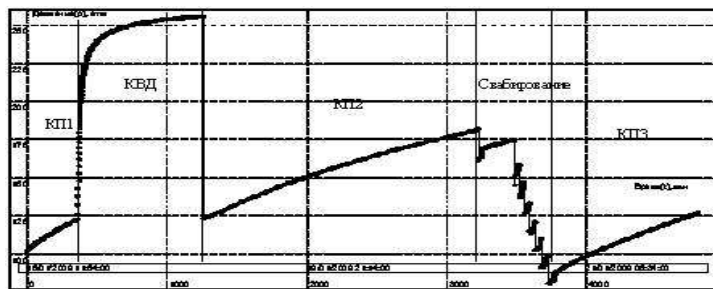


Рис.1.6. Изменение давления в скважине, зарегистрированное автономным манометром

Большим плюсом данного способа исследования является то, что насосно-компрессорная труба перекрывается пакером не на устье, а ближе к забою скважины, в результате чего наблюдается более быстрая регистрация кривой восстановления давления, а также уменьшается влияние ствола скважины из-за малого объема подпакерного пространства.

Математическая постановка задачи включает уравнение пьезопроводности для давления в пласте [3]:

$$\frac{\partial p}{\partial t} = \chi \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial p}{\partial r} \right), \quad r > r_c, t > 0 \quad (1)$$

Давление в пласте вначале и на большом удалении от скважины равно пластовому:

$$p|_{t=0} = P_r, \quad p|_{r \rightarrow \infty} = P_r \quad (2)$$

В пласте на стенке скважины для периодов (КП) заполнения трубы и периодов КВД условие [4]:

$$2\pi\sigma \left(r \frac{\partial p}{\partial r} \right) \Big|_{r=r_c} = C_s(t) \frac{dp_w}{dt}, \quad (3)$$

А для периодов свабирования в пласте на стенке скважины $r=r_c$ задано следующее условие:

$$P_w(t) = f(t), \quad t \leq T_{\text{сваб}} \quad (4)$$

Связь давления в скважине и давления в пласте на стенке скважины:

$$p(r_c, t) - S \left(r \frac{\partial p}{\partial r} \right) = P_w(t) \quad (5)$$

Задача решается численно методом конечных разностей. Решение прямой задачи будет использоваться при планировании гидродинамических исследований и для решения обратной задачи об определении гидропроводности и скин-фактора пласта по комплексу КП – КВД.

Литература

1. Рамазанов А.Ш. Автоматизированная обработка результатов гидродинамических исследований пластов // Каротажник. – 2004. – Вып.14. – С.50-59.
2. Зарипов Р.Р., Хакимов В.С., Адиев А.Р. Способ освоения скважин и испытания пластов в процессе свабирования. - Патент РФ № 2341653 от 09.03.2007.
3. Иктисанов В.А., Байгушев А.В., Мусабинова Н.Х., Хуснутдинов А.А., Идиятова В.Р. Руководство по интерпретации КВД для различных типов скважин и геолого-промысловых условий. РД 153-39.0-536-07. – Бугульма, 2007. – 64с.
4. Самохин О.Н., Зарипов Р.Р., Хакимов В.С. Эффективный способ гидродинамических исследований пластов с применением модуля гидродинамических исследований МГДИ-54. - Патент РФ № 2341653 от 09.03.2007г.

©Акчурин Р.З., 2013 г.

УТОЧНЕНИЕ СЕЙСМОГЕОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НИЖНЕГО КАРБОНА НА ОСНОВЕ ИНВЕРСИИ ДАННЫХ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ 3D В КУБЫ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Шабрина Ю. А.

БашГУ, ООО НПЦ «Геостра», г. Уфа, Россия

На сегодняшний день на различных этапах геологоразведочных работ на месторождениях нефти и газа все чаще используется процедура геологического моделирования. Для количественного прогноза свойств пластов в качестве основных процедур применяются сейсмическая инверсия и динамический анализ с применением нейронных сетей.

Для прогнозирования свойств коллекторов в межскважинном пространстве и уточнения модели строения продуктивных пластов на двух месторождениях Самарской области по терригенным пластам нижневизейского яруса применялась технология пересчета сейсмических кубов, кубов атрибутов и импеданса в кубы петрофизических параметров на основе комплексного использования сейсмических и промыслово-геофизических данных.

Сложность работы обусловлена геологическим строением района исследования, относящегося к западной части Бузулукской впадины. Наибольшее внимание было уделено отложениям бобриковского горизонта визейского яруса (C1bb), к кровле которого приурочен отражающий горизонт «У». Общая толщина терригенных отложений нижнего карбона в пределах изучаемой площади увеличивается в северо-восточном направлении от 30 м до 150 м в сторону осевой зоны Мухано-Ероховского прогиба. Сложенный песчаниками, алевролитами и глинами бобриковский горизонт в юго-западной части площади представлен пластами B₂ и B₃ (отложения мелководного шельфа), а на северо-востоке пластами-аналогами C1 и C1a (отложения относительно глубоководного шельфа). Разница в индексации пластов аналогов связана с особенностями условий осадконакопления. Граница фациального замещения пластов бобриковского горизонта хорошо выделяется по данным сейсмофациального анализа, представленным на рис. 1.

Комплексная сейсмогеологическая интерпретация данных состояла в построении куба акустического импеданса, динамической обработке данных сейсморазведки 3D с использованием априорной информации по скважинам и построении прогнозного куба апс в толще терригенных пластов нижневизейского яруса. Инверсия выполнялась в программе STRATA интерпретационного комплекса GEOVIEW (CGGVeritas Hampson-Russell) на основе сейсмического куба и данных акустического и плотностного каротажей по скважинам. Динамическая обработка данных сейсморазведки 3D с использованием априорной информации по скважинам и построение

прогнозного куба апс выполнялись в программе EMERGE интерпретационного комплекса GEOVIEW.

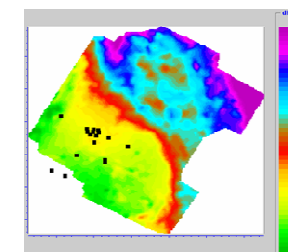
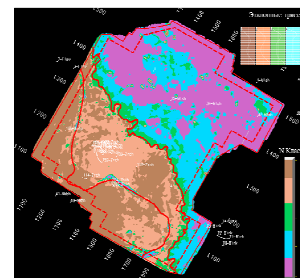


Рис. 1. Карта-схема классификации по форме записи в интервале терригенных отложений отражающими горизонтами «У» и «Т» нижнего карбона

В результате тестирования атрибутивных связей была выбрана группа из трех атрибутов по совокупному признаку наименьшей погрешности по результатам тестирования атрибутов по всем скважинам (Training Error) и по методу валидации (Validation Error). На основе полученной зависимости был рассчитан прогнозный куб апс, который использовался для оценки геологических особенностей строения продуктивного пласта B₃ бобриковского горизонта. На рис. 2 представлен фрагмент куба апс в интервале бобриковских отложений.

Для построения прогнозной карты эффективных толщин по пласту B₂ (C1) бобриковского горизонта использовалась карта изопахит между отражающими горизонтами «У» и «Т», представленная на рисунке 2, характеризующаяся хорошей связью между общими и эффективными толщинами пласта и позволяющая учесть в межскважинном пространстве закономерности распространения песчаников в соответствии с условиями палеорельефа бассейна осадконакопления.

Коллекторы пласта B₃ бобриковского горизонта выделяется не во всех скважинах исследуемой площади. Области замещения коллекторов пласта B₃ были выделены по пониженным значениям распределения параметра апс (от 0 до 0,18) и скважинным данным.

В результате проведенного впервые на данном участке прогноза объемного распределения фильтрационно-емкостных свойств пластов-резервуаров были уточнены области развития пластов B₂ (C1) и B₃ (C1) и построены карты эффективных толщин и пористости. Результаты данного исследования в дальнейшем использовались в уточнении геологической модели месторождений. Современные технологии полевых исследований, обработки и интерпретации сейсморазведочных работ позволяют с высокой степенью достоверности осуществлять построение геологических моделей территорий и месторождений.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БОЛЬШИХ СКОРОСТЕЙ ПОТОКА ЖИДКОСТИ В НАГНЕТАТЕЛЬНЫХ СКВАЖИНАХ ПО ИЗМЕРЕНИЯМ ТЕРМОДЕБИТОМЕРОМ

Афанасьев Д.К.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Контролирование объемов закачиваемой воды в нагнетательные скважины, а также определение приемистости разрабатываемых пластов, является важной задачей для нефтяных компаний.

На данный момент в компании «ООО ТНГ-Групп» для определения скорости потока жидкости в нагнетательной скважине проводятся замеры термодобитомером с переменной скоростью и серию измерений с постоянной скоростью вдоль ствола скважины. По результатам этих измерений строят колоколообразную зависимость показаний термодобитомера как функцию скорости протяжки прибора. Эта зависимость представлена на рис. 1.

Максимальное значение температуры на термодобитограмме соответствует тому, что скорость прибора относительно потока равна нулю, т.е. скорость протяжки прибора равна скорости потока жидкости в скважине.

Но очень часто встречаются такие случаи, что скорость потока жидкости в нагнетательной скважине меньше или больше скорости, которую может обеспечить движение прибора геофизический подъёмник. Такие скорости потока жидкости в скважине невозможно определить по результатам измерений термодобитомером с переменной скоростью, так как нельзя зарегистрировать колоколообразную зависимость показаний термодобитомера от скорости протяжки прибора.

Для определения малых скоростей потока жидкости в нагнетательной скважине – скорости меньше минимальной скорости, которую может обеспечить движение прибора геофизический подъёмник, был разработан метод, приведенный в работе [1].

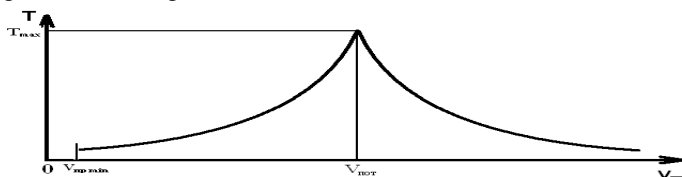


Рис. 1. Зависимость показаний термодобитомера в потоке жидкости от скорости регистрации

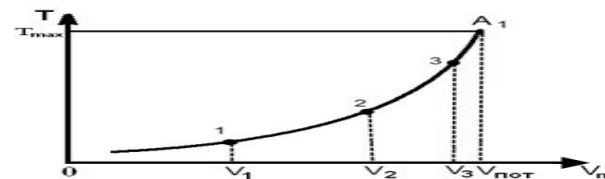


Рис. 2. Определение «больших» скоростей потока жидкости в нагнетательной скважине по измерениям термодобитомером

В данной работе приводится технология исследований термокондуктивным дебитомером для определения больших скоростей потока жидкости в нагнетательной скважине.

Проводят серии из трёх и более измерений термодобитомером с постоянными «большими» скоростями. Направление движения прибора должно совпадать с направлением потока жидкости в скважине. Кроме того, проводят измерение термодобитомером в остановленной скважине на точке в интервале глубин, в котором необходимо определить скорость потока жидкости. Наносят результаты измерений на масштабную – координатную сетку $T \times V_{пр}$, приведенную на рис.2. Строят левую ветвь колоколообразной зависимости показаний термодобитомера от скорости протяжки прибора, а также прямую линию, описываемую уравнением $T = V_{ост}$, где $V_{ост}$ – показание термодобитомера, измеренное на точке в остановленной скважине. Далее аппроксимируют левую ветвь колоколообразной зависимости до пересечения с прямой линией $T = V_{ост}$ в точке A_1 . Скорость прибора, соответствующая точке A_1 , будет равна скорости потока жидкости в скважине.

Литература

1. Определение малых скоростей потока жидкости в нагнетательных скважинах по измерениям термодобитомером. Мухамадиев Р.С. Научно-практическая конференция «Новая техника и технологии для геофизических исследований скважин». Уфа: Изд-во «НПФ Геофизика». 2010. С.225.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВНУТРИПЛАСТОВОГО ГОРЕНИЯ В СЛУЧАЕ ОДНОРОДНОГО И ИЗОТРОПНОГО ПЛАСТА

Шарипов А.М.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В последнее время усиливается интерес к тепловым методам разработки нефтяных месторождений, в большей мере это относится к внутрипластовому горению. С одной стороны, это связано с необходимостью извлечения вязких и высоковязких нефтей из пластов, запасы которых только в РФ насчитывается более чем в 800 месторождениях, и, с другой, низким коэффициентом нефтеизвлечения из сложно-построенных коллекторов традиционными методами воздействия.

Уравнение массового баланса для нефти:

$$\phi \frac{\partial \rho_1 S_1}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\rho_1 \frac{Kk_1}{\mu_1} \frac{\partial p}{\partial x} \right) - J_1 \quad (1)$$

Уравнение массового баланса для воды:

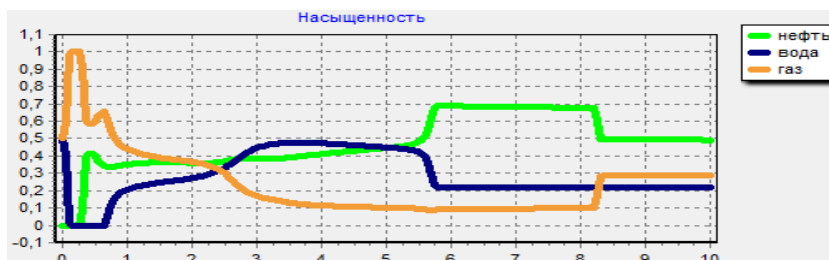
$$\phi \frac{\partial \rho_2 S_2}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\rho_2 \frac{Kk_2}{\mu_2} \frac{\partial p}{\partial x} \right) - J_2 \quad (2)$$

Уравнение массового баланса для газа:

$$\phi \frac{\partial \rho_3 S_3}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\rho_3 \frac{Kk_3}{\mu_3} \frac{\partial p}{\partial x} \right) + J_1 + J_2 \quad (3)$$

Здесь: J_1 - скорость изменения массы нефти в единице объема среды в процессе окисления нефти, $\text{kg}/(\text{m}^3 \times \text{s})$; J_2 - скорость изменения массы воды в единице объема среды в процессе испарения воды, $\text{kg}/(\text{m}^3 \times \text{s})$. ρ, S, k, μ - плотность, насыщенность, фазовая проницаемость, вязкость.

Приведу результаты расчета через 10 часов после начала закачки газа:



ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РОСТ КРИСТАЛЛОВ ГАЗОВОГО ГИДРАТА

Белошицкий Т.А.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Современные мировые энергетические потребности обеспечиваются в основном нефтью и газом (на 60%). Однако уже около 20 лет добыча нефти в мире опережает прирост ее запасов [1]. Это неизбежно приводит к необходимости более активной разработки нетрадиционных видов углеводородного сырья, например, газовых гидратов и, следовательно, всестороннего изучения процессов роста и разложения этих веществ.

Одним из важнейших вопросов изучения кинетики образования кристаллов гидрата является выявление разного рода факторов, оказывающих существенное влияние на данный процесс. Известно, что на образование гидрата влияет наличие в водной фазе солей, низших спиртов, водорастворимых и нефтерастворимых ПАВ, агрегатное состояние гидратообразователя и воды, скорость охлаждения системы. Процесс роста кристаллов гидрата заметно облегчается при увеличении скорости газового потока, насыщенного парами воды, пульсациях давления, внесении маленьких кристалликов гидрата или других зародышей кристаллизации и т.д. Существенное влияние на кривую фазового равновесия газового гидрата оказывает наличие постоянного электрического поля [2].

В данной работе более глубоко исследовалось влияние материала ячейки на процесс образования гидрата углекислого газа. В ходе выполнения экспериментальных работ изучался рост гидрата на внутренней поверхности реакторной камеры, выполненной из одного вида следующих материалов: стали марки 45, нержавеющей стали, меди, бронзы и фторопласта. В результате было отмечено, что кристаллы гидраты пространственно растут совершенно по-разному в зависимости от материала, отличается и количество образовавшегося гидрата. В некоторых случаях рост гидратов происходил предпочтительнее в водной фазе, в других – в газовой фазе.

Литература

1. Якуцени В.П., Петрова Ю.Э., Суханов А.А. Нетрадиционные ресурсы углеводородов – резерв для восполнения сырьевой базы нефти и газа в России. Нефтегазовая геология. Теория и Практика. 2009 (4). 20 с.
2. Irina Nizaeva. Experimental investigation of the impact of electric field on gas hydrate formation. Proceedings of the 7th International Conference on Gas Hydrates (ICGH 2011), Edinburgh, Scotland, United Kingdom, July 17-21, 2011.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
СВОЙСТВ НЕФТЕНАСЫЩЕННОЙ МОДЕЛИ ПОРИСТОЙ СРЕДЫ
ОТ КОЭФФИЦИЕНТА ПОРИСТОСТИ**

Альмухаметов Ф.Ф, Гайнанов И.М.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Для разработки месторождений тяжелой и высоковязкой нефти и битумов могут оказаться перспективными технологии, основанные на явлениях, возникающих при взаимодействии электромагнитных полей с продуктивными породами. Для расчета технологических параметров необходимо знание диэлектрических свойств нефтенасыщенной среды, так как они определяют эффективность силового и теплового взаимодействия диэлектрических веществ с полем.

К основным диэлектрическим характеристикам относятся диэлектрическая проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь. Большинство сред нефтяной технологии характеризуются комплексной диэлектрической проницаемостью и, следовательно, имеют область дисперсии, то есть область частот, в которой тангенс угла диэлектрических потерь имеет максимальное значение, при этом наибольшая часть энергии электромагнитного излучения преобразуется в тепло, что приводит к нагреву флюида и снижению его вязкости. Согласно [1], для нефти область дисперсии лежит в мегагерцевом диапазоне частот. Анализ научных работ по данной тематике показал, что мало работ, посвященных экспериментальному исследованию диэлектрических свойств нефтенасыщенных пористых сред в указанном диапазоне частот.

В ходе выполнения данной работы была изготовлена ячейка для проведения измерений на приборе Е4-11, работающем в диапазоне частот 30МГц-300МГц. Ячейка представляла собой цилиндрический конденсатор межэлектродное пространство которого заполнялось различными фракциями кварцевого песка для моделирования пористой среды с различными коэффициентами пористости. После насыщения ячейки нефтью проводились измерения тангенса угла диэлектрических потерь. Отмечено возрастание данной величины с увеличением коэффициента пористости, который для насыпной модели изменялся в пределах 0,43-0,47.

Литература

1.Ф.Л.Саяхов, Н.Я.Багаутдинов. Электротепловые методы воздействия на гидратопарафиновые отложения. – М.: ООО «Недра-Бизнес-центр», 2003, -119с.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
СВОЙСТВ НЕФТЕНАСЫЩЕННОГО КЕРНА**

Алачев А.Р., Ишемгулов А.А.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Изучение диэлектрических свойств сред нефтяной технологии имеет весьма важное научное и практическое значение. Результаты таких исследований могут применяться для решения многих конкретных технологических задач при добыче и промышленной подготовки нефти. В частности, особенности частотной зависимости диэлектрической проницаемости продуктивных пород в ВЧ и СВЧ области частот, связанные с полярными высокомолекулярными компонентами нефти, могут быть использованы для оценки асфальто-смоло-парафиновых отложений в призабойной зоне скважины и для контроля за состоянием разработки месторождения. Знание диэлектрических свойств продуктивных пород в зависимости от насыщенности на высокочастотном диапазоне позволит развить такой метод, как определение физических свойств продуктивной породы по нагреву, осуществляемый высокочастотным электромагнитным излучением.

Целью работы являлось экспериментальное определение тангенса угла диэлектрических потерь образцов керна продуктивной породы. Для проведения измерений была изготовлена ячейка, представляющая собой плоский конденсатор, в межэлектродное пространство которого помещались образцы керна. Измерения проводились на приборе ВМ-560 в диапазоне частот 50кГц-30МГц. Получены результаты для экстрагированных образцов кернов и для образцов максимально насыщенных нефтью. Отмечено, что влияние насыщения нефтью, имеющей в своем составе полярные компоненты, которые должны вносить существенный вклад в значение тангенса угла диэлектрических потерь, оказывается заметным, если значение тангенса угла диэлектрических потерь сухого керна ощутимо меньше этой же величины для нефти. Следует отметить, что несмотря на то, что образцы породы изготавливались из одного и того же керна, они имели значительный разброс как по пористости, так и по диэлектрическим свойствам после экстрагирования. Это приводило к существенному различию в диэлектрических свойствах этих образцов при насыщении нефтью. Причем изменение пористости оказало меньшее влияние на результаты измерений по сравнению с собственными диэлектрическими свойствами сухих образцов керна.

УДК 532.529.5

**СНИЖЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ ПАРОГАЗОВОЙ СМЕСИ ВСЛЕДСТВИЕ
КОНДЕНСАЦИИ ПРИ КОНТАКТЕ С ЖИДКОСТЬЮ**

Юмагулова Ю.А., Рафикова Г.Р.

Бирский филиал Башкирского государственного университета
г. Бирск, Россия

Повышение давления пара в замкнутых объемах может привести к нежелательным последствиям, таким как аварийная разгерметизация конструкции и выброс пара, содержащего опасные составляющие, в окружающую среду. Эффективным и наиболее простым способом снижения давления пара в замкнутом объеме является введение холодной жидкости. Некоторые аспекты этой проблемы рассмотрены в работе [1]. В действительности в паре содержится некоторое количество газа (например, воздух). Наличие в паре примеси газа приводит к заметному снижению скорости конденсации по сравнению с интенсивностью конденсации в паре. Газ постепенно накапливается около поверхности и это затрудняет доступ новых порций пара к поверхности жидкости. В этом случае совместно рассматриваются процессы диффузионного перемешивания парогазовой смеси и притока тепла пара.

В задаче рассмотрен процесс диффузионного перемешивания парогазовой смеси и снижения ее давления вследствие конденсации при контакте с жидкостью на горизонтальной поверхности, в плоскооднородном приближении. При описании задачи, математическая модель которой описана системой уравнений теплопроводности, неразрывности, диффузии, Менделеева-Клапейрона, Клапейрона-Клаузиуса и закона Дальтона [2], принято, что температура на границе раздела парогазовой смеси и жидкости равна равновесной температуре фазовых переходов для парциального давления пара. Кроме того, на границе раздела жидкой и газообразной фазы выполняются условия теплового баланса и баланса массы.

Полученная система уравнений позволяет оценить характерное время снижения давления парогазовой смеси в замкнутом объеме при заданных граничных и начальных условиях.

Литература

1. Хабеев Н.С., Шагапов В.Ш., Юмагулова Ю.А. Снижение давления пара в замкнутом объеме вследствие конденсации на границе контакта с холодной жидкостью // Прикладная математика и механика. 2013. Т.77. Вып.1. С. 49–56.
2. Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред. М.: Наука, 1987. Ч. 1. 464 с. Ч. 2. 360 с.

УДК 532.58

**ДИНАМИКА ДАВЛЕНИЯ ЖИДКОСТИ В ЗАМКНУТОМ ОБЪЕМЕ
ПРИ ЕЕ ЗАМЕРЗАНИИ**

Юмагулова Ю.А., Калимуллин И.Р.

Бирский филиал Башкирского государственного университета
г. Бирск, Россия

В условиях холодного климата замерзание водосодержащих сред часто приводит к негативным последствиям, таким как закупорка, деформация и разрывы труб скважин или систем водоснабжения. Причиной является интенсивный рост давления в замерзающем объеме из-за разности плотностей воды и льда [1].

Рассмотрен процесс повышения давления замерзающей воды в замкнутом объеме. Для случаев плоской, радиально-симметричной и сферически-симметричной постановок задачи получены решения для изменения давления воды вследствие образования льда [2]. Проанализировано влияние геометрической формы замкнутого объема на темп изменения давления.

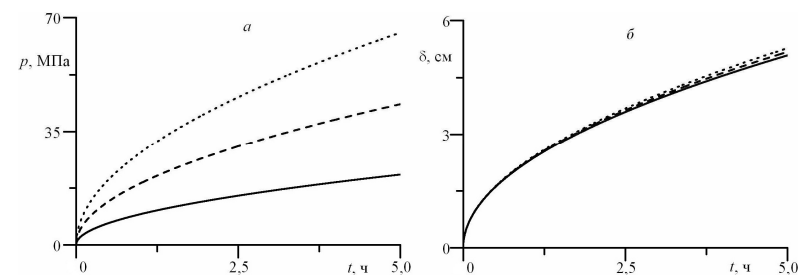


Рис. 1. Динамика роста давления воды p (а) и толщины слоя льда δ (б).

На рис. 1 представлена динамика роста давления воды (а) и толщины слоя льда (б) при начальном значении давления $p_0 = 0.1$ МПа, температуре границы $T_e = -10^\circ\text{C}$, полуширине или радиусе емкости $b = 0.5$ м. Сплошная, пунктирная и точечная линии соответствуют случаям плоской, радиальной и сферической геометрии задачи.

Литература

1. Паундер Э. Физика льда. М.: Мир, 1967. 190 с.
2. Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред. М.: Наука, 1987. Ч. 1. 464 с. Ч. 2. 360 с.

© Юмагулова Ю.А., Калимуллин И.Р., 2013г.

К ПРОБЛЕМЕ РАЗРАБОТКИ ГАЗОГИДРАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Чиглинцева А.С., Русинов А.А., Шепелькевич О.А.

Бирский филиал Башкирского государственного университета

г.Бирск, Россия

В последние годы возник интерес к проблеме изучения газовых гидратов и добычи из них газа. Как известно во всем мире насчитывается большое количество гидратных месторождений, которые хранят порядка $2 \cdot 10^{16}$ кубометров газа, например, в России одним из таких является Мессояхское месторождение [1, 2]. Поэтому гидраты в скором будущем станут одним из основных источников углеводородного сырья.

В данной работе построена математическая модель и разработаны теоретические основы процесса эксплуатации газогидратных месторождений.

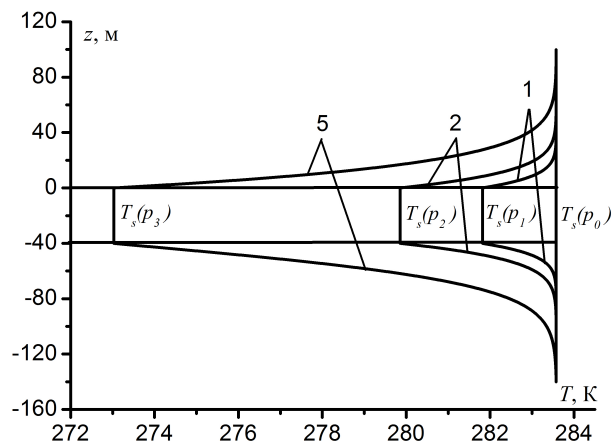


Рис.1. Распределение температуры в газогидратном пласте и окружающем грунте в различные моменты времени

Согласно геологическим данным [2] в работе принимается, что радиус газогидратного пласта составляет порядка нескольких километров, при этом глубина залежи не превосходит сотни метров. Полагается, что газ находится как в поровом пространстве в свободном состоянии, так и в составе гидрата. В работе при моделировании разработки газогидратного месторождения рассматривается следующий режим его эксплуатации: постоянный отбор

газа из пласта, способствующий уменьшению давления, приводит к снижению температуры залежи, которая равна равновесной температуре разложения газогидратов $T_s(p)$, зависящая от текущего давления. В результате этого происходит разложение гидрата, которое сопровождается затратами тепла, и как следствие приводит к снижению температуры окружающего грунта.

Распределение температуры в пласте и окружающем грунте в различные моменты времени представлено на рис.1 (числа на кривых соответствуют времени в годах). Видно, что падение температуры газогидратной залежи до 0°C , при установленном отборе газа в 10% за год от первоначальных запасов газа в залежи, происходит примерно за 5 лет.

Согласно построенной математической модели также были получены распределения гидратонасыщенности и давления в пласте с течением времени.

С учетом полученных результатов в работе была построена модель процесса эксплуатации газогидратного месторождения в режиме консервации. Были установлены распределения температурных полей в залежи и окружающем грунте с течением времени, а также динамика восстановления давления в пласте.

Таким образом, данная математическая модель позволяет разработать теоретические основы эксплуатации и прогнозирования возможных режимов функционирования газогидратных месторождений.

Литература

1. Макогон Ю.Ф. Гидраты природных газов. – М.: Недра, 1974. – 208 с.
2. Сухоносенко А.Л. Термогидродинамическое моделирование процессов разработки газогидратных месторождений: Диссертация канд. техн. наук. – М., 2013. – 145 с.

© Чиглинцева А.С., Русинов А.А., Шепелькевич О.А., 2013г.

КОНТРОЛЬ КОНУСО- И ГРЕБНЕОБРАЗОВАНИЯ МЕТОДОМ ЗАКАЧКИ ОТОРОЧКИ ПРЕСНОЙ ВОДЫ НИЖЕ ВОДОНЕФТЯНОГО КОНТАКТА

Хузин М.А.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Разработка месторождений с подстилающей водой осложняется быстрым подтягиванием конуса воды к вертикальным скважинам за счёт

депрессии. В терригенных коллекторах введение пресной воды снижает Ван-дер-Ваальсовские силы, удерживающие мелкодисперсные частицы на стенках пор [1]. Мигрирующие частицы забивают узкие горла пор и резко снижают проницаемость от 10 до 1000 раз [1,2].

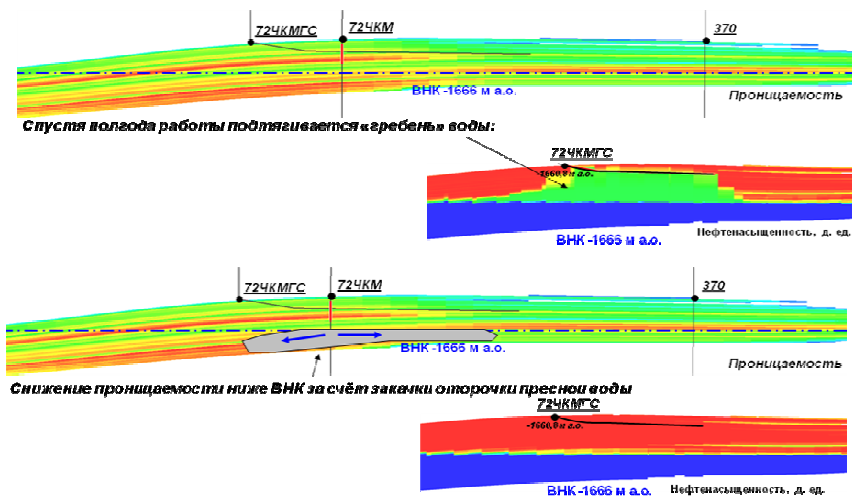


Рис. 1. Схема формирования оторочки пресной воды ниже ВНК в зоне ГС с использованием пилотного ствола

Коэффициент снижения проницаемости R_k в зависимости от концентрации адсорбированных частиц σ_a и коэффициента повреждения пласта β описывается уравнением [2]:

$$R_k = 1 - \beta(\sigma_{a0} - \sigma_a(\gamma)) \quad (1)$$

Предложен метод ограничения водопритока. Выполнено численное моделирование для вертикальных и горизонтальных скважин (Рисунок 1).

Литература

- [1] Amit K. Sarkar, Mukul M. Sarma: Fines migration in two-phase flow., SPE may 1990.
 [2] Bedrikovetsky P.G., Monteiro R.P: Mathematical and laboratory modeling of reservoir sulfate scaling.

УДК 532.5 621.365

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЧ ПОЛЯ НА ЭМУЛЬСИОННУЮ КАПЛЮ В ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КООРДИНАТАХ

Фатхуллина Ю.И., Мусин А.А.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Решается задача об СВЧ ЭМ воздействии на одиночную каплю. Рассматривается капля водонефтяной эмульсии радиуса r_0 в поле сил тяжести (g) и электромагнитном поле (E). Считается, что диссипация всей энергии СВЧ поля происходит только в капле воды. Задача решалась в цилиндрических координатах. Ось Oz направлена вдоль вектора ускорения свободного падения и вектора напряженности электрического поля так, что ось Oz проходит через центр сферической капли. Тогда наблюдается симметрия относительно этой оси. С учетом принятой геометрии рассматриваемая задача описывается следующей системой уравнений:

$$\frac{\partial \rho u}{\partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r \rho u u) + \frac{\partial}{\partial z} (\rho v u) = -\frac{\partial p}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \eta \frac{\partial u}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\eta \frac{\partial u}{\partial z} \right) - \eta \frac{u}{r^2} + f_r,$$

$$\frac{\partial \rho v}{\partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r \rho v v) + \frac{\partial}{\partial z} (\rho v v) = -\frac{\partial p}{\partial z} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \eta \frac{\partial v}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\eta \frac{\partial v}{\partial z} \right) + f_z,$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r \rho u) + \frac{\partial \rho v}{\partial z} = 0,$$

$$\frac{\partial \rho c T}{\partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r \rho c u T) + \frac{\partial}{\partial z} (\rho c v T) = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r k \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k \frac{\partial T}{\partial z} \right) + q$$

где ρ , c , k – плотность, удельная теплоемкость и коэффициент теплопроводности среды, соответственно; η – коэффициент динамической вязкости жидкости; u , v – компоненты скорости теплового движения жидкости вдоль координат r и z , соответственно; p – давление; f_r , f_z – проекция объемных сил на оси координат; T – температура; q – плотность распределенных источников тепла в среде.

Работа выполнена при поддержке грантов Министерства образования и науки Российской Федерации (11.G34.31.0040) и Республики Башкортостан (210-13/3).

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛЕЙ ДАВЛЕНИЯ В ЭЛЕМЕНТАХ РАЗРАБОТКИ В НИЗКОПРОНИЦАЕМЫХ КОЛЛЕКТОРАХ

Асалхузина Г.Ф.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Разработка низкопроницаемых коллекторов, как правило, сопровождается интенсивным заводнением и проведением гидравлического разрыва пласта (ГРП) во всех пробуренных скважинах. Давление закачки в нагнетательных скважинах обычно превышает давление разрушения породы, имеет место самопроизвольное развитие (автоГРП) техногенных трещины, длина которых может достигать 1000-1600 м. После ГРП в добывающих скважинах полудлина трещин достигает 150 м и более. Лабораторные фильтрационные эксперименты последних лет свидетельствуют о том, что эффективная проницаемость коллектора при низких градиентах давления (на расстояниях до 30 м) может снижаться на несколько порядков. Кроме того, высокая неоднородность пласта, наличие глиняных пропластков может значительно влиять на общую сжимаемость системы продуктивного пласта и помимо низкой проницаемости, геометрии техногенных трещин могут оказать существенное влияние на эффективность системы поддержания пластового давления.

В данной работе представлены результаты математического моделирования линейной системы разработки с техногенными трещинами в добывающей скважине и трещиной автоГРП в нагнетательной скважине, выполнен анализ полей давления на изменение полудлины добывающих скважин, изменение общей сжимаемости системы через коэффициент расчлененности и содержания глин в породе и проницаемость коллектора.

Результаты моделирования свидетельствуют о том, что при проницаемости коллектора $k=0.001$ мД и расчлененности 0.16 поле повышенного давления от нагнетательной скважины распространяется на радиус всего лишь ~ 10 м вглубь пласта, а при проницаемости коллектора $k=0.01$ мД и расчлененности NTG=0.16 на радиус ~ 30 м. Таким образом, в определенных условиях работа нагнетательной скважины практически не влияет на работу добывающих скважин окружения. При этом динамика работы добывающих скважин будет показывать постоянное падение дебитов из-за работы в режиме истощения.

В работе выполнен анализ реальных промысловых данных участка месторождения Западной Сибири, выполнено качественное совмещение измеренных данных по изменению давления в добывающих и соседней нагнетательной скважине, наилучшее совмещение промысловых данных с теоретической кривой при проницаемости $k=0.2$ мД, расчленности NTG=0.16 и полудлине трещины в добывающих скважинах ~ 10 м.

К ТЕОРИИ НЕЛИНЕЙНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ С ПРЕДЕЛЬНЫМ ГРАДИЕНТОМ ДАВЛЕНИЯ

Белова О.В.

Бирский филиал Башкирского государственного университета
г. Бирск, Россия

В настоящее время, одной из главных проблем технологии добычи углеводородного сырья, является разработка пластов со сверхнизкой проницаемостью $k = 10^{-14} \div 10^{-16}$ м². Опытные данные из источников [1–2], для натуральных образцов низкопроницаемых пород показывают, что при фильтрации нефти через такие образцы законы фильтрации при низких градиентах давления становятся сильно нелинейными. Согласно графикам, представленным в работе [1], наблюдалось снижение проницаемости в десятки раз при градиентах давления не превышающих $5 \cdot 10^5$ Па/м. Подобное отклонение отмечено также в [2] при фильтрации воды при градиентах давления порядка 10^5 Па/м. Величина этого характерного градиента давления зависит от свойств пласта и насыщающей пласт жидкости.

Наиболее простая теоретическая модель, которая описывает наблюдаемые в опытах зависимости скорости фильтрации от градиента давления для низкопроницаемых коллекторов, может быть записана в виде следующего обобщения закона Дарси:

$$u = -\frac{k}{\mu} \frac{\partial p}{\partial r} \left[1 - q^2 / \left(\frac{\partial p}{\partial r} \right)^2 \right] \text{ при } \left(\frac{\partial p}{\partial r} \right)^2 > q^2$$

$$u = 0 \text{ при } \left(\frac{\partial p}{\partial r} \right)^2 \leq q^2$$
(1)

В работе рассмотрены простейшие модельные задачи с использованием закона фильтрации вида (1).

Отметим, что данная нелинейная аппроксимация оказалась очень эффективной для приближенного решения ряда задач по определению притока жидкости к добывающим скважинам.

Литература

1. Q. Lei, W. Xiong, J. Yuan, S. Gao, Y. Wu. Behavior of Flow through Low-Permeability Reservoirs // SPE 113144. 2008.
2. Байков В.А., Макатров А.К., Политов М.Е., Телин А.Г. Отклонения от закона Дарси при фильтрации в низкопроницаемых пористых средах // Материалы VI Всероссийской научно-практической конф. "Нефтепромысловая химия", 2011. С. 37-40.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ГАЗОГИДРАТА В ФИЛЬТРАЦИОННОМ РЕЖИМЕ

Газетдинов Б.И.

Бирский филиал Башкирского государственного университета

г. Бирск, Россия

Газогидратные системы часто являются основными виновниками аварийных ситуаций и экологических катастроф при добыче углеводородного сырья на шельфе и его транспортировке по трубопроводам [1]. Появление газа метана на дне океана также может быть обусловлено органическим разложением или выходом газа с поверхности подводных грязевых вулканов в виде факелов, представляющих собой скопления пузырьков, простирающихся от дна до приповерхностных слоев. Одной из причин достаточно длительного существования газовых пузырьков в области высокого гидростатического давления является образование на их поверхности газогидратной корки.

В задаче рассмотрен процесс всплытия газового пузырька, сопровождаемый образованием на поверхности гидратной корки, где перенос газа к поверхности определяется фильтрационными эффектами, а образование гидрата из условия стехиометрии. При решении задачи, состоящей из уравнения пьезопроводности, импульсов, закона изменения массы газа и газогидратной частицы [2], приняты следующие допущения: газ калорический совершенный, вода и гидрат несжимаемы, температура газа равна равновесной температуре гидрата при текущем давлении жидкости, определяемой из уравнения Клапейрона–Клаузиса. Кроме того, на внешней границе гидрат-вода выполняется условие баланса тепла, в котором основной вклад на охлаждение гидрата оказывает интенсивность теплообмена с окружающей жидкостью.

Предложена расчетная модель процесса всплытия газогидратной частицы, сопровождаемого образованием гидрата. Расчеты проводились при различных граничных и начальных условиях, результаты которых анализировались и сопоставлялись применительно к имеющимся экспериментальным данным.

Литература

1. Sauter E.J., Muyakshinb S.I. et al. Methane discharge from a deep-sea submarine mud volcano into the upper water column by gas hydrate-coated methane bubbles // 2006. № 243. P. 1–36.
2. Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред. М.: Наука, 1987. Ч. 1. 464 с. Ч. 2. 360 с.

ЗАДАЧА О ПРИТОКЕ К СКВАЖИНЕ С ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫМИ ТРЕЩИНАМИ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА

Нуриев Р.И.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Разработка низкопроницаемых нефтегазовых месторождений осуществляется посредством гидравлических разрывов пласта. В процессе эксплуатации скважины вместе добываемой жидкостью из трещины выносятся пропант, загрязняется граница контакта трещины с пластом, уменьшается эффективная длина и проводимость трещины. В ряде случаев, для повышения производительности скважин выполняются повторные гидравлические разрывы пластов. При этом в процессе добычи из скважины с трещиной (до инициации новой трещины) меняется начальное распределение давления в пласте и в случае слабовыраженной анизотропии напряжений (или при отсутствии региональных стрессов) локальное распределение давления вокруг скважины может повлиять на направление развития трещины при повторном гидравлическом разрыве пласта. Так при повторной операции гидравлического разрыва пласта может образоваться новая техногенная трещина с направлением развития перпендикулярной первоначальной. Для решения производственных задач по проектированию разработки месторождений и планирования гидродинамических исследований скважин возникает необходимость исследования полей давления в скважине с двумя перпендикулярными техногенными трещинами гидроразрыва пласта.

В данной работе поставлена и численно решена задача о притоке с постоянным дебитом к скважине с двумя перпендикулярными трещинами. Предполагается, что фильтрация жидкости в пласте и в трещинах подчиняются закону Дарси, а распределения давления в них описывается уравнением пьезопроводности. Трещины полагаются прямоугольными, раскрытие и высота одинаковы по всей длине, высота трещин совпадает с высотой продуктивного пласта. В виду малости раскрытия трещины по сравнению с расстоянием до границ пласта и длиной трещин течение в трещинах полагается одномерным. Выполнены анализ чувствительности изменения давления в скважине на параметры трещин (их проводимости и размеры), расчеты нестационарных полей давления в системе «скважина-трещины-пласт». Результаты численного моделирования показали, что для всех рассмотренных значений проводимости трещин проявляются билинейный, линейный, псевдорadiaльный режимы течения; параметры обоих трещин влияют на длительности этих режимов на логарифмических производных изменения давления во времени и на их абсолютные значения.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ
ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ АДСОРБЦИИ В ПОРИСТОЙ СРЕДЕ С УЧЕТОМ
ИЗМЕНЕНИЯ ПРОНИЦАЕМОСТИ**

Каримова И.М.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Адсорбция на разделе твердое тело - раствор играет большую роль в процессе миграции нефти и воды, разработки нефтяных месторождений, интенсификации добычи нефти и т.д.

Данная работа посвящена исследованию процесса адсорбции при фильтрации флюида с содержанием ПАВ в пористой среде с учетом изменения проницаемости. Математическая модель процесса сводится к решению уравнения конвективной диффузии совместно с выражением для кинетики сорбции, уравнением Дарси, выражением для изменения объема порового пространства и зависимостью проницаемости от пористости:

$$\frac{\partial a}{\partial t} + \frac{\partial(mC)}{\partial t} + \frac{\partial(VC)}{\partial x} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \quad (1) \quad \frac{\partial a}{\partial t} = \beta(C - C^*), \quad a = a_m \frac{bC^*}{1 + bC^*} \quad (2)$$

$$V = -\frac{k}{\mu} \frac{\Delta P}{L} \quad (3) \quad \frac{k}{k_0} = \left(\frac{m}{m_0}\right)^{10} = (1-a)^{10} \quad (4)$$

где a – концентрация сорбирующегося вещества в пористой среде; m – текущая пористость; m_0 – начальная пористость D – коэффициент конвективной диффузии; β – константа скорости адсорбции; C – концентрация ПАВ; C^* – равновесная молярная концентрация; V – скорость фильтрации флюида; ΔP – перепад давления; L – линейный размер пористой среды; μ – динамическая вязкость; k – проницаемость горной породы, k_0 – начальная проницаемость горной породы.

Задача решается численно, методом конечных разностей по неявной схеме.

Полученные результаты позволяют оценить потери нефти при ее фильтрации, а также снижение пористости и проницаемости пористой среды.

Литература

1. Николаевский В. Н. Геомеханика и флюидодинамика. – М.: Недра, 1996.
2. Лопаткин А.А. Теоретические основы физической адсорбции. Издат-во Московского университета, 1983.
3. Ковалева Л.А., Саяхов Ф.Л. Неравновесная термодинамика дисперсных систем в электромагнитном поле.- Уфа: Изд-во БашГУ, 2000.-160 с.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА
НАПОЛНЕНИЯ КУПОЛА–ЛОВУШКИ УГЛЕВОДОРОДНЫМИ
СОЕДИНЕНИЯМИ**

Насыров А. А., Чиглинцева А.С.

Бирский филиал Башкирского государственного университета
г. Бирск, Россия

На сегодняшний день возникла новая проблема, связанная с техногенными авариями – утечка нефтепродуктов из скважин в морских глубинах. Большинство таких аварий происходит в водах Мирового океана, например: 2010 год – утечка нефти в Мексиканском заливе, 2012 – утечка газа в Северном море [1].

Специалистами всего мира предлагаются различные методы для устранения аварий подобного рода. Одним из таких возможных методов является установление купола-ловушки над местом прорыва скважины [2]. Физико-химические процессы, которые происходят при заполнении купола углеводородными соединениями, недостаточно изучены и требуют детального рассмотрения.

В данной работе построена математическая модель процесса наполнения купола-ловушки газом и нефтью. Установлены различные режимы его работы. Также выявлена динамика движения границ раздела фаз. Исследовано влияние геометрических размеров купола и начальных параметров углеводородной смеси на процесс его заполнения.

Полученные в работе результаты могут быть использованы при прогнозировании и реализации инженерных мероприятий по ликвидации аварий на нефте-и газопроводах в условиях Мирового Океана.

Литература

1. Электронный ресурс: http://www.ng.ru/world/2012-03-29/7_elign.html; дата обращения: 27.09.2013 г.
2. Кильдибаева С.Р., Гималтдинов И. К. Математическая модель наполнения нефтью купола-сепаратора // Дифференциальные уравнения и смежные проблемы: Труды Международной научной конференции. Стерлитамак, 2013. Т.2. С. 103–107.

© Насыров А. А., Чиглинцева А.С., 2013г.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОФАЗНЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА VOF

Фазлытдинов Р.Ф.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Данная работа посвящена теме моделирования многофазных систем, которые имеют широкое распространение в окружающем нас мире. В частности, нефтегазовые запасы России и сырье, получаемое из них, являющиеся одними из важнейших применяемых и экспортируемых продуктов, представляют собой многофазные системы. А также кровь, которая является одним из объектов исследования развивающейся области науки как биофизика, есть многофазная система. Следовательно, моделирование многофазных систем даст большее понимание о природе явлений происходящих в них. Проверенным и качественным методом исследования является метод VOF (Volume Of Fluid).

VOF (Volume Of Fluid) – численный метод для аппроксимации свободной поверхности. Он относится к классу Эйлеровых методов, которые характеризуются сеткой, которая является стационарной или движется согласно изменяющейся форме поверхности по определенному заданному закону. Используется, в частности, в OpenFoam для моделирования задач со свободной поверхностью.

В результате данной работы была написана программа в среде MATLAB, которая позволяет рассчитывать движение двухфазной системы в заданном поле скоростей и следить за изменением границ. Результаты показали, что метод VOF максимально точно позволяет соблюдать закон сохранения масс, что является важным условием при решении прикладных задач.

Литература

1. Ferziger, J. H. and Peric, M., Computational Methods for Fluid Dynamics, 2nd ed., Springer-Verlag (2001).
2. Jaan Kiusalaas - Numerical Methods in Engineering with MATLAB (2005).

© Фазлытдинов Р.Ф., 2013 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПЛОСКУЮ МЕЖФАЗНУЮ ГРАНИЦУ РАЗДЕЛА ЖИДКОСТЬ-ПАР ДВУХФАЗНОЙ ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ СИСТЕМЫ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ

Шарифуллина А.Ш.

БГПУ им. М.Акмиллы, г. Уфа, Россия

С целью исследования влияния электромагнитного поля на параметры фазового равновесия на плоской границе жидкость-пар двухкомпонентной смеси, методом молекулярной динамики исследована двухкомпонентная система аргон-криптон.

Двухфазная двухкомпонентная система с плоской границей раздела жидкость-пар содержала 4096 моделируемых частиц аргона и криптона, взаимодействующих посредством усеченного парноаддитивного потенциала Леннард-Джонса.

Базовая ячейка представляла собой прямоугольный параллелепипед с периодическими граничными условиями объемом $L_x \times L_y \times L_z = 13,56 \times 13,56 \times 58$. Двухфазная система в базовой ячейке представляла собой жидкую пленку с двумя плоскими границами жидкость-пар, параллельными плоскости xOy .

Мощность действующего электромагнитного поля варьировалась от 200 до 2800 Вт.

Расчеты проводились методом молекулярной динамики в NVE ансамбле. Были получены парциальные профили плотности для бинарной смеси аргон-криптон при различных значениях мощности действующего электромагнитного поля.

На основании расчетов были получены зависимости эффективной толщины переходного слоя и поверхностного натяжения от мощности возмущаемого электромагнитного поля.

Литература

- [1] Гривцов и.др., Метод молекулярной динамики в физической химии, М.: Наука, 1996.
- [2] Жданов Э.Р. Исследование уравнения состояния и теплофизических свойств жидких бинарных смесей: Диссертация канд. физ.-мат. наук: 01.04.14. – Уфа, 2004, - 169 с.
- [3] Проценко С.П. Компьютерное моделирование молекулярных систем. Екатеринбург: УрГУ, 1995, 92 с.
- [4] Черных Г.Г., Проценко С.П., Байдаков В.Г. Свойства плоской межфазной границы жидкость-пар в системе леннард-джонсовских частиц // Метастабильные состояния и фазовые переходы: [Сб. науч. трудов]. Вып.2. Екатеринбург: УрО РАН. - 1998. - 123 с.

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА МЕЖФАЗНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ

Кашапова Л.В.

БГПУ им. М.Акмиллы, г. Уфа, Россия

Во влажной окружающей среде под влиянием сил межмолекулярного притяжения на поверхности твёрдого тела происходит адсорбция, в результате которой образуется тонкий граничный слой жидкости с изменённой структурой.

Известно, что диэлектрические свойства жидкости в граничных слоях отличаются от диэлектрических свойств объёмной жидкости.

Наиболее чувствительными к изменению структуры свойствами полярной жидкости являются её вязкость и диэлектрическая проницаемость.

Процедура определения диэлектрической проницаемости и тангенса угла потерь заключается в измерении величин ёмкостей и добротностей конденсаторов, которые подключаются в измерительный контур прибора, представляющего последовательный колебательный контур с измерительным конденсатором. Между обкладками измерительного конденсатора помещается исследуемая среда. Измерения проводятся резонансным методом (методом куметра) на фиксированных частотах.

Анализ результатов экспериментальных исследований позволяет сделать вывод об изменении диэлектрических параметров в водных растворах соляной кислоты при наличии межфазных границ.

Литература

[1] Симаков И.Г., Гомбоев Р.И. Влияние межфазных границ на параметры диэлектрической релаксации в адсорбированной воде. // Труды БШФФ / Иркутск.-2003. – С. 191-193.

[2] Фатыхов М.А. Высокочастотная спектроскопия полярных диэлектриков. Методические указания к комплексной лабораторной работе. - Уфа: РИЦ Башгос университета, 1988. – 39с.

[3] Симаков И.Г., Доржин Г.Б. Поверхностные акустические волны в многофазной системе // Акустика неоднородных сред / Новосибирск: Институт гидродинамики СО РАН.-1999. - Вып. 115.- С. 132–135.

[4] Гомбоев Р.И., Симаков И.Г. // Низкочастотная диэлектрическая проницаемость воды в адсорбционном слое // Труды БШФФ / Иркутск: Институт солнечно-земной физики СО РАН. -1999. -Т.2. - С.361-365.

МОДЕЛЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН В ПОРИСТЫХ СРЕДАХ, НАСЫЩЕННЫХ ГАЗОМ

Каракинова А.И.

Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета

г. Стерлитамак, Россия

В работе предложена математическая модель распространения одномерных линейных волн в насыщенных газом пористых средах, учитывающая нестационарные силы межфазного взаимодействия и теплообмен между твердой (скелетом) и газовой фазами. В подобных средах возникают два типа продольных волн – "быстрая" (в скелете) и "медленная" (в газе), что, в свою очередь, обусловлено двумя различными механизмами передачи импульса в пористой среде – по газу и твердой фазе.

Процессы переноса в двухфазной среде определяются распределением микропараметров вокруг неоднородностей. В этих случаях часто прибегают к схематизации структуры среды. В нашей модели будем использовать ячеистую схему [1]. При этом пористую среду, насыщенную газом, примем как систему сферических газовых пузырьков, окруженных слоем материала скелета и соединенных между собой с помощью тонких каналов. Характерные размеры среды: средний радиус пор – a_0 и средняя полутолщина стенок пор – b_0 .

Для описания процессов, происходящих в пористой среде при распространении акустических волн, записана соответствующая система уравнений, учитывающая распределения температур в пористой среде. Результатом ее решения является дисперсионное соотношение, на основе которого были рассчитаны средняя фазовая скорость и коэффициент затухания для обоих типов волн.

При проведении расчетов контролировалось выполнение условия сплошности, т.е. длина волны должна быть больше характерного размера неоднородности среды.

В результате проведенных исследований установлена величина влияния теплообменных процессов между газом и скелетом на динамику "медленной" и "быстрой" волн. Указаны области частот, когда затухание волн в насыщенной газом пористой среде определяется в основном теплообменными процессами.

Литература

1. Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред. Ч.1. М.: Наука, 1987. С. 464.

АНАЛИЗ ДАННЫХ ПО ФИЛЬТРАЦИОННЫМ ЭКСПЕРИМЕНТАМ С НЕЛИНЕЙНОЙ ФИЛЬТРАЦИЕЙ ПРИ ЗАКАЧКЕ ВОДЫ В СВЕРХНИЗКОПРОНИЦАЕМЫЙ КОЛЛЕКТОР

Ишкин Д.З.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В настоящее время в разработку месторождений все чаще вовлекаются залежи со сверхнизкопроницаемыми коллекторами ($k < 1$ мД). Их освоение усложняется наличием эффектов, связанных с отклонением закона фильтрации жидкости от линейного закона Дарси. Для изучения этих эффектов были проведены фильтрационные эксперименты по закачке жидкости в образец керна при разных расходах и нестационарные эксперименты с длительным периодом закачки, постоянным расходом и остановкой для регистрации кривой изменения давления [1]. В ходе этих экспериментов установлено наличие нелинейной фильтрации в области низких градиентов давления. Стоит отметить, что это явление наблюдается при фильтрации воды через водонасыщенный керн с остаточной нефтью.

В данной работе анализируются экспериментальные данные. В частности, по стационарным экспериментам выполнена оценка проницаемости, по линейной части графика зависимости скорости фильтрации от градиента давления. При этом согласно измеренным данным при низких градиентах отмечается снижение эффективной проницаемости. Из-за ограничений по минимальному расходу в лабораторной установке измерения не могут быть выполнены во всем диапазоне градиентов давлений. Попытка оценить эффективную проницаемость при низких градиентах давления была выполнена по данным нестационарных экспериментов, в ходе которых выполняется закачка с постоянным расходом, а затем прослеживание кривой изменения давления после прекращения закачки жидкости в образец керна. При интерпретации данных применялись подходы, которые широко применяются в теории анализа гидродинамических исследований скважин, т.е. построение производных давления, выделение наклонов на производной и диагностирование режимов течения. Так, по диагностическим графикам установлено наличие влияния «паразитного» объема, которое обусловлено сжимаемостью жидкости в трубках перед входом в образец и наличие «скин-эффекта» связанного с изменением фильтрационных характеристик на входе в керн. Кроме того, в ходе анализа экспериментальных данных выявлено наличие граничных эффектов связанных с короткой длиной образца (до 4 см). В связи с этим оценка проницаемости в области низких градиентов давления не представляется возможной.

В работе представлена математическая модель, при помощи которой можно описать нестационарные фильтрационные эксперименты. Модель позволяет качественно описать измеренные данные. Кроме того, были решены прямые задачи для проектирования новых измерений, выполнен анализ чувствительности на коэффициент «паразитного» объема, скин-фактор, проницаемость образца и размеры керна. На основе расчетов получены оценки длительностей циклов закачки и остановки, необходимая длина образца и т.п., подготовлен план работ для проведения новой серии нестационарных фильтрационных экспериментов.

Литература

1. Байков В. А., Колонских А. В., Макатров А. К., Политов М. Е., Телин А. Г. Нелинейная фильтрация в низкопроницаемых коллекторах. Лабораторные фильтрационные исследования керна Приобского месторождения//Научно-технический вестник «НК «Роснефть». - 2013. - № 2, вып. 31(апрель-июнь). - С. 4-7
2. Байков В.А., Давлетбаев А.Я., Сергейчев А.В., Якасов А.В., Макатров А.К., Политов М.Е., Ишкин Д.З. Интерпретация и анализ данных фильтрационных исследований коллекторов со сверхнизкой проницаемостью // Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции «Математическое моделирование и компьютерные технологии в процессах разработки месторождений». “Нефтяное хозяйство”, 23 апреля 2013 года, г. Уфа.

ТЕЧЕНИЕ ВОДОУГЛЕВОДОРОДНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ В МИКРОКАНАЛАХ ПЕРЕМЕННОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ

Альмухаметова А.Р., Мирошниченко В.Ю., Сельтикова Е.В.
Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Течение дисперсных систем имеет место во многих промышленных и природных процессах. При этом оно может сопровождаться различными физико-химическими эффектами. Одним из таких эффектов является эффект динамического запираания. Его суть состоит в том, что течение эмульсии через участок микроканала со временем прекращается, несмотря на постоянно действующий перепад давления [1]. Природа данного эффекта до сих пор не объяснена и поэтому требуются различные экспериментальные исследования, которые помогли бы пролить свет на это явление.

В данной работе использовалась эмульсия следующего состава: 22% декан, 4% - эмульгатор Span80, 74% дистиллированная вода. Декан с ПАВом перемешивали со скоростью 800 об/мин в течение 1 минуты, далее 2 минуты вливали воду, после перемешивали 25 минут при 3000 об/мин. Использовался канал переменного сечения длиной 4 см, шириной 2 см, высотой 20 мкм. В центральной части имеется сужение длиной 100 мкм и шириной 100 мкм. Эксперименты проводились при перепаде давления от 50 до 100 кПа.

При пропускании эмульсии через микроканал с постоянным перепадом давления при наблюдении в микроскоп можно было зафиксировать отдельные капли воды, что свидетельствует о частичной деструкции эмульсии. Во время работы течение эмульсии замедлялось, что регистрировалось весами, однако эффект запираания не наблюдался, что возможно связано с конфигурацией канала переменного сечения.

Литература

1. А.Т Ахметов, С.П. Саметов Особенности течения дисперсии из микрокапель воды в микроканалах, июнь, 2010 С. 21.

© Альмухаметова А.Р., Мирошниченко В.Ю.,
Сельтикова Е.В., 2013 г.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ НА ПРИМЕРЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО АДГЕЗИИ ТРОМБОЦИТОВ

Сельтикова Е.В. Мирошниченко В.Ю.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В медицине существует проблема тромбоза – формирования внутри кровеносных сосудов сгустков крови (тромба), препятствующих свободному току крови по кровеносной системе. Когда тромб перекрывает более 75% площади поперечного сечения просвета артерии, приток крови (и, соответственно, кислорода) к ткани снижается настолько, что проявляются симптомы гипоксии и накопления продуктов метаболизма.

Изучением этой проблемы, в частности, занимаются в университете Тулейн (США), которые проводят экспериментальные исследования адгезии тромбоцитов к эндотелию сосудов и последующего роста тромба (рис. 1). Для интерпретации результатов исследований необходимо обработать целый набор фото данных. Нашей целью была обработка фотографий, полученных в результате физического эксперимента, с использованием компьютерных технологий.

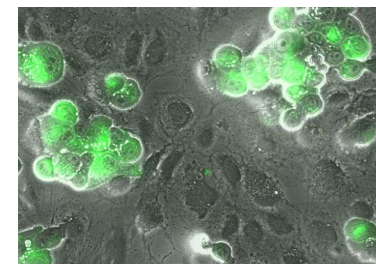


Рис. 1. Адгезия тромбоцитов к эндотелию сосудов

При работе с изображениями использовались различные программные методы, позволяющие увеличить контрастность и наиболее полно выделить интересующие нас проблемные зоны (рис. 1) и др. Одной из главных целей нашей работы было нахождение центроидов клеток и их размеров (площади), а также обозначение границ. Эти данные позволят в дальнейшем не только проследить эволюцию клеток, но и определить другие необходимые параметры.

Работа выполнена при поддержке гранта Министерства образования и науки Российской Федерации (11.G34.31.0040).

Литература

1. Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я. Медицинская и биологическая физика 2003.

На сегодняшний день глобальная сеть переполнена различными сайтами, которые отличаются не только дизайном и объемами предоставленной информации, но и причинами создания. Чтобы свой интернет сайт не потерялся в этом океане веб-ресурсов, следует осознать свои конечные цели в его разработке и только потом приступать к реализации планов. В наши дни большая часть людей использует интернет в целях получения различной информации. Сайт кафедры прикладной физики создан в качестве средства поддержки научно-образовательного процесса и отвечает основным требованиям, предъявляемым к сайтам. Информация, размещенная на сайте, будет полезна широкой аудитории пользователей. Во-первых, сайт поможет абитуриентам и их родителям подробнее ознакомиться, непосредственно, со структурой кафедры и направлением подготовки специалистов. Это поможет им определиться с выбором будущей специальности. Во-вторых, преподаватели и студенты смогут узнавать здесь последние новости кафедры, объявления, расписание занятий и другую актуальную информацию. В-третьих, выпускники кафедры через сайт смогут контактировать с потенциальными работодателями. Кроме всего прочего сайт поможет администрации университета следить за последними достижениями кафедры и т. д.

Для разработки сайта использовался движок «Drupal». Был разработан дизайн сайта, модули. Кроме того, при создании сайта использовались графические редакторы, язык гипертекстовой разметки HTML, каскадная таблица стилей CSS и т.д. Сайт оптимизирован для многих современных поисковых систем. Особое внимание уделено таким мета-тегам как Title (заголовок), Keywords (ключевые слова) и Description (описание). На данном этапе сайт размещен на хостинге и имеет доменное имя <http://pf.bashedu.ru>.

Литература

1. Колисниченко Д.Н. Самоучитель PHP 5. - СПб.: Наука и техника, 2004. - 578 с.
2. Ломов А.Ю. HTML, CSS, Скрипты: практика создания сайтов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2006. - 416 с.
3. Матросов А.В., Сергеев А.О., Чаунин М.П. HTML 4.0. Новый уровень создания HTML-документов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2003. - 672 с.

В работе предложена математическая модель распространения облака, состоящего из смеси газов: углеводорода, кислорода, углекислого газа, водяного пара, окиси углерода и азота (C_nH_m , O_2 , CO_2 , H_2O , CO , N_2), которое принимается за гомогенную среду с плотностью r , температурой T , давлением p ; скорость $\vec{u} = \vec{u}(x, y, z, t)$ этой среды определяется как среднемаховая скорость составляющих $r\vec{v} = \sum_i e_i r_i \vec{v}_i$.

На основе принятых предположений записывается система, описывающая динамику облака газов, в которую входят уравнения неразрывности, диффузии, импульсов для всей смеси и уравнение теплового баланса.

Для более полного описания процессов теплопереноса к данной системе уравнений добавляются дополнительные уравнения ke - модели для определения энергии турбулентных пульсаций K , диссипации ε и для коэффициента кинетической турбулентной вязкости η_t .

Численная схема решения системы уравнений основана на методе контрольного объема: уравнения, описывающие теплообмен и гидродинамику, приводятся к обобщенному дифференциальному уравнению, далее строятся их дискретные аналоги и получаются системы ленточных уравнений (с 7 неизвестными в трехмерном случае).

В результате вычислений получена трехмерная картина (векторное поле, температурное поле, поле концентрации смесей, поле плотности) распространения облака газов, достаточно хорошо отражающая действительность.

Планируется построение математической модели динамики движения газового облака с учетом химических реакций.

Литература

1. Патанкар С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости. Пер. с англ. (1980 г), М.: Энергоатомиздат, 1984. – 152 с.

УДК 534.2

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПУЗЫРЬКОВ В ГЛИЦЕРИНЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПОЛЯ

Карпей Т.В., Зиннатуллина Л.Д., Саметов С.П.

Средняя общеобразовательная школа № 74, Башкирский государственный университет, Институт механики УНЦ РАН, г. Уфа, Россия

Одним из первых исследователей динамики кавитационного пузырька в жидкости был Джон Уильям Рэлей. Но всплеск публикаций по исследованиям в данной области произошел после открытия однопузырьковой сонолюминесценции. Это явление впервые наблюдалось еще в 1930-е годы, но действительно серьезное его изучение стало возможно лишь с появлением высокоскоростной фотографии. Вплоть до сегодняшних дней изучению этого явления уделяется большое внимание. Исследования же многопузырьковой жидкости и явлений самоорганизации пузырьков облаков находятся на начальном этапе. Прямых экспериментов по изучению динамики пузырьков кластеров на сегодняшний день насчитываются единицы: исследования новосибирской научной группы (Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН) и немецкой научной группы (Третий физический институт, университет г. Геттинген).

Работа носит экспериментальный характер и посвящена изучению поведения пузырьков в глицерине под воздействием ультразвукового поля. Для изучения поставленной задачи была собрана экспериментальная установка, состоящая из прозрачного сосуда параллелепипедной формы, источника ультразвукового поля – пьезоэлемента, который был приклеен ко дну, генератора импульсов и гидрофона. Процесс подъема пузырьков к поверхности глицерина записывался с помощью высокоскоростной камеры, гидрофон использовался для измерения распределения поля давлений в экспериментальном сосуде.

Вязкость глицерина оценивается как 150 мПа·с при температуре ≈ 24 °С, т.е. использовался не чистый 100 % глицерин, а с некоторой долей воды в объеме. Концентрация пузырьков в глицерине определена относительно грубо и равна (4 ± 2) %, средний диаметр пузырьков – 30 мкм. Эксперименты проводились при резонансной для данной системы частоте 55,4 кГц при ступенчатом изменении поля давлений с шагом 15 кПа: амплитуда максимального значения давления варьировались от 40 до 100 кПа. В работе показаны графики перемещения пузырькового фронта от времени в зависимости от действующего ультразвукового поля. В результате анализа фото- и видеоизображений установлено, что с увеличением амплитуды акустического поля фронт движется с большей скоростью.

© Карпей Т.В., Зиннатуллина Л.Д., Саметов С.П., 2013г.

УДК 537.868

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЧ ПОЛЯ НА ВОДУ (H₂O) И ГЕПТАН (C₇H₁₆)

Бухмастова С.В., Хисамов А.А.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Значительная часть воды, содержащейся в нефти и нефтепродуктах, существует в виде устойчивых эмульсий. При переработке нефти возникает проблема разделения нефти от воды. Традиционные методы часто оказываются малоэффективными. Альтернативным методом при этом может служить воздействие электромагнитным полем. Для того чтобы добиться положительного результата, на водонефтяную эмульсию можно воздействовать СВЧ полем.

В БашГУ проводятся эксперименты по воздействию СВЧ электромагнитного поля на модельные эмульсии. Для приготовления таких эмульсий используют гептан. При этом немаловажным является определение поведения чистых веществ в СВЧ поле. С этой целью в данной работе были проведены исследования воздействия СВЧ поля на воду и гептан.

Эксперименты проводились с использованием микроволновой печи. В ходе работ, с помощью термодатчика, замерялась динамика изменения температуры, при разной мощности излучателя. Результаты экспериментов приведены на рис. 1.

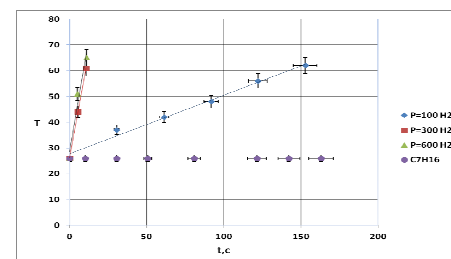


Рис. 1. Динамика изменения температуры воды и гептана

Из рис. 1 видно, что температура воды с повышением мощности излучения повышается быстрее. В ходе выполнения работы, показано, что СВЧ поле на гептан не воздействует.

Работа выполнена при поддержке гранта Министерства образования и науки Российской Федерации (11.G34.31.0040).

Литература

1. Сивухин Д.В.: Термодинамика и молекулярная физика.
2. Крель Э. Руководство по лабораторной перегонке.

© Бухмастова С.В., Хисамов А.А., 2013 г.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОТАИВАНИЯ МЕРЗЛОГО ГРУНТА ПОД ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫМИ СЛОЯМИ

Закирова Г.А.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Рассматривается задача о протаивании многолетнемерзлых пород при наличии теплоизоляционных слоев на дневной поверхности. Для расчета глубины оттаивания рассмотрим трехслойную задачу: в областях $0 < z < h_{01}$ и $h_{01} < z < h_{02}$ находятся теплоизоляционные слои различного вида, в области $z > h_{02}$ - мерзлый грунт который в течении теплого периода года, может протаивать.

Процесс протаивания мерзлого грунта можно разделить на четыре этапа. Продолжительность первого этапа определяется на основе интегральных методов решения уравнения теплопроводности: вариационного метода Био или метода осреднения [1,2]. Эти методы дают близкие результаты, хорошо совпадающие с точным решением задачи, полученным методом разложения Фурье. По первому методу $t_1 = 0,085 \cdot \frac{h_{01}^2}{a_{01}}$,

h_{01} и a_{01} - толщина и теплопроводность слоя теплоизоляции.

Распределение температуры к концу первого (началу второго) этапа определяется из выражения:

$$T_{01}^{(1)}(z, t = t_1) = T_n + (T_r - T_n) \cdot \frac{(h_{01} - z)^2}{h_{01}^2}, \quad 0 < z < h_{01}, \quad T^{(1)} = T_n, \quad z > h_{01}$$

Во втором этапе распределение температуры в слое теплоизоляции и в мерзлом грунте принимаем согласно выражениям:

$$T_{01}^{(2)} = T_r - (T_r - T') \cdot \frac{z}{h_{01}}, \quad 0 < z < h_{01}$$

$$T_{02}^{(2)} = T_n - (T_n - T') \cdot \frac{(h_{01} + L_2 - z)^2}{L_2^2}, \quad h_{01} < z < h_{01} + L_2$$

Здесь температура T' на границе раздела теплоизоляционных слоев $z = h_{01}$ определяется из условия непрерывности тепловых потоков на этой границе:

$$T' = \frac{2\lambda_{02} \cdot T_n \cdot h_{01} + \lambda_{01} \cdot T_r \cdot L_2}{2\lambda_{02} \cdot h_{01} + \lambda_{01} \cdot L_2}$$

Третий этап начинается при $t = t_2$ и продолжается до $t = t_3$, где t_3 - время нагрева поверхности $z = h_{01} + h_{02}$. Это время определяется из условия:

$$T(t = t_3, z = h_{01} + h_{02}) = T_\phi$$

Таким образом, в течении данного этапа происходит дальнейший нагрев слоев теплоизоляции и нагрев мерзлого грунта до температуры его протаивания.

Четвертый этап $t > t_3$ характеризуется дальнейшим нагревом слоев теплоизоляции и протаиванием мерзлого грунта. В области $h_{01} + h_{02} < z < l(t)$ находится талый грунт, а в области $z > l(t)$ происходит нагрев мерзлого грунта до температуры плавления мерзлого грунта T_ϕ . Данный этап продолжается до окончания теплого периода года τ , пока температура на поверхности земли $T_r > T_\phi$.

Таким образом, имеет место соотношение:

$$t_1 + t_2 + t_3 + t_4 = \tau \quad (1)$$

В (1) продолжительность теплого периода года τ является заданной величиной, поэтому если окажется что $t_1 + t_2 + t_3 + t_4 < \tau$, то протаивание мерзлого грунта не происходит, т.к. в течение теплого периода года (периода нагрева), тепловой фронт не доходит до области мерзлого грунта. Если же протаивание мерзлого грунта имеет место, то глубина сезонного протаивания L_T определяется из условия:

$$L_T = l(t = \tau)$$

Таким образом, необходимо определить времена t_1, t_2, t_3, t_4 . Времена $t_2 - t_4$ определяется из решений уравнений теплопроводности в рассматриваемых слоях, которые построены методом интегрального теплового баланса.

Предложенная физико-математическая модель позволяет исследовать температурный режим многолетнемерзлых грунтов с учетом теплофизических параметров, льдистости и начальной температура мерзлого грунта, температуры воздуха, динамики снегонакопления и параметров (толщина и теплопроводность) теплоизоляционных слоев.

Литература

1. Коздоба Л.А.. Методы решения нелинейных задач теплопроводности. – М.: 1975, Наука: С.228
2. Халиков Г.А. Нелинейная теплогидропроводность горных пород.– Уфа, изд. БГУ, С.119
3. Хабибуллин И.Л., Лобастов Г.В. Моделирование протаивания многолетнемерзлых пород при наличии теплоизоляционного слоя.// Труды Десятой международной конференции по мерзлотоведению, Салехард 2012, т.3, С.316-317.

© Закирова Г.А., 2013 г.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ НЕФТИ В ТРУБОПРОВОДЕ

Харитонов И.В.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Одним из эффективных способов доставки высоковязкой нефти от промыслов к нефтеперерабатывающим заводам в России является трубопроводный транспорт. Технологические проблемы возникающие при транспортировке высокопарафинистых высокозастывающих нефтей решаются путем применения различных специальных способов, которые улучшают ее транспортабельные свойства. Наибольшее распространение получила транспортировка с предварительным подогревом.

В данной работе рассматривается начальный участок трубопровода, по которому движется высоковязкая углеводородная среда. Предполагается, что в начале трубопровода находится электромагнитный излучатель, который создает распределенные источники тепла в среде (рис. 1).



Рис. 1. Физическая постановка задачи

Между концами трубопровода поддерживается постоянный перепад давления. С внешней поверхности трубопровода происходит теплообмен с окружающей средой. Считается, что углеводородная жидкость несжимаема и ее течение ламинарное, установившееся. Математическая модель процесса включает уравнение конвективной теплопроводности.

В результате решения задачи было получено распределение температуры по длине трубопровода

Литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.. Теоретическая физика. Гидродинамика. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. - 736 с.
2. Мамонов Ф.А. Внутрпромысловый транспорт высоковязких и парафинистых нефтей. – Уфа: РИО НБ РБ, 1999. - с.4-5 ил.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТИВНЫХ КУРСАХ ШКОЛЬНОЙ АСТРОНОМИИ

Шушпанова Н.Л., Михайлов С.Н., Измаилов Р.Н.

БашГПУ им. М. Акмуллы, г. Уфа, Россия

На протяжении нескольких десятилетий качество астрономических знаний у школьников существенно снижается. Все дело в том, что в 2009/10 учебном году курс астрономии впервые исключен из школьных программ среднего образования, и в настоящее время на ее изучение отводится 11 часов в рамках курса физики 11 класса по программе Г.Я. Мякишева и др. в классах с углубленным изучением физики. И это притом, что 2009 год объявлен ООН и ЮНЕСКО Международным годом астрономии, что приурочено к 400-летию первых телескопических наблюдений, начатых в 1609 г. Галилеем.

Важным завершающим этапом в формировании единой физической картины мира у обучающихся является, на наш взгляд, изучение полного курса астрономии в 11 классе в объеме 34 часов в год, как это было на протяжении многих десятилетий. При таком объеме учебной нагрузки по астрономии в России наблюдается астрономическая неграмотность. В этой связи нами разработан элективный курс астрономии в школе. Программа данного объединения рассчитана на изучение астрономии в объеме 10 часов в неделю, включающие в себя проведение лекций и практических занятий с использованием новых информационных технологий. Используются различные формы организации практических занятий. Они включают в себя следующее: наблюдение в телескоп и фотографирование с его помощью небесных объектов; обработка фотографий в программе REGISTAX; работа с солнечным телескопом CORONADO SOLARMAX II 60 мм на базе планетария; выполнение интерактивных лабораторных работ по астрономии с использованием компьютерного планетария REDSHIFT, Stellarium, а также интерактивных моделей из учебного электронного пособия Н. Гомуллиной «Открытая астрономия» компании ФИЗИКОН. Лабораторный практикум, созданный на основе использования современных интерактивных компьютерных моделей, обеспечивает формирование астрономических знаний, активизирует познавательный интерес обучающихся к предмету, и, конечно же, повышает качество знаний по астрономии.

Литература

1. Е.П. Левитан «Астрономия. Книга для учителя», Просвещение, Москва, 2005.

2. Указания к проведению практических работ по астрономии в 11 классах общеобразовательных средних школ (Часть 1, 2). Кудашкина Л.С., Марсакова В.И., 2005 г.

© Шушпанова Н.Л., Михайлов С.Н.,
Измаилов Р.Н., 2013 г.

УДК 378.016:53

ПРОБЛЕМА ИЗУЧЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Сафин Д.Р.

БГПУ им. М.Акмиллы, Уфа, Россия

Одной из актуальных проблем в современной системе высшего профессионального образования является проблема качества преподавания учебных дисциплин в вузе. Она лежит в основе образования сегодняшних студентов. Одним из методов оценки качества обучения является тестирование студентов.

Тест – это кратковременное измерение или испытание, проводимое для определения способностей или состояния человека. На данный момент существуют тестовые задания разных типов: закрытые, открытые, на установление соответствия и последовательности. С целью выявления знаний студентов в области новейших открытий физики и астрономии, нами был составлен бланк тестовых заданий различного типа по физике на тему: «Что я знаю о современной физике?». Предложенный тест полностью удовлетворял требованиям, предъявляемым к тестам для педагогических исследований [1].

Нами проведено тестирование студентов старших курсов физико-математического факультета. Анализ обработки результатов тестирования показал, что существенная часть студентов (более 70% протестированных) не смогли выполнить задания на удовлетворительную оценку. По нашему мнению, это не связано с уровнем сложности тестовых заданий и объясняется тем, что на сегодняшний день студенты ВУЗа фактически учатся по старым традиционным стандартам. В учебных программах мало часов уделяется изучению новейших физических и астрономических открытий. Кроме того студенты уделяют мало внимания самообразованию. Мы полагаем, что подобное тестирование студентов-физиков следует проводить регулярно; это будет способствовать повышению физической эрудиции студентов.

Литература

1. Борытко Н.М. Методология и методы психолого-педагогических исследований. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – с.206 - 217.

УДК 373.5.016:53

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ПРАВИЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ РЕЧИ

Баймуратова Г.У.

Башкирский государственный педагогический университет
им. М. Акмиллы, г. Уфа, Россия

Формирование правильной физической речи – одна из важнейших задач основной и средней школы. До введения многочисленных современных технологий значительную часть урока занимал индивидуальный опрос. Несмотря на ряд отрицательных моментов, имевших место на этом этапе урока, индивидуальный опрос давал возможность учителю корректировать речь ученика, формировать умение правильно использовать физическую терминологию, строить логически стройное объяснение физического явления и процессов.

В настоящее время общий уровень умения учащихся основной школы строить связанные объяснения в опоре на общепринятую физическую терминологию крайне низок. Такой вывод мы сделали из анализа ответов учащихся на вопросы качественного характера на кубке г. Уфы по физике, ежегодно проводимом кафедрой общей и теоретической физики БГПУ им. М. Акмиллы. В ряде случаев ученики, даже понимая механизм протекающего явления, не могут его объяснить. Каковы же причины такой ситуации?

Во-первых, на прямой словесный контакт учителя с отдельно взятым учеником в год приходится примерно 2,7 часа (7 класс, 68 часов, 25 человек), во-вторых, в учебниках по физике вводится много новых терминов и понятий, которые трудно понять и запомнить, в-третьих, на уроках редко используются задачи на конструирование текстов учащимися.

Перед нами стоит очень важная задача - во время обучения в школе научить учеников четко и связно выражать мысли как в устной, так и в письменной форме. Это очень важно для выработки у учащихся высокой языковой культуры и коммуникативной компетентности.

Мы предлагаем следующие методы организации работы по развитию речи на уроках физики:

- 1) упражнения, в котором используется словарный запас учащихся,
- 2) упражнения по анализу ошибок учеников;
- 3) конструирование физических текстов;
- 4) решение качественных задач.

Последний приём при правильной технологии использования нам кажется наиболее перспективным для формирования культуры речи при объяснении физических явлений.

**ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ТИПА КАК
СРЕДСТВО ПОДГОТОВКИ УЧАЩИХСЯ К НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Валитова А.Ф.

Башкирский государственный педагогический университет
им. М. Акмуллы, г. Уфа

Современному выпускнику школы в соответствии предъявляемыми к нему требованиями необходимы знания и умения, связанные с научно-исследовательской деятельностью - проектировочные, информационно-аналитические, экспертные, рефлексивные, умение и потребность самостоятельно приобретать знания, и др.

Наиболее подходящим полем для формирования исследовательских умений на уроках физики считается лабораторный эксперимент учащихся. Однако, сам по себе процесс выполнения лабораторных работ ещё не обеспечивает в достаточной мере формирование исследовательских умений учащихся. Это объясняется целым рядом причин.,

В примерных программах ФГОС второго поколения наряду с проверочными работами предложен ряд работ исследовательского типа, всего для основной школы 5 работ. Мы предлагаем:

1. Значительно увеличить число лабораторных работ исследовательского типа, Включить дополнительно работы:
 - «Исследование зависимости ускорения шарика, скатывающегося с наклонной плоскости, от угла наклона плоскости»;
 - «Исследование зависимости силы тока от напряжения»;
 - «Исследование зависимости КПД наклонной плоскости от угла наклона» и др.
2. Исследование должно в большинстве случаев предварять теоретическое изучение.
3. Изменить характер инструкций к лабораторным работам.

Вступительная беседа перед выполнением исследования должна касаться лишь уточнения конструктивных особенностей установки для исследования и способов измерения.

Овладение учащимися каждым из выделенных видов деятельности в эксперименте ведёт к овладению научным экспериментальным методом в целом и, вследствие этого, к развитию познавательных возможностей учащихся.

РОЛЬ И МЕСТО ДОМАШНИХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

Гильманова М.Л.

БГПУ им. М. Акмуллы, г. Уфа, Россия

Физику называют экспериментальной наукой. Многие законы физики открыты благодаря наблюдениям за явлениями природы или специально поставленным опытам. Опыт либо подтверждает, либо опровергает физические теории. И чем раньше человек приучается проводить физические эксперименты, тем раньше он может надеяться стать искусным физиком экспериментатором, т.е. начинать экспериментировать необходимо с первых уроков физики.

Современная экспериментальная физика использует очень сложную и дорогостоящую технику. Но простые и, тем не менее, увлекательные опыты можно поставить и у себя дома. Можно сказать, что лучше один раз самому провести эксперимент, чем многократно прочитать о нем.

Обучение ведется для того, чтобы учащиеся могли применять свои знания на практике. Поэтому важным элементом обучения является практическое использование тех приборов и методов измерений, которые изучены школьниками.

Одним из путей реализации практической направленности процесса обучения физике являются домашние экспериментальные задания: дан некий набор оборудования, которое можно изготовить в домашних условиях, дан объект исследования, сформулированы инструкции и порядок работы, для всех классов основной школы.

Домашние экспериментальные задания, выполняемые школьниками заставляют учеников самостоятельно искать пути, ведущие к конечному результату, разрабатывать план действий, учитывать возможности предоставленных приборов и оборудования и добиваться получения максимально возможной точности за счет того, что выбран оптимальный метод измерения.

Как и всякий эксперимент, домашние экспериментальные задания способствуют повышению активности учащихся, развитию логического мышления, учит анализировать явления, заставляет ученика напряженно думать, привлекая все свои теоретические знания, творческие способности и практические навыки, полученные на уроках, воспитывает стремление добывать знания своими собственными силами, стремление к активному познанию мира, развивает интерес учащихся к физике.

Такие задания доказывают, что с помощью минимального набора измерительных приборов можно решить множество экспериментальных задач.

Домашний эксперимент для ребенка – это дверца в мир физики, способ познания окружающего мира и без него немислимо обучение физике.

УДК 378

ПОСТАНОВКА ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО МЕХАНИКЕ «ИЗУЧЕНИЕ МОМЕНТОВ ИНЕРЦИИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕЛ»

Каримов И.И., Акманова Г.Р.

Башкирский государственный университет, Уфа, Россия

Механика - один из разделов общего курса физики. Учебный процесс по курсу механики включает курс лекций, практические занятия по решению задач и общий физический практикум. Общий физический практикум является важной составляющей частью курса общей физики. Кроме наглядной иллюстрации изучаемых явлений, процессов и закономерностей, он позволяет формировать у студента навыки экспериментальной работы, воспитывает настойчивость и тщательность в получении результатов, аккуратность в работе. Выполнение работ физического практикума требует от студента знаний теоретического материала, определенных методов измерений, способов вычисления результатов и погрешностей.

В данной работе представлена новая лабораторная работа по разделу общей физики «Механика»: «Изучение моментов инерции различных тел». Экспериментальная установка представляет собой наклонную плоскость (трибометр), кроме этого необходима масштабная линейка, секундомер. В работе рассчитываются моменты цилиндров, шара, полого шара.



Рис. 1. Экспериментальная установка

Подготовлена методическая рекомендация по выполнению лабораторной работы, которая включает в себя: тему работы, необходимые приборы и принадлежности, цель работы, краткую теорию, порядок измерений, контрольные вопросы и литературу.

УДК 373.5.016:53

ГРАФИЧЕСКИЙ СПОСОБ РЕШЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Кузибаева А.А.

Башкирский государственный педагогический университет
им. М. Акмуллы, г. Уфа, Россия

Умение решать задачи, является лучшим критерием глубины знания материала и способствует развитию логического мышления. Известно, что даже многократное обращение к теоретическим курсам любого уровня сложности и любого качества написания не делает их более понятными без решения задач по этим курсам. Исаак Ньютон писал: «Я занимался до сих пор решением задач, ибо при изучении наук примеры важнее правил».

Основная цель при решении задач – постижение физических законов, правил и определений. Так как большинство физических законов сформулировано на языке математики, то понятно, что наибольшее распространение получил так называемый аналитический метод, который является к тому же наиболее универсальным, но в физике существуют задачи, которые требуют графического решения или в которых представлен график. В этих задачах необходимо использовать умение читать и анализировать график.

При решении задач школьного курса физики, в ряде случаев, применение графического способа позволяет решить задачу рационально.

График наглядно раскрывает "ход" физической закономерности в виде геометрического образа. На графике может быть показано то, что учащийся только при значительно более высоком уровне своего математического развития может представить себе в виде аналитического выражения функциональной зависимости.

Большая роль принадлежит графикам при проведении различных упражнений, без которых невозможно обеспечить сознательное усвоение учащимися основ физики. Не меньшую роль играют графики при обработке и анализе результатов ряда лабораторных работ.

Графические упражнения, заменяющие различные вычисления, требуют меньшей логической напряженности, чем вычисления. С этой точки зрения для чередования на уроке различных по логической трудности форм активной деятельности учащихся графический метод должен быть использован довольно широко. При этом усвоение принципов графического метода постепенно будет переходить в навык, которым учащийся сможет пользоваться в своей практической деятельности.

Основные выводы: решение задач графическим способом делает решение более наглядным и коротким. Однако далеко не каждая задача решается графически или применение этого метода не рационально. Но, в ряде случаев, такой подход может оказаться единственным ключом к решению задачи.

**К ПОСТАНОВКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ
В КАДЕТСКИХ ШКОЛАХ**

Земсков М.

Башкирский государственный педагогический университет
им.М. Акмуллы, г. Уфа, Россия

Кадетские корпуса в России начали создаваться в XVIII веке для подготовки молодых людей к военной и гражданской службе. За годы своего существования в дореволюционный период кадетское образование претерпело ряд реформ, связанных с попытками создания стройной системы образования, построенной на единых принципах обучения и воспитания. К концу XIX века система кадетского образования в России достигла определенного совершенства. С момента образования кадетских корпусов большое значение придавалось обучению физики.

В 1911 году в кадетские корпуса был введен очень интересный и самый передовой для своего времени концентрическая учебная программа по физике. Курс физики был разбит на 3 концентрa: первый (с 11 до 13 лет) включал курс природоведения (1 и 2 классы), второй (с 13 до 15 лет) концентр являлся подготовительным курсом для 3 и 4 классов; в 5, 6 и 7 классах проходили систематический курс (с 15 до 18 лет). В других российских средних учебных заведениях была принята или радиальная или ступенчатая программа.

В 1915 году учебная программа была значительно изменена. Во 2-й концентр включен 3 класс, а в систематический - 4,5,6 и 7 классы.

Кадетские корпуса в отношении помещения для проведения практических занятий, наличия основных приспособлений и физических приборов занимали одно из первых мест среди других учебных заведений.

К февралю 1917 года в России действовал 31 кадетский корпус с 10 тысяч курсантов. В ходе революционных преобразований и гражданской войны старая система кадетского образования в России прекратила свое существование и возобновилась в период Великой Отечественной войны по типу дореволюционных кадетских корпусов. В настоящее время в РФ существует 3 кадетских корпусов. Физика играет важную роль в обучении кадет. Но все же есть ряд методических проблем преподавания физики в системе военно-профессионального образования:

1) Слабо реализуются интегративные связи между физикой и военными науками. Нет специализированной методической литературы или учебников по физике, учитывающих специальную подготовку кадетов.

2) Мало разработаны элективные курсы и учебная программа профильного обучения (с профилем физика) с учетом принципа фундаментализации военного профессионального образования.

ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВ АСТРОФИЗИКИ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

Гайнутдинова А.Н.

БГПУ им. М. Акмуллы, г. Уфа, Россия

В процессе обучения становится актуальным развитие такого типа мышления учащихся, которое способствует системному видению современных проблем человечества, в том числе и проблем космического уровня, в то же время астрономия как учебный предмет исчезла из школьной программы. Следовательно, необходимо основные сведения, которые учащиеся получали из курса астрономии, ввести в курс физики, причем так чтобы не нарушалась логика изучения физики.

На современном этапе развития физического образования в школьном курсе и в соответствии с ФГОС раздел астрофизики включен в учебники 11 классов [1], но на курс астрономии отводится мало времени, тогда как учащиеся должны освоить астрономию, астрофизику и космологию. Целостный курс астрономии распадается на ряд ознакомительных разделов. Одним из выходов является экономия времени за счет введения различных элементов астрономии в курс других дисциплин. Например, развитие представления о строении солнечной системы – в историю; источники энергии Солнца, Законы Кеплера – в физику. Определение расстояний между небесных тел - в геометрию. В 11-м классе вместо объяснения оптических схем телескопов достаточно показать их чертеж и т.п. Так сокращается время изучения примерно на треть. Остальное время более полезно потратить на рассказ о крупнейших обсерваториях мира. Таким образом, актуальность и значимость нашего исследования определяются тем, что выявляются наиболее оптимальные способы решения этих проблем, в частности разрабатываются планы уроков, направленные на улучшение изучения раздела.

Литература

1. Примерные программы по учебным предметам. Физика 10-11 классы. – 2010. – 46с (Стандарты второго поколения).

ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВЫДАЮЩИХСЯ РОССИЙСКИХ УЧЕНЫХ

Кулбакова А.К.

Башкирский государственный педагогический университет
им. М. Акмуллы, г. Уфа, Россия

Наука как система знаний складывается из познавательной деятельности ученых и из ее результатов. Ученый четко представляет, какие знания и конкретные навыки будут определять научно ориентированное мировоззрение и практическую готовность последующих поколений к профессиональной деятельности. Педагогическое наследие выдающихся ученых-физиков сегодня остается современным и весьма эффективным в повседневном процессе обучения и воспитания, оно задает высокий эмоциональный и научный уровень образованию в целом [2]. Практически каждый российский ученый физик так или иначе сделал большой вклад в развитие физического образования: Э.Х.Ленц (учебники по физике), А.Г.Столетов (первая физическая учебная лаборатория в МУ), И.И.Кикоин (реформа физического образования, учебники, научно-популярные журналы для юношества) и др. Приведем направления педагогической деятельности некоторых физиков.

Николай Алексеевич Умов посвятил большую часть жизни преподаванию, популяризации научных знаний и созданию своей методической школы по физике. Педагогическая деятельность Н.А. Умова продолжалась на протяжении 43 лет. В МГУ он читал курс лекций теоретической физики, возглавлял кафедру физики, активно участвовал в создании Физического института. Методика преподавания физики как наука начинается с конца XIX века. Физическая реформа связывается с созданием в 1898 году Комиссии по улучшению обучения физике. Возглавил ее Н. А. Умов. Им были выдвинуты новые идеи совершенствования преподавания физики в гимназиях. Главная из них - развитие творческих способностей в процессе обучения физике: «К таким способностям следует отнести наблюдательность, способность расчленять и группировать факты, умение восходить от подмеченных связей к закону явления и, наконец, навыки в объяснении новой формы явлений с помощью ранее открытых закономерностей». Целью он видел не только обучать студентов, но и «способствовать...развитию физической науки», обеспечить условия работы молодым ученым и «быть в состоянии воспроизвести всякое новое открытие и исследование» [1, с 579].

Выдающимся ученым-педагогом был Лев Давыдович Ландау, лауреат Нобелевской премии. Начиная свою научно-педагогическую деятельность, Л. Д. Ландау обращался к вопросам обучения теоретической физики и

физики в целом. Страстью к науке Ландау притягивал к себе начинающих, учил их теоретической физике и одновременно с помощью составленной им программы «теорминимума» отбирал самых способных для занятий серьезной наукой. Л.Д. Ландау был убежден, что «тесная связь актуальных проблем физики с её классическими понятиями, их взаимная обусловленность и неизбежные противоречия, выводящие за рамки классических понятий, - все это составляет сущность современного подхода к изучению физики».[2] Большое значение придавал Л.Д.Ландау популяризации физики. Им написано наряду с учебниками по теоретической физике и научно-популярные книги [3], где в доступной форме излагаются основы физической науки, которые приобщали молодежь к науке.

Таким образом, научная и педагогическая деятельность отечественных ученых-физиков содержит немало полезного и перспективного для учителей и преподавателя ВУЗа, составителей учебных программ и школьных учебников.

Литература

1. Умов Н.А. Собр. соч. Т. 3. / – М., 1916 .
2. Щербаков Р.Н. Великие физики как педагоги: от научных исследований – к просвещению общества / М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008.С145-159,201-216.
3. Л.Д.Ландау, А.И.Китайгородский. Физика для всех./М.: Государственное изд-во физико-математической литературы, 1963, с.391.

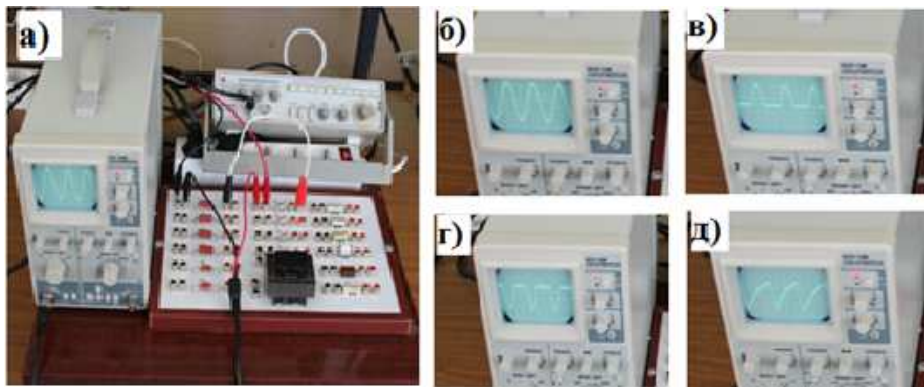
УДК 372.853

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВЫПРЯМЛЕНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Гафуров И.Г., Сарваров Р.Т., Гафуров А.И.
Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Важную роль в изучении предметов цикла естественно-научных дисциплин играют опыты и демонстрации. Визуальное наблюдение действия тех или иных физических законов способствуют более глубокому закреплению материала.

С этой целью был разработан стенд, предназначенный для изучения законов электротехники. На фотографии а) представлен стенд в рабочем состоянии. Он включает генератор сигналов, осциллограф и платы для моделирования различных электронных схем. В частности, с помощью стенда можно провести изучение работы однополупериодного и двухполупериодного выпрямителей переменного тока. На рисунке б) представлен входной сигнал от генератора, на фото в) сигнал на выходе однополупериодного выпрямителя, на фото г) тот же сигнал при смене полярности диода, на фото д) сигнал на выходе при включении в цепь конденсатора.



Достоинствами используемого нами стенда являются простота использования и возможность выбора работы демонстрируемых электротехнических схем, а также компактность, транспортабельность и низкая себестоимость.

ХИМИЯ

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИЧЕСКАЯ И КВАНТОВАЯ ХИМИЯ»

УДК 519.688

МОДЕЛИРОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ТИТАНОСИЛИКАТОВ В РЕАКЦИИ РАЗЛОЖЕНИЯ ПЕРЕКИСИ ВОДОРОДА

Еникеева Л.В.

Институт нефтехимии и катализа РАН, г. Уфа, Россия

Объектом исследования является реакция окисления фенола и его производных водными растворами H_2O_2 в присутствии металлосиликатов. Известно, что для первоначальной оценки активности титаносиликатных катализаторов в реакциях окисления органических соединений можно использовать реакцию разложения H_2O_2 в отсутствие субстрата [1]. Далее, образцы титаносиликатов, проявившие активность в разложении H_2O_2 , исследовать в реакции окисления фенолов водными растворами H_2O_2 .

Е, кДж/моль

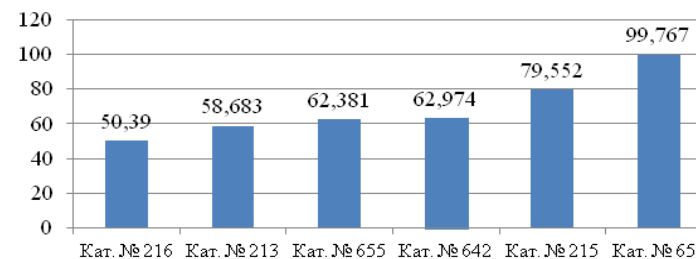


Рис. 1. Диаграмма сравнения расчетных энергий активаций реакции в присутствии различных катализаторов

Построен ряд активности катализаторов реакции разложения пероксида водорода, выявлены наиболее активные образцы (рис. 1).

Разработан программный модуль для моделирования каталитической активности металлосиликатов в реакции разложения перекиси водорода, предоставляющей доступ удаленному пользователю к программному обеспечению.

Литература

1. Н.Н. Трухан, Исследование реакций селективного окисления органических соединений пероксидами в присутствии титан- и ванадий-содержащих мезопористых силикатных катализаторов, Дис. ... канд. хим. Наук, Новосибирск, с.129.

© Еникеева Л.В., 2013г.

**КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
НАДМОЛЕКУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ ТОНКИХ СУБМИКРОННЫХ
ПЛЕНОК ПОЛИДИФЕНИЛЕНФТАЛИДА¹**

Байбулова Г.Ш., Галиев А.Ф., Жданов Э.Р., Калимуллина Л.Р.
Башкирский государственный педагогический университет
им. М. Акмуллы, г. Уфа, Россия

Целью настоящей работы является комплексное исследование надмолекулярной структуры тонких пленок полидифениленфталида (ПДФ), в которых в результате процессов самоорганизации возникают массивы квазиодномерных электропроводящих структур. Исследования проводились методами квантово-химического анализа и методом атомно-силовой микроскопии (АСМ). В качестве объекта исследования был выбран ПДФ, который растворим в органических растворителях и обладает хорошими пленкообразующими и электрофизическими свойствами [1].

В работе были смоделированы и проанализированы фрагменты полимерной макромолекулы ПДФ, состоящие из девяти структурных единиц. Квантово-химические расчеты структур проводились полуэмпирическим методом в параметризации AM1 и ограниченным методом Хартри-Фока (RHF) в валентно расщепленном базисе 3-21G. Было установлено, что энергетически наиболее выгодными конфигурациями макромолекул являются линейная синдиотактическая и спиральная изотактическая. Исследования сколов субмикронных пленок ПДФ методом АСМ позволили обнаружить два типа надмолекулярного упорядочения: поверхностное и объемное. Анализ полученных экспериментальных результатов с результатами квантово-химического моделирования позволил сделать вывод о том, что макромолекулы в поверхностных слоях полимерной пленки преимущественно ориентированы вдоль поверхности и имеют линейную синдиотактическую конфигурацию, а глобулярная структура объемных слоев определяется спиральной изотактической конфигурацией.

Литература

1. Лачинов А.Н., Воробьева Н.В. // УФН. – 2006. - т.176. - с.1249-1266

© Байбулова Г.Ш., Галиев А.Ф.,
Жданов Э.Р., Калимуллина Л.Р., 2013 г.

¹ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №11-02-01445-а., ФЦП Соглашение № 14.132.21.1690 и № 14.В.37.21.0241

**КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ 6-МЕТИЛУРАЦИЛА
С ЯНТАРНОЙ И ФУМАРОВОЙ КИСЛОТАМИ**

Борисова Н.С., Терентьев А.О., Хамитов Э.М., Зимин Ю.С.
Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Известно, что комплексные соединения некоторых производных 6-метилурацила с янтарной и фумаровой кислотами обладают более выраженными фармакологическим действием (антигипоксическим, антиоксидантным, гепатопротекторным) по сравнению с исходными компонентами и могут быть использованы для получения современных эффективных лекарственных средств [1-4]. Ранее в работе [5] спектральными методами был установлен состав и оценена устойчивость комплексов производных 6-метилурацила с с янтарной и фумаровой кислотами. Однако, анализ литературы показывает, что серьёзные систематические исследования возможной структуры данных комплексов с привлечением методов квантовой химии отсутствуют. Поэтому настоящая работа была направлена на изучение строения комплексных соединений расчётными методами.

Квантово-химические расчеты проводили с использованием программного пакета Gaussian09. Изначально поиск равновесных геометрических параметров и вычисление термодинамических характеристик комплексов 6-метилурацила с янтарной и фумаровой кислотами проводили методом TPSS/SVP без учета растворителя. Геометрические параметры всех соединений находили с помощью полной оптимизации строения исследуемых частиц без ограничения по симметрии. В связи с необходимостью наличия диффузных функций в базисном наборе для исследования комплексов 6-метилурацила с депротонированными кислотами был выбран метод TPSS/6-311G(d,p)+. Неспецифическая сольватация исследуемых соединений была учтена с помощью модели поляризованного континуума PCM. В качестве среды была выбрана вода.

Все расчеты были проведены для дикето-таутомера 6-метилурацила. Для определения наиболее реакционноспособного положения в кольце 6-метилурацила, связывающего его с кислотой, была проведена серия расчетов, в которых карбонильная группа кислоты взаимодействовала с различными фрагментами молекулы 6-метилурацила. Энергетически наиболее выгодным оказалось взаимодействие карбоксильной группы кислоты с амидным фрагментом N₁-C₂ 6-метилурацила.

Для установления возможной структуры комплексов требовалось выяснить, в какой форме (протонированной или депротонированной) кислоты реагируют с 6-метилурацилом. Для этого были проведены расчеты

с оптимизацией геометрии и вычислением термодинамических характеристик наиболее устойчивых комплексов с обеими формами кислот. Установлено, что термодинамически наиболее выгодным является комплексообразование 6-метилурацила с кислотами, находящимися в протонированной форме, при этом расчетные энергетические характеристики согласуются с экспериментальными в пределах погрешности.

Работа выполнена при поддержке проекта № 3.7658.2013, исполняемого в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ; стипендии Президента РФ для молодых ученых и аспирантов, осуществляющих перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики (СП-1932.2013.4).

Литература

1. Кривоногов В.П., Мышкин В.А., Ибатуллина Р.Б., Чернышенко Ю.Н., Козлова Г.Г., Савлуков А.И., Абдрахманов И.Б., Гуляева И.Л. Мышкин И.В., Сергеева С.А. Комплексное соединение 6-метилурацила с янтарной кислотой, проявляющее антигипоксическую активность, и способ его получения. Патент РФ № 2259357. Институт органической химии Уфимского научного центра РАН. Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека Минздрава РФ. Заявл. 21.07.2003. Оpubл. 27.08.2005.

2. Кривоногов В.П., Мышкин В.А., Ибатуллина Р.Б., Абдрахманов И.Б., Мустафин А.Г., Бакиров А.Б., Гимадиева А.Р., Чернышенко Ю.Н., Савлуков А.И., Срубиллин Д.В. Комплексное соединение 1,3-бис(2-гидроксиэтил)-5-гидрокси-6-метилурацила с фумаровой кислотой, проявляющее антигипоксическую активность, и способ его получения. Патент РФ № 2330025. Институт органической химии Уфимского научного центра РАН. Федеральное государственное учреждение науки Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека Роспотребнадзора. Заявл. 10.05.2006. Оpubл. 27.07.2008.

3. Срубиллин Д.В., Еникеев Д.А., Мышкин В.А. Антирадикальная и антиоксидантная активность комплексного соединения 5-окси-6-метилурацила с янтарной кислотой и его эффективность при гипоксических состояниях // *Фундаментальные исследования. ИД «Академия естествознания»*. 2011. № 6. С. 166–170.

4. Мышкин В.А., Еникеев Д.А., Исакова М.А., Идрисова Л.Т. // *Общая Реаниматология*. 2008. № 5. С. 26–30.

5. Борисова Н.С., Ишмуратова Г.И., Валиева О.И., Борисов И.М., Зимин Ю.С., Мустафин А.Г. // *Вестник Башкирского университета*. 2012. Т. 17. № 4. С. 1687–1690.

© Борисова Н.С., 2013г.

УДК 538.97

ОЦЕНКА СРОДСТВА К ЭЛЕКТРОНУ ПРОИЗВОДНЫХ ХИНОНА ПО ДАННЫМ РАСЧЕТОВ МЕТОДОМ ФУНКЦИОНАЛА ПЛОТНОСТИ

Калимуллина Л.Р.², Нафикова Е.П.¹, Лачинов А.Н.^{1,2}, Байбулова Г.Ш.², Жданов Э.Р.², Чижов Ю.В.³

¹Институт физики молекул и кристаллов УНЦ РАН, г. Уфа, Россия

²Башкирский государственный педагогический университет, г. Уфа, ³Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Производные хинона широко распространены в живой природе: растениях, насекомых и некоторых животных. Они проявляют широкий спектр фармакологических свойств. Последние научные достижения стимулируют квантово-химические исследования электронной структуры этих молекул с целью предсказания наиболее эффективных производных с точки зрения биологии и фармакологии. Убихинон и витамин-К играют ключевую роль в процессах переноса электрона в дыхательной системе клеток животных. Сродство к электрону (E_a) является одной из фундаментальных характеристик электронной структуры молекул. Оно определяет донорно-акцепторные свойства молекул и, в комбинации с энергией ионизации, ширину расщепления между высшей занятой (ВЗМО) и низшей вакантной (НВМО) молекулярной орбиталью (МО). Величина такого расщепления часто используется для поиска корреляций электронной структуры и активности молекул. Величина E_a играет важнейшую роль в отрицательных ионах (ОИ), определяя набор возможных каналов их диссоциации и стабильность относительно выброса избыточного электрона (среднее время автоотщепления та).

Ряд производных хинона с известными из эксперимента величинами энергиями вертикального захвата электрона (E_{V_A}) и (или) сродства к электрону (E_a) были исследованы методом теории функционала плотности в приближении DFT B3LYP/6-31G(d). Рассчитанные энергии π^* -молекулярных орбиталей (МО) линейно коррелируют с E_{V_A} , измеренными методом спектроскопии проходящих электронов (СПЭ), и величинами адиабатического E_a , известными из экспериментов переноса электронов (РПЭ), с коэффициентом корреляции 0,997. Показано, что адиабатическое E_a производных хинона может быть с приемлемой точностью оценено при помощи процедуры масштабирования со сдвигом из данных DFT B3LYP/6-31G(d) расчетов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты №№, 11-02-01445-а, 12-02-31421-мол_а, 13-03-90727-мол_рф_нр), ФЦП Соглашение № 14.132.21.1690 и № 14.В.37.21.0241.

© Калимуллина Л.Р., 2013 г.

**АНАЛИЗ ГРАНИЧНЫХ ОРБИТАЛЕЙ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ
СТРУКТУРЫ ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ЗОНДА
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ H₂O₂**

Муштакова С.П.¹, Перфилова О.А.¹, Бурмистрова Н.А.¹, Вакулин И.В.²

¹ Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского,
Институт химии, г. Саратов, Россия

² Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В фармацевтике и иммунохимии широко востребованы методы контроля активности оксидаз или концентрации их субстратов основанные на детектировании концентрации H₂O₂. Применение флуоресцентных зондов (ФЗ) фотоиндуцированного переноса электронов (ФПЭ) являются перспективными направлением в создании доступных и простых биосовместимых тест систем для определения H₂O₂. Существенным достоинством подобных зондов является возможность объяснения и прогнозирования их свойств методами компьютерной химии.

С использованием приближения UB3LYP/6-31G(d,p) изучены параметры электронной структуры аналогов ФЗ 6-(6-(2-(4-метоксифениламино)-этиламино)-1Н-бензо[де]изохинолин-1,3-диоксо-2(3Н)-ил)-гексановой кислоты (HP Green), определяющие возможность применения ароматических соединений в качестве таких зондов. Нами рассмотрены 6-(2-(4-метоксифениламино)-этиламино)-1Н-бензо[де]изохинолин-1,3-(2Н)-дион (**I**), (4-метоксибензоламин – анизидин (**II**), 6-метиламино-1Н-бензо(де)изохинолин-1,3-(2Н)-дион - 4-амино - 1,8 - нафтилимид (**III**) и 6-(2-(4-диметиламинофениламино)этиламино)-1Н-бензо[де]изохинолин-1,3-(2Н)-дион (**IV**).

Согласно расчетным значениям энергий граничных орбиталей (табл. 1) вероятность реализации ФПЭ повышается с ростом донорной способности соединений, которая определяется значением энергии ВЗМО.

Таблица 1.

Расчетные значения энергий граничных орбиталей (эВ), найденные в приближении UB3LYP/6-31G(d,p)

	I	I ⁺	II	III	IV
E _{ВЗМО}	-5.09	-8.65	-4.75	-5.71	-4.72
E _{НСМО}	-2.30	-4.88	0.28	-2.10	-2.15

Большие значения энергий ВЗМО (соединения **I** и **IV**) облегчают переход электронов с ВЗМО донора на частично занятую ВЗМО фотовозбужденного флуорофора, что сопровождается ФПЭ. Это согласуется с экспериментально установленной пониженной устойчивостью соединения **IV** к фотоокислению в присутствии растворенного кислорода.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 12-03-92699-ИНД_а.

**КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ
ПРОТОНИРОВАНИЯ НА ТУШЕНИЕ ФОТОИНДУЦИРОВАННОГО
ПЕРЕНОСА ЭЛЕКТРОНОВ ВО ФЛУОРЕСЦЕНТНЫХ ЗОНДАХ,
ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ H₂O₂**

Муштакова С.П.¹, Перфилова О.А.¹, Бурмистрова Н.А.¹, Вакулин И.В.²

¹ Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского,
Институт химии, г. Саратов, Россия

² Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

С использованием приближения UB3LYP/6-31G(d,p) рассмотрена возможность квантово-химическое прогнозирования структуры флуоресцентных зондов (ФЗ) фотоиндуцированного переноса электронов (ФПЭ) применяемых для определения H₂O₂. На примере 6-(2-(4-метоксифениламино)этиламино)-1Н-бензо[де]изохинолин-1,3-(2Н)-диона (**I**) и 6-(2-(4-диметиламинофениламино)-этиламино)-1Н-бензо[де]изохинолин-1,3-(2Н)-диона (**II**) показано, что удобным модельным процессом при изучении факторов влияющих на тушение ФПЭ является рассмотрение протонирования донорного фрагмента молекулы ФЗ.

Согласно расчетным значениям энергий граничных орбиталей (табл. 1) протонирование соединений **I** и **II** по атомам азота сопровождается увеличением разности энергий ВЗМО и НСМО, что в свою очередь приводит к тушению ФПЭ.

Таблица 1.

Расчетные значения энергий граничных орбиталей (эВ), найденные в приближении UB3LYP/6-31G(d,p)

	I	I ⁺	I ⁺	II	II ⁺
E _{ВЗМО}	-5.09	-8.47	-8.65	-4.72	-8.50
E _{НСМО}	-2.30	-4.53	-4.88	-2.15	-4.58

При этом влияние протонирования на электронную структуру совпадает с одноэлектронным окислением. Это факт согласуется с экспериментально установленным тушением ФПЭ флуоресцентных зондов в кислых средах в отсутствие окислителя.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 12-03-92699-ИНД_а.

© Муштакова С.П., Перфилова О.А.,
Бурмистрова Н.А., Вакулин И.В., 2013 г.

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОТОНИРОВАННЫХ ФОРМ АМИКАЦИНА С ОЛИГОМЕРАМИ ХИТОЗАНА

Файзуллина Р.Р.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

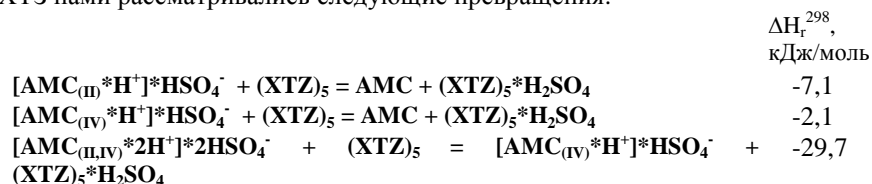
Для изучения факторов, определяющих прочность связывания молекул амикацина (АМС) с хитозаном (ХТЗ), и, как следствие, время выхода лекарственного вещества из полимерной матрицы, нами была изучена региоселективность протонирования молекул амикацина и реакция ионного обмена между амикацинсульфатом и полимерной цепью ХТЗ. В качестве расчетного метода нами использовалось полуэмпирическое приближение RHF-AM1*. Полимерная цепь ХТЗ аппроксимировалась олигомером из 5 звеньев.

Таблица 1

Энтальпия протонирования ХТЗ и АМС, кДж/моль

Положение	АМС					ХТЗ
	I	II	III	IV	II, IV	NH ₂ -
ΔH_r^{298}	20.1	-4.6	25.1	-9.6	-38.1	-11.6

Как показывают расчетные данные, в АМС преимущественно протонируются аминогруппы в шестичленных циклических фрагментах (положения II и IV), но не аминогруппы боковых радикалов. При рассмотрении возможного переноса протона от АМС на полимерную цепь ХТЗ нами рассматривались следующие превращения:



Согласно расчетным значениям, ΔH_r^{298} ионного обмена АМС с ХТЗ предполагает перенос как минимум одного протона от АМС на аминоглюкозидное звено в полимерной цепи. Действительно, ХТЗ пленки сформированные в присутствии амикацинсульфата имеют меньшую степень набухания, а при содержании АМС более 0,1 моль на 1 моль ХТЗ их растворимость в воде заметно снижается за счет образования нерастворимого в воде сульфата ХТЗ.

© Файзуллина Р.Р., 2013 г.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА САМОСБОРКИ 5-ГИДРОКСИ-6-МЕТИЛУРАЦИЛА

Шаяхметова Р.Х., Хамитов Э.М.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Понимание механизма самосборки производных урацила и влияния природы заместителей на этот процесс необходимы для направленного синтеза супрамолекулярных структур с заданными свойствами, в связи, с чем актуально изучение самосборки биологически активного 5-гидрокси-6-метилурацила (ОМУ) из водных растворов. ОМУ по сравнению с урацилом имеет в своем составе дополнительный центр образования водородных связей [1].

В работе [2] были рассмотрены мономеры, димеры и тетрамеры ОМУ. В настоящей работе были рассчитаны энергетические характеристики тримеров, тетрамеров ОМУ, в частности ряды устойчивости всех ассоциатов. Расчеты производились в программе Gaussian09 с использованием метода TPSSH/6-311G(d,p). Проведен анализ геометрических параметров моно-, би- и тетрамеров ОМУ методом РМ6.

Обнаружено что структура тетрамера, полученного посредством квантово-химического моделирования, отличается от структуры тетрамера, реализующегося в реальных условиях. Рассчитаны размеры моно-, би- и тетрамеров, что позволит интерпретировать результаты сканирующей зондовой микроскопии поверхности ОМУ, нанесенного на полимерную подложку [3]. В качестве модели монослоя была выбрана структура, содержащая 16 молекул ОМУ.

Литература

1. Иванов С. П., Лысенко К. А., Колядина О. А., Старикова З. А., Муринов Ю. И. Структура и сорбционные свойства 5-гидрокси-6-метилурацила. Журнал физической химии, 2005, том 79, №2, с. 278-284
2. Шаяхметова Р.Х., Хамитов Э.М. Квантово-химическое моделирование процесса кристаллизации 5-гидрокси-6-метилурацила. Актуальные научные вопросы современности: сборник научных трудов. Липецк, 2013, 207
3. Газохроматографическое исследование свойств сополимера стирола и дивинилбензола, модифицированного 5-гидрокси-6-метилурацилом Гуськов В.Ю., Иванов С.П., Хабибуллина Р.А., Гаррафутдинов Р.Р., Кудашева Ф.Х. Журнал физической химии. 2012. Т. 86. № 3. С. 546

© Шаяхметова Р.Х., Хамитов Э.М., 2013 г.

СЕКЦИЯ «ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ»

ВЛИЯНИЕ ЭТАНОЛАМИНОВ НА ТЕПЛОАГРЕССИВОСТОЙКОСТЬ РЕЗИН НА ОСНОВЕ БУТАДИЕН-НИТРИЛЬНЫХ КАУЧУКОВ

Борисова О.И., Ушмарин Н.Ф., Кольцов Н.И.

Чувашский государственный университет, г. Чебоксары, Россия

Для изготовления резино-технических изделий (РТИ), эксплуатируемых в среде нефтепродуктов и газоконденсата при высоких температурах, применяются резиновые смеси на основе бутадиен-нитрильных каучуков (БНК). БНК занимают второе место после этиленпропиленовых каучуков по объемам потребления среди каучуков специального назначения. Несмотря на большое количество других специальных каучуков, резины на основе БНК отличаются более высокой стойкостью к воздействию различных сред и температур. РТИ на основе БНК предназначены для герметизации ствола обсадной колонны и защиты ее от динамического воздействия рабочей среды (нефти, пластовые воды, природного газа, газоконденсата и многофазного флюида) в процессе проведения различных технологических операций при температурах до 130°C. Резины на основе БНК также применяются в автомобильной промышленности для изготовления уплотнительных элементов и профилей, эксплуатируемых в условиях теплового воздействия агрессивных сред. Для улучшения свойств таких резин в них на стадии изготовления вводят различные ингредиенты, повышающие термостойкость в условиях воздействия углеводородных сред. В данной работе исследована возможность повышения термоагрессивостойкости двух резин на основе каучуков БНКС-18 АМН и Тербан-3604, изделия из которых используются в качестве уплотнительных элементов для нефтегазодобывающей промышленности, а также в узлах машин и механизмов автомобилей, за счет усиления вулканизирующего действия пероксида дикумила агентами совулканизации моно-, ди- и триэтанолaminaми. Резиновые смеси изготавливали путём смешения каучуков с ингредиентами на лабораторных вальцах ЛБ 320 150/150 в течение 30 мин. Затем их вулканизовали в прессе при 170°C в течение 20 мин. Эффективность использования аминов оценивали по пластическим свойствам резиновых смесей, физико-механическим показателям вулканизатов, изменениям этих показателей после их тепловой выдержки при 100°C в течение 24 час. в воздушном термостате, СЖР-1 и СЖР-3. Исследования термоагрессивостойкости резин основывались на изучении их стойкости к действию агрессивных сред в условиях, которые моделируют воздействие окружающей среды и рабочих жидкостей на РТИ в условиях воздействия различных факторов при реальной эксплуатации в течение определенного гарантированного срока их эксплуатации. К таким

факторам для уплотнительных РТИ в узлах машин и механизмов относятся кислород воздуха и различные масла и бензин. Проведенные исследования показали, что наименьшие изменения физико-механических свойств вулканизатов под тепловым воздействием углеводородов наблюдаются для вулканизатов, содержащих диэтанолamin. Исследования резиновых смесей методом дифференциально-сканирующей калориметрии в интервале температур от -90 до 400°C показали повышение температуры их деструкции за счет вводимых в них этанолaminов. Путем изучения равновесного набухания полученных вулканизатов в толуоле по уравнению Флори-Ренера были рассчитаны параметры трехмерной сетки вулканизатов, показывавшие увеличение густоты сетки при использовании этанолaminов. Из результатов исследований следует, что лучшей термоагрессивостойкостью обладают резины, полученные при использовании в качестве совулканизирующего агента диэтанолamina.

© Борисова О.И., 2013 г.

УДК 625.85.06.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ Р-30 И СРАВНЕНИЕ ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТИ С АНАЛОГИЧНЫМИ ПАВ

Дашкина Э.Ф., Кузьмичева Е.О., Прочухан К.Ю., Прочухан Ю.А.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Сегодня, в связи с непрерывно возрастающим производством и потреблением ПАВ, одним из основных требований к применению ПАВ является их экологическая безопасность. Поверхностно-активные вещества должны обладать наиболее быстрым и полным биоразложением. Под биоразложением понимается биохимическая разлагаемость использованных ПАВ под действием ферментов, производимых бактериями и другими микроорганизмами. Конечными продуктами биоразложения ПАВ являются вода и диоксид углерода. Чем выше уровень биоразложения ПАВ, тем он безопаснее для окружающей среды. Одной из важных характеристик поверхностно-активных веществ является их величина поверхностного натяжения. В качестве объекта исследования были выбраны два отечественных ПАВ (АФ 9-12 и ОП-10), зарубежный – ДПП-100 в сравнении с синтезированными ПАВ серии Р (Р-1, Р-1У, Р-30).

1. ОП-10 — неионогенное ПАВ, полиэтиленовый эфир диалкилфенола (алкильный остаток содержит 8–10 атомов углерода) с 10–12 молями окиси этилена. Представляет собой пасту желтого цвета.

2. Оксипропилированный моноалкилфенол (неонол АФ 9–12) на основе тримеров пропилена является высокоэффективным

неионогенным поверхностно-активным веществом. Используется для интенсификации добычи нефти.

3. ДГП-100 (зарубежный)- смесь неионогенных катионо- и анионоактивных ПАВ в сочетании с полиспиртами.

Поверхностное натяжение растворов ПАВ определялось на сталагмометре СТ-2 методом определения объема капель, выдавливаемых на границах: раствор ПАВ - антиполярная жидкость при температуре 21,5. В качестве антиполярной жидкости применялось дизельное топливо ($\rho=0,8125$). Поверхностно-активные вещества, исследованные в работе, брались в том виде, в котором они выпускаются промышленностью, без предварительной очистки.

Расчет поверхностного натяжения проводился по формуле:

$$\sigma_i = \sigma_0(n_0\rho_i/n_i\rho_0) \approx n_0/n_i$$

Поскольку для разбавленных растворов можно принять, что их плотности одинаковы и равны плотности воды $\rho_i = \rho_0$. Поверхностное натяжение воды σ_0 (мДж/м²) вычисляют по формуле:

$$\sigma_0 = 73,48 - 0,153(T - 15),$$

где T — температура, при которой проводится эксперимент.

Результаты экспериментальных исследований приведены на рис. 1.

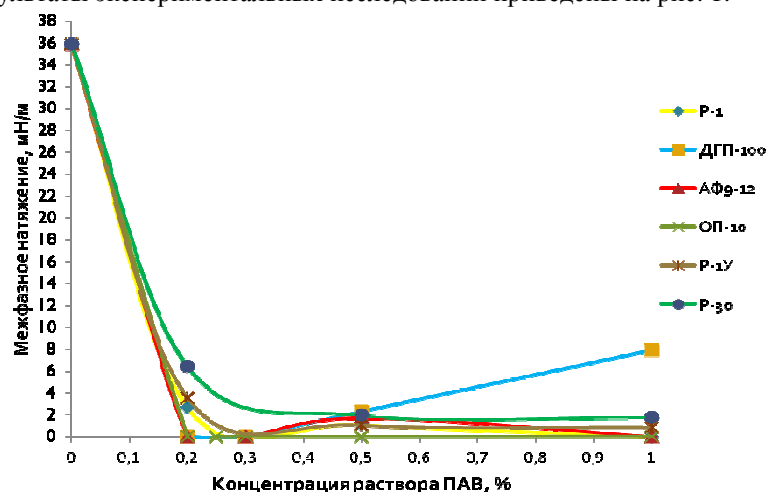


Рис.1. Определение межфазного натяжения.

Таким образом, синтезированные ПАВ серии P (P-1, P-1У, P-30) проявляют высокую активность в диапазоне концентраций от 0,2 до 1,0% масс., существенно превышая показатели импортных аналогов.

□ Дашкина Э.Ф., Кузьмичева Е.О.,
Прочухан К.Ю., Прочухан Ю.А., 2013 г.

УДК 541.64

ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА ХИТОЗАНА В ПРИСУТСТВИИ АНТИБИОТИКА АМИКАЦИНА.

Гурина М.С., Чернова В.В.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Одним из немаловажных преимуществ пленочных покрытий на основе хитозана (ХТЗ) является их способность к ферментативному гидролизу под действием ферментов, выделяемых раневой поверхностью. Включение в такой защитный перевязочный материал лекарственных веществ (ЛВ) способствует подавлению развития инфекции. Однако введение ЛВ может существенно сказаться на свойствах полимерной матрицы. Цель данной работы: изучение влияния введения антибиотика сульфат амикацина (АМС) на способность хитозанового покрытия к ферментативному гидролизу.

Для исследования был взят образец ХТЗ (производства ЗАО «Биопрогресс» г. Щелково). В качестве ферментного препарата была использована гиалуронидаза (производства «Микроген» г. Москва). Концентрация ферментного препарата C_{ϕ} составляла 0,1 г/л. В качестве растворителя была использована 1% уксусная кислота. Концентрация ХТЗ в растворе для проведения процесса ферментативного гидролиза варьировалась от 0,1 до 5 г/дл. Антибиотик, растворенный в небольшом количестве воды, добавлялся в раствор ХТЗ в мольном соотношении ХТЗ:АМС равным 1:0,1. О процессе ферментативного гидролиза судили по падению характеристической вязкости $[\eta]$. Характеристическую вязкость ХТЗ в растворе уксусной кислоты определяли пользуясь методом Иржака и Баранова. Для определения значений исходной характеристической вязкости ХТЗ $[\eta]_0$ использовался раствор с концентрацией $c = 0,1$ г/дл. Для определения значений характеристической вязкости в ходе проведения ферментативного гидролиза $[\eta]$, раствор ХТЗ в уксусной кислоте к которому был добавлен раствор ферментного препарата выдерживался в течении определенного времени. После этого процесс ферментативного гидролиза гасился кипячением исходного раствора в течении 30 минут на водяной бане. Далее из раствора исходной концентрации готовился разведением раствор для определения характеристической вязкости с концентрацией $c = 0,1$ г/дл. Начальная скорость ферментативного гидролиза хитозана V_0 оценивалась на линейном участке по падению его характеристической вязкости $[\eta]$.

Как показали наши исследования введение АМС снижает скорость ферментативного гидролиза ХТЗ. С нашей точки зрения, это связано с изменением структуры полимерной матрицы под действием электролита (антибиотика).

© Гурина М.С., Чернова В.В., 2013 г.

Изучение динамических характеристик растворов полиэлектролитов имеет существенные особенности по сравнению с растворами неионогенных полимеров. Для растворов неионогенных полимеров установлено, что при концентрации c^* , определяемой как точка кроссовера, среднее расстояние между центрами масс макромолекул превышает размеры полимерного клубка, а при $c > c^*$ в растворе полимера формируется флуктуационная сетка зацеплений. В таком случае концентрация c^* , определяемая как величина, обратная значению характеристической вязкости полимера, численно совпадает со значением концентрации формирования сетки зацеплений c_c . В случае полиэлектролитов существенным фактором, определяющим поведение раствора, является электростатическое отталкивание между полиионами, что должно влиять и на положение концентрации кроссовера c^* , и на параметры сетки зацеплений. Цель данной работы – исследование влияния концентрационного режима на структурообразование и динамические свойства полиэлектролита хитозана в уксусной кислоте. Изучение процессов структурообразования растворов хитозана было проведено реологически с применением модульного реометра НААКЕ MARS III. В ходе выполнения работ выявлено, что зависимость сдвиговой вязкости от концентрации хорошо аппроксимируется степенной функцией $\eta \sim c^n$. При этом тангенсы углов наклона аппроксимирующих прямых равны 1 и 6 на начальном и конечном участке соответственно. Так как значение характеристической вязкости изучаемого образца хитозана равно 7,8, перекрывание клубков начинается при концентрации $c^* = 1/7,8 = 0,13\%$ масс. Реологические исследования свидетельствуют о том, что формирование флуктуационной сетки зацеплений происходит при концентрации хитозана в растворе c_c порядка 1% масс. Энергия активации вязкого течения 1% раствора хитозана, определённая в диапазоне температур 20-60 °С, составляет около 20 кДж/моль. Таким образом, экспериментально установлено, что концентрация кроссовера c^* и концентрация формирования флуктуационной сетки зацеплений c_c для раствора хитозана в уксусной кислоте не совпадают.

Из литературных данных известно, что при полимеризации стирола в присутствии фуллерена C_{60} происходит связывание полистирольного радикала (R) фуллереном (показано на основании экспериментальных исследований). В настоящей работе с помощью квантово-химического моделирования рассчитано строение интермедиатов, образующихся при взаимодействии фуллерена C_{60} с полистирольными радикалами (R^*), а также тепловые эффекты данных реакций (для температуры 298 К). Квантово-химические расчёты выполнены на уровне теории функционала плотности. Изменение энтальпии реакции образования интермедиата $C_{60}R^*$ составляет -46.4 кДж/моль. Энергетический барьер данной реакции равен 9.5 кДж/моль. Спиновая плотность в данном интермедиате делокализована и имеет максимальные значения на 3-х атомах углерода, по которым возможно наиболее выгодное с энергетической точки зрения присоединение второго макрорадикала и мономера. В основном состоянии 1,4-присоединение полистирольного радикала протекает без энергетического барьера с тепловым эффектом -136,3 и -130,6 кДж/моль. В возбужденном состоянии (мультиплетность системы равна 3) наиболее вероятно присоединение макрорадикала к более отдаленным от полистирольной части аддукта $C_{60}R^*$.

Моделирование различных реакций взаимодействия диаддукта $C_{60}(R)_2$ с макрорадикалом показало возможность образования триаддуктов $C_{60}(R)_3$. Тепловой эффект наиболее вероятной с энергетической точки зрения реакции присоединения полистирольного радикала к интермедиату $C_{60}(R)_2$ составляет -34.7 кДж/моль, а энтальпия активации – 17.6 кДж/моль. Спиновая плотность в триаддукте $C_{60}(R)_3$ делокализована.

Присоединение стирола имеет тепловой эффект равный 9.1 кДж/моль, а энтальпия активации равна 41.7 кДж/моль. Энергетический барьер такой реакции выше, чем для реакции роста цепи полимеризации стирола, следовательно, присоединение мономера к аддукту $C_{60}R^*$ менее вероятно. Величина спиновой плотности в таком интермедиате на фрагменте $C_{60}R^*$ составляет 0.43 а.е.

Работа поддержана федеральной целевой программой «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы» (Соглашение №8444) и грантом Президента РФ (МК-1736.2012.3).

**ИЗУЧЕНИЕ СТЕПЕНИ ПРОТОНИРОВАНИЯ РАСТВОРОВ
ХИТОЗАНА В РАЗЛИЧНЫХ КИСЛОТАХ**

Каримова Р.Д.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

Полисахарид хитозан, представляющий собой частично дезацетилированное производное полимера природного происхождения хитина, в последнее время привлекает внимание большого числа исследователей. Причина того – комплекс уникальных свойств хитозана, среди которых совместимость с тканями живых организмов, биodeградируемость, высокая сорбционная ёмкость и т.д. Одним из неоспоримых достоинств хитозана по сравнению с его ближайшими аналогами – хитином и целлюлозой, является то, что он легко растворяется в кислых водных средах, образуя вязкие растворы, которые затем перерабатываются в пленки и находят разнообразное применение. При растворении аминогруппы хитозана протонируются, в результате чего соотношение компонентов в бинарном растворителе кислота-вода определяет не только степень протонирования полимера, но и конформационное состояние макромолекулы в растворе.

Целью данной работы стал поиск корреляции между степенью протонирования хитозана в бинарных растворителях –соляная кислота- вода и уксусная кислота-вода, его вязкостными характеристиками и реакционной способностью в процессе ферментативной деструкции.

В ходе изучения растворов хитозана методом потенциометрии был сделан вывод о том, что при мольном соотношении уксусная кислота:хитозан равном 5-7, и соляная кислота:вода равном 0,8 достигается максимально возможная для хитозана степень протонирования. В результате при изменении состава бинарного растворителя и увеличения степени протонирования происходит реализация такого конформационного состояния хитозана, при котором доступность гликозидной связи хитозана для взаимодействия с ферментными препаратами становится максимально возможной. Именно этот факт может стать причиной экстремальной зависимости степени и скорости ферментативной деструкции хитозана от мольного соотношения кислота:хитозан.

© Каримова Р.Д., 2013 г.

**БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ ПЛЁНКИ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНА
НИЗКОЙ ПЛОТНОСТИ, МОДИФИЦИРОВАННОГО ХИТОЗАНОМ**

Крупеня И.В., Лаздин Р.Ю., Валиев Д.Р.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Для создания экологически безопасных, биоразлагаемых полимерных материалов перспективно использование смесей синтетических полимеров с природными, которые могут играть как роль наполнителя, так и модификатора, обеспечивая фрагментацию макромолекулы синтетического полимера за счет собственной биодеструкции. В данной работе модифицирование синтетического полимера полиэтилена низкой плотности (ПЭНП) природным – хитозаном (ХТЗ) - достигается их совмещением в условиях воздействия высокого давления и сдвиговой деформации. При этом получены ультрадисперсные порошки с разным соотношением компонентов, с высокой степенью их гомогенизации. Для ряда образцов порошков ПЭНП/ХТЗ установлено, что коэффициент поглощения сконденсированных паров воды зависит от содержания хитозана в образце. Пленки, полученные на основе исходных порошков методом ротационного формования, хорошо поглощают воду. Так, для порошка ПЭНП/ХТЗ 50/50 масс. % коэффициент поглощения по парам воды составляет 25,4 %, а для пленки аналогичного состава равен 38,0 %.

В случае, когда пленочные образцы помещались в раствор ферментного препарата, коэффициент водопоглощения плёнок повышался. При этом наблюдалась потеря массы пленочных образцов при выдержке пленок более 30- 40 дней, а после 40 дней испытаний пленки с содержанием ХТЗ 50% и толщиной 0,1 мм потеряли целостность. Эти факты явились косвенным доказательством возможности протекания биоразложения полимерных образцов. Тест на биоразлагаемость в условиях, максимально соответствующим природным, показал, что в течение первых двух месяцев масса пленок уменьшается на 2 – 3 % . При этом наибольшая потеря массы наблюдается для образцов, содержащих 50 – 60 масс. % хитозана.

Для исследуемых пленок определены прочностные характеристики, установлено, что введение полисахарида в композицию с полиэтиленом приводит к небольшому снижению предела прочности плёнок. При этом количество хитозана практически не сказывается на прочности композиций.

Таким образом, разработан способ получения композиций на основе ультрадисперсных порошков полиэтилена, модифицированного хитозаном в условиях комбинированного воздействия высокого давления и сдвиговой деформации. Полученные образцы обладают приемлемыми прочностными характеристиками, хорошей водопоглощающей способностью и способны к биоразложению.

© Крупеня И.В., 2013 г.

**КОМПОЗИЦИЯ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН
НА ОСНОВЕ ПРОДУКТОВ ДЕСТРУКЦИИ ХИТОЗАНА
И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ**

Назарова А.Ю., Шарипова Э.А., Хайруллина А.И.
Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Для предотвращения поражения семян и их всходов используются композиционные составы, содержащие активные компоненты и плёнообразующие вещества (имеющие, обычно, полимерную природу). В качестве плёнообразующей основы таких композиций представляют интерес низкомолекулярные полимергомологи природного полимера хитозана и его производных. В связи с этим, целесообразным является исследование различных способов деструкции растворов хитозана и сукцината хитозана для получения низкомолекулярных гомологов и изучение их биологической активности.

В работе использованы образцы хитозана со степенью деацетилирования 82% и М.м.=80000 а.е.м. и сукцината хитозана с М.м. = 207 кДа и степенью замещения 75 %. Динамическую вязкость растворов хитозана (концентрация 1 г/дл) в 1 %-ой уксусной кислоте, сукцината хитозана (концентрация 2-5 г/дл) в воде и продуктов деструкции измеряли на реометре Нааке Mars III при 20⁰С. Установлено, что вязкость растворов хитозана и сукцината хитозана и в случае кислотного гидролиза (в присутствии 0,005 н HCl при 70⁰ С), и в случае радикально-цепной деструкции (инициатор – H₂O₂, 0,01 моль/л) резко уменьшается в первые 60-70 мин процесса. Изменение вязкости, которое для растворов хитозана и ряда его производных в области малых концентраций обычно коррелирует с изменением молекулярной массы, подчиняется уравнению первого порядка.

Оптимальная концентрация продуктов деструкции хитозана и сукцината хитозана в составе плёнообразующей композиции для предпосевной обработки семян определена по результатам биологических испытаний в пределах концентраций плёнообразующей основы от 10⁻¹ до 10⁻⁴ г/л. Установлено, что 0,001 %-ные растворы продуктов деструкции хитозана (в 1 %-ной уксусной кислоте) и сукцината хитозана (в воде) оказывают положительное влияние на энергию роста семян пшеницы сортов «Экада-70» и «Башкирская».

Работа выполнена при поддержке гранта ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы, мероприятие 1.1 «Проведение научных исследований коллективами научно-образовательных центров» XIII очередь, Шифр заявки 2012-1.1-12-000-1015-540, соглашение 844 от 31.08.12.

© Назарова А.Ю., 2013 г.

**THE SIGNIFICANCE OF OBTAINING MEDICINAL
PREPARATIONS FROM BIODEGRADABLE
CHITOSAN-BASED SYSTEMS**

Lazdin R.Yu, Chernova V.V. ,
English language advisor Yuzlikbaeva D.Sh.
The Bashkir State University, Ufa

The production of therapeutical systems capable of prolonged and targeted transport of biologically active substances is an urgent. The success of constructing systems with regulated transport of medicinal preparations is condition by the availability of an appropriate material used as the matrix for deposition of the medicine. A promising material for obtaining systems with regulated transport of medicinal preparations is the polysaccharide chitosan (Cht). Its unique properties – biocompatibility with organisms tissues, bacteriostaticity, the ability to enhance regenerative processes during wound healing as well as the capacity for film formation, predetermine the possibility of using Cht as film coatings of prolonged action for protection and treatment of surgical wounds and burns. One of the significant advantages of Cht-based coatings is their capacity for enzymatic destruction under the action of enzymes produced by wound surface. In this case during the process of enzymatic destruction of the film coating on wound surface there occurs gradual release of a medical substance.

The present work is devoted to considers the peculiarities of release of the medical preparation – antibiotics amikacin from biodegradable chitosan films. Cht films were obtained by the method of casting of polymer solution in 1% acetic acid onto the glass surface with the aim of obtaining chitosan acetate. The water solution of antibiotics was added to Cht solution immediately before films formation. To simulate the process of enzymatic destruction of a Cht film specimen on wound surface the film was put into the solution of the enzymatic preparation «Lirase» and was kept at 36⁰С for a definite period of time. The amount of enzymatic preparation varied from 1 to 10% of the Cht mass.

The analysis of kinetic curves of amikacin release shows that the mechanism of antibiotics yield is determined by of two processes: the desorption proper by diffusion mechanism and the medicinal preparation release during Cht enzymatic destruction. In this case the rate of antibiotics release is directly interrelated with «Lirase» concentration in the solution. At increasing the enzymatic preparation concentration the rate of antibiotics release increases.

© Lazdin R.Yu., Chernova V.V., 2013

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА В РЕАКТОРЕ СМЕШЕНИЯ ПРИ ПРОТЕКАНИИ RAFT-ПОЛИМЕРИЗАЦИИ СТИРОЛА

Опаркин А.В., Шиян Д.А., Улитин Н.В., Дебердеев Т.Р.

Казанский национальный исследовательский технологический университет
г. Казань, Россия

Контролируемая радикальная полимеризация по механизму обратимой передачи цепи (RAFT-полимеризация) позволяет получать узкодисперсные полимеры с заданными значениями молекулярно-массовых характеристик (ММХ). Процесс еще не успел получить промышленного распространения, что связано с отсутствием данных о взаимовлияющих процессах теплообмена и химического превращения. В данной работе был рассчитан тепловой баланс реактора смешения для RAFT-полимеризации стирола с учетом взаимовлияющих процессов теплообмена и химического превращения, протекающих в ходе синтеза. Тепловой баланс реактора смешения:

$$c_p \frac{dT}{dt} = -k_p [R][M] \Delta H + \frac{N}{V} K_T S (T - T_{руб}), \quad \text{где } c - \text{ удельная}$$

теплоемкость полимеризационной массы (ПМ), кДж/(кг·К); ρ – плотность ПМ, кг/дм³; T – температура ПМ, К; t – время, с; k_p – константа скорости роста, л/(моль·с); $[R]$, $[M]$ – концентрации радикалов и мономера, моль/л; ΔH – энтальпия, кДж/моль; N – мощность мешалки, кДж/с; K_T – коэффициент теплопередачи, кДж/(К·дм²); S – поверхность теплопередачи, дм²; V – объем ПМ, дм³; $T_{руб}$ – температура в рубашке, К. Тепловой баланс рассчитывался для стеклянного реактора с внутренним диаметром 0.75 дм, высотой 1 дм, толщиной стенок 3 мм. Теплоноситель – силиконовое масло.

Ключевым параметром теплового баланса является K_T . С учетом конфигурации аппарата и мешалки, гидродинамики, вязкости ПМ был проведен расчет K_T в диапазоне температур ПМ 333-393 К. Среднее значение составило 32.1 Вт/(м²·К). Математическое описание процесса химического превращения при RAFT-полимеризации стирола создавалось в рамках кинетического подхода с использованием метода производящих функций. Учет влияния теплообмена на химическое превращение заключался в расчете изменения температуры в ходе процесса. Адекватность описания взаимовлияющих процессов химического превращения и теплообмена доказывалось корреляцией значений ММХ полистирола, полученных путем расчета по математической модели, и значений, полученных экспериментально. Результаты работы могут быть использованы при разработке технологии процесса получения в реакторе смешения узкодисперсного полистирола с заданными значениями ММХ.

Исследования поддержаны РФФИ № 12-03-97050-р_Поволжье_а.

© Опаркин А.В., Шиян Д.А., Улитин Н.В., Дебердеев Т.Р., 2013 г.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФЕНОЛЬНЫХ СТАБИЛИЗАТОРОВ ПРИ ДЕСТРУКЦИИ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДАСалимгареева Д.С.¹, Габитов И.Т.¹, Ахметханов Р.М.¹,
Черезова Е.Н.², Мукменева Н.А.²¹Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия²Казанский национальный исследовательский технологический университет,
г. Казань, Россия

Основным недостатком ПВХ является его ограниченная термостойкость, что требует применения различных стабилизаторов для предотвращения деструкции полимера. В частности, в процессе производства ПВХ-материалов для повышения их термоокислительной устойчивости используют антиоксиданты. Наиболее эффективными антиоксидантами, повышающими антиокислительную устойчивость ПВХ и материалов на его основе, являются производные фенола.

Целью данной работы являлась изучение эффективности некоторых новых фенольных соединений в процессе термоокислительной деструкции пластифицированных ПВХ-композиций. В качестве объектов изучения были использованы стабилизаторы: 4,4'-метиленис (2,6-ди-трет-бутилфенол), 6,6'-метиленис(2,4-ди-трет-бутилфенол), 2,6-ди(3,3',5,5-ди-трет-бутил-4,4'-оксибензил) циклогексан-1-он. По показателю снижения скорости дегидрохлорирования ПВХ, пластифицированного диоктилфталатом, в условиях термоокислительной деструкции показано, что стабилизирующая эффективность изученных добавок превосходит ионол и практически не уступает дифенилолпропану.

Высокая стабилизирующая эффективность образцов подтвердилась также по показателю времени термостабильности ПВХ-композиций. Дополнительное введение в пластифицированные ПВХ композиции включающие металлосодержащие стабилизаторы – акцепторы исследуемых образцов увеличивает показатель «время термостабильности» в 1,5-1,8 раза.

Таким образом, изученные образцы обладают высокими антиокислительными свойствами, что позволяет использовать их в качестве стабилизирующих добавок для конкретных полимерных ПВХ- композиций.

© Салимгареева Д.С., Габитов И.Т., Ахметханов Р.М.,
Черезова Е.Н., Мукменева Н.А., 2013 г.

УДК 8.7

**ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА
ПОЛУЧЕНИЯ ОЛИГОМЕРНОЙ СЕРЫ С ПОМОЩЬЮ
ТЕХНОЛОГИИ ГИДРОАКУСТИЧЕСКОЙ КАВИТАЦИИ**

Дебердеев Р.Я., Широких Е.Б., Улитин Н.В.,

Терещенко К.А., Дебердеев Т.Р.

Казанский национальный исследовательский технологический университет
г. Казань, Россия

В настоящее время в результате полимеризационных процессов возможно получение ряда важных высокомолекулярных соединений, в том числе олигомерной серы – агента вулканизации, обладающего неоспоримыми преимуществами перед низкомолекулярной серой. Олигомерная сера не мигрирует между слоями многослойных резиновых и резинотканевых систем, не «выцветает» с поверхности резиновых смесей, что позволяет дольше хранить и поддерживать их свойства, обеспечивает однородную и интенсивную вулканизацию при меньшем времени процесса.

Предложен новый подход к получению олигомерной серы, основой которого является одновременное воздействие на объект различных физических полей: температуры до 160-180°C, давления до 20 МПа и интенсивных сдвиговых деформаций с турбулизацией потока и гидроакустическими колебательными воздействиями в области частот ниже 1 кГц. В результате подобных воздействий разрушаются характерные для серы кристаллические образования, с формированием серы наноразмерного состояния.

При превышении некоторой пороговой величины энергии акустического излучения в потоке жидкости возникают пузыри, захлопывающиеся во времени полупериодов сжатия, с образованием кратковременных импульсов давления, оказывающих значительное силовое воздействие на среду. Это воздействие реализуется в установке, собранной вокруг гидравлических насосов и представляющей собой замкнутую цепь насосов различных типов.

Экспериментально подтверждено, что вследствие интенсификации процесса обработки серы в расплаве при температурах до 160-180°C благодаря кавитационному воздействию на реакционную среду осуществляется получение олигомолекулярного продукта. Показано, что кавитационное воздействие на расплав серы не только увеличивает выход олигомерного продукта, но и позволяет понизить начальную температуру протекания процесса, что делает эту технологию энергосберегающей.

Экспериментальные образцы применялись в качестве агентов вулканизации в составе резиновых смесей. Вулканизаты из СКИ-3 прошли лабораторные испытания на определение вязкости по Муни, пластичности,

сопротивления разрыву, выносливости при многократном растяжении и других свойств, которые находятся одинаковы независимо от вида используемой серы

© Дебердеев Р.Я., Широких Е.Б., Улитин Н.В., Терещенко К.А.,

Дебердеев Т.Р., 2013г.

УДК 66.011

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ И МОЛЕКУЛЯРНО-
МАССОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БУТИЛКАУЧУКА,
ПОЛУЧЕННОГО В ТРУБЧАТОМ ТУРБУЛЕНТНОМ РЕАКТОРЕ.**

Улитин Н.В., Терещенко К.А., Сидельникова В.А.,

Набиев Р.Р., Дебердеев Р.Я.

Казанский национальный исследовательский технологический университет
г. Казань, Россия

Бутилкаучук (БК) применяется для изготовления резины для шин, антикоррозионных обкладочных резин и изделий для фармацевтической промышленности. Увеличивающийся из года в год спрос на этот материал требует увеличения выпуска БК. Это обуславливает необходимость замены используемых в его синтезе традиционных промышленных реакторов смешения на более производительные малогабаритные трубчатые турбулентные реактора (МТТА). Однако закономерности синтеза БК в МТТА мало изучены. В тоже время замечено, что геометрия аппарата напрямую влияет на молекулярно-массовое распределение и свойства БК. Поэтому целью работы являлось создание модульной математической модели кинетики, гидродинамики и теплообмена процесса синтеза БК в МТТА и определение влияния условий процесса на молекулярную массу, ненасыщенность и вязкость по Муни продукта.

Кинетический модуль был разработан на основе метода производящих функций. Константы элементарных реакций, используемые в модуле, были найдены из литературных источников или определены из решения обратной задачи по имеющимся экспериментальным данным. Поля скоростей, температур и кинетической энергии турбулентности находились по стандартной k-ε модели.

Адекватность полученной модели была подтверждена сравнением экспериментальных молекулярно-массовых характеристик БК полученного в среде метилхлорида с использованием в качестве катализатора хлорида алюминия с теми же значениями, полученными при комплексном решении всех трех модулей модели для аппарата той же геометрии.

Из литературных источников была выведена полуэмпирическая формула зависимости вязкости БК от его молекулярной массы. После этого были проведены численные эксперименты по определению влияния геометрии МТТА диффузор-конфузорного типа (число секций, длина секции, отношение диаметра секции к ее длине, угол раствора конфузора) и других влияющих факторов (концентрации реагентов, температура процесса) на наиболее важные для бутилкаучука параметры (вязкость по Муни, молекулярная масса, ненасыщенность).

Полученный результат может стать основой новых конструктивных решений при создании малогабаритных трубчатых аппаратов для быстрых химических реакций.

© Улитин Н.В., Терещенко К.А., Сидельникова В.А., Набиев Р.Р., Дебердеев Р.Я., 2013г.

УДК 66.011

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФОРМАЛИЗМ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА БУТИЛКАУЧУКА В ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ПОСТАНОВКЕ ЗАДАЧИ

Терещенко К.А., Улитин Н.В., Набиев Р.Р., Шиян Д.А., Дебердеев Т.Р., Дебердеев Р.Я.

Казанский национальный исследовательский технологический университет, институт полимеров, г. Казань, Россия

Бутилкаучук (БК) – сополимер изобутилена (ИБ) с небольшим количеством изопрена (ИП) (0.6-5%) является востребованным во многих областях химической промышленности многотоннажным продуктом. Ко всем промышленно выпускаемым маркам БК предъявляются требования относительно вязкостных свойств, в частности, вязкости по Муни. Задача получения БК с априорно известными вязкостными характеристиками, в силу чувствительности процесса к примесям в исходных реагентах, больших скоростей элементарных реакций и т.д., является чрезвычайно трудной. Данная задача решалась с помощью математического моделирования процесса получения БК. На данный момент, по сути, отсутствуют адекватные математические модели процесса синтеза БК, на основе которых осуществлялось бы регулирование вязкостных свойств БК. Поэтому целью работы являлось создание математической модели, описывающей кинетику синтеза БК в среде метилхлорида и позволяющей прогнозировать молекулярно-массовые характеристики (ММХ) и вязкость по Муни БК. Моделирование кинетики синтеза БК проводилось в условиях, приближенных к условиям промышленного синтеза БК. Из литературы был установлен полный набор протекающих в системе реакций, на основе

которого определяли наиболее вероятную кинетическую схему протекания процесса сополимеризации. Часть данных удалось определить по температурным зависимостям констант скоростей реакций, неизвестные константы скоростей реакций находились решением обратной кинетической задачи. Кинетическая схема получила математическую формализацию в виде системы дифференциальных уравнений химической кинетики. Далее, с использованием математического аппарата производящих функций эта система была преобразована в систему дифференциальных уравнений относительно моментов ММР сополимера. В лаборатории, в условиях, приближенных к условиям промышленного синтеза БК, были определены экспериментальные зависимости конверсий мономеров, среднечисленной и среднемассовой молекулярной массы и полидисперсности от времени для процессов катионной сополимеризации ИБ с ИП и катионной полимеризации ИБ. Экспериментальные данные были разделены на две группы. Из значений первой группы, решением обратной кинетической задачи в два этапа (первый этап – определение констант реакций катионной полимеризации ИБ, второй этап – определение оставшихся констант реакций сополимеризации ИБ с ИП, при известных значениях констант, определенных на первом этапе), были определены недостающие кинетические константы. По значениям второй группы экспериментальных данных была доказана адекватность модели. При этом численное решение как прямой, так и обратной задачи проводилось стандартными средствами пакета Wolfram Mathematica 8.0.

Численные эксперименты по влиянию исходных концентраций мономеров, катализатора, температуры показали возможность варьирования в широком пределе ММХ ИБ и его сополимера с ИП, что позволяет получать широкий спектр продуктов с различными вязкостными свойствами.

© Терещенко К.А., Улитин Н.В., Набиев Р.Р., Шиян Д.А., Дебердеев Т.Р., Дебердеев Р.Я., 2013 г.

ФЕРМЕНТАТИВНЫЙ ГИДРОЛИЗ ХИТОЗАНА В ПРИСУТСТВИИ АМИКАЦИНА СУЛЬФАТА

Туктарова И.Ф., Кулиш Е.И.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

Одним из важнейших достоинств полимера природного происхождения хитозана (ХТЗ) является его способность к ферментативному гидролизу под действием неспецифических ферментов, например, гиалуронидазы, присутствующей на раневой поверхности. В связи с этим, одним из перспективных направлений использования ХТЗ является получение биологически активных пленочных материалов для медицинского применения, в том числе, для лечения ожоговых ран. Включение в хитозановую пленку лекарственного вещества, например, широко используемого в лечении ожоговой травмы антибиотика сульфата амикацина (АМС), позволяет снизить вероятность нагноения и способствует подавлению развития инфекции. Однако добавление АМС к раствору ХТЗ может принципиальным образом сказаться на скорости его ферментативного гидролиза, что диктует необходимость проведения отдельных кинетических исследований.

В ходе работ впервые были определены особенности ферментативного гидролиза ХТЗ в растворе 1% уксусной кислоты в отсутствие и присутствии антибиотика АМС. Обращает на себя внимание тот факт, что при добавлении АМС к раствору ХТЗ наблюдается снижение максимальной скорости ферментативного гидролиза V_{max} и увеличение константы Михаэлиса-Мэнтен K_m .

Очевидно, подобное влияние АМС можно объяснить, если учесть тот факт, что используемый антибиотик представляет собой низкомолекулярный электролит, присутствие которого в растворе ХТЗ вызывает увеличение ионной силы раствора, подавление эффекта полиэлектролитного набухания и, как следствие этого, уменьшение в размере макромолекулярного клубка и увеличению его плотности. Таким образом, доступность звеньев ХТЗ для взаимодействия с ферментным препаратом уменьшается, что в итоге приводит к наблюдаемым изменениям кинетических параметров процесса.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АМИНОВ С ПОЛИГАЛОГЕНЦИКЛОПРОПАНАМИ

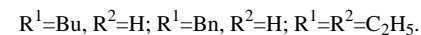
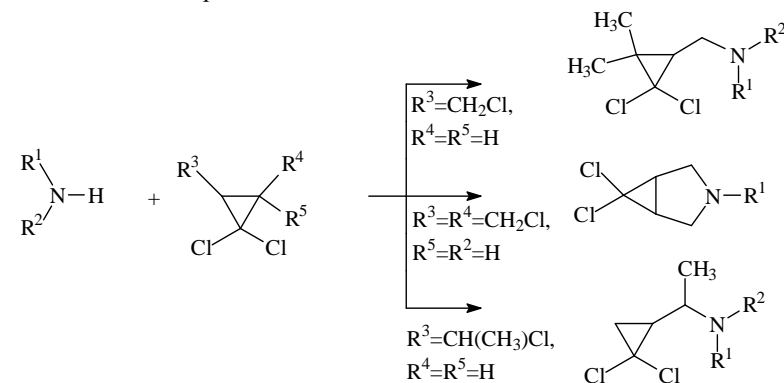
Аминова Э.К., Михайлова Н.Н., Казакова А.Н.

Уфимский государственный нефтяной технический университет
г. Уфа, Россия

В органическом синтезе в качестве удобного и селективного метода получения аминов, содержащих циклопропановый фрагмент, применяется реакция замещенных *гем*-дихлорциклопропанов с *N*-нуклеофилами.

Нами было оценено влияние заместителей в циклопропановом кольце на взаимодействие *гем*-дихлорциклопропанов с некоторыми первичными и вторичными аминами (бутил-, бензил- и диэтиламины).

Обнаружено, что монохлоралкил-*гем*-дихлорциклопропаны реагируют с трехкратным избытком аминов в ДМСО, образуя продукты замещения *экзо*-циклических атомов хлора.



Установлено, что 2,2-диметил-3-хлорметил-*гем*-дихлорциклопропан реагирует с аминами медленнее, чем вторичный этилхлорид. Взаимодействие *цис*-2,3-дихлорметил-*гем*-дихлорциклопропана с первичными аминами протекает в условиях межфазного катализа при температуре 75-80°C с образованием бициклического третичного амина. Следует отметить, что во всех реакциях *гем*-дихлорциклопропанов с аминами замещение *эндо*-циклических атомов хлора на аминогруппы не наблюдалось.

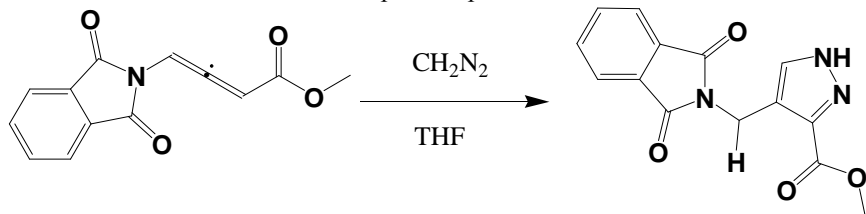
**1,3-ДИПОЛЯРНОЕ ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЕ
ДИАЗОМЕТАНА С МЕТИЛ-4-(N-ФТАЛИЛ) БУТА-2,3-ДИЕНОАТА
В СРЕДЕ ТГФ.**

Гайнетдинова Л.М.¹, Мухаметьянова А.Ф.¹,
Сергеева Н.А.¹, Сахаутдинов И.М.²

¹Башкирский государственный университет,

²Институт органической химии УНЦ РАН. г. Уфа, Россия

В продолжение работ по синтезу пиразолов, которые находят широкое применение в фармакологии как противодиабетические, противовирусные, противомикробные, антибактериальные и противоопухолевые препараты [1,2] нами синтезирован пиразол на основе метил-4-(N-фталил)бута-2,3-диеноата, подобраны условия, при которых продукт выпадает в осадок, что исключает дальнейшие N-H внедрение при избытке диазометана.



Пиразолы образуются в ходе 1,3-диполярного циклоприсоединения диазометана к алленоатам в присутствии основания Льюиса [3]. В данном случае в качестве основания и растворителя выступает ТГФ.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для ведущих научных школ № НШ-7014.2012.3, программы фундаментальных исследований Президиума РАН №.8

Литература

1. Elguero, J.; Goya, P.; Jagerovic, N.; Silva, A. M. S. In *Targets in Heterocyclic Systems*, Attanasi, O. A.; Spinelli, D. Eds, Italian Society of Chemistry, Roma, Italy, **2002**, Vol. 6, pp. 52-98.
2. Bekhit, A. A.; Ashour, H. M.; Guemei, A. A. *Arch. Pharm. (Weinheim)*, **2005**, 338, 167
3. I. M. Sakhautdinov, I. R. Bатыршин, A. A. Fatykhov, V. M. Yumabaeva, K. Yu. Suponitskii, M. Yu. Antipin, M. S. Yunusov. *Journal of Structural Chemistry*. 2013. Vol. 54, No. 2, pp. 383-387

© Гайнетдинова Л.М., Мухаметьянова А.Ф.,
Сергеева Н.А., Сахаутдинов И.М., 2013 г.

**СИНТЕЗ КОНЬЮГАТА
ФТОРУРАЦИЛ-1-ИЛУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ С ГЛИЦИНОМ**

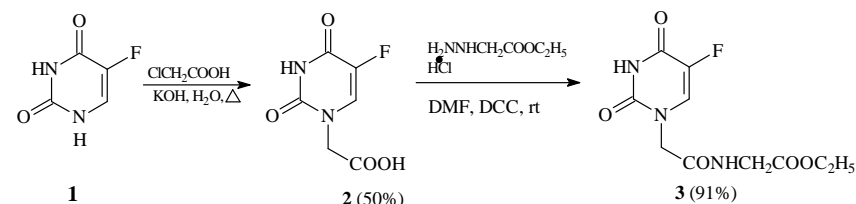
Гимадиева А.Р.², Фаттахов А.Х.^{1,2}, Туйгунова Ф.З.¹,
Мустафин А.Г.^{1,2}, Абдрахманов И.Б.²

¹Башкирский государственный университет,

²Институт органической химии Уфимского научного центра РАН,
г. Уфа, Россия

Известно, что модифицированные урацилы обладают разнообразной фармакологической активностью [1]. Наиболее описаны модификации урацила введением различных функциональных групп в положения N(1), N(3), C(5) и C(6) [2]. Одно из перспективных направлений модификации урацилов – введение остатков биологически активных веществ, в частности, природных аминокислот. В предыдущих работах нами было описано введение остатка аминокислоты по положениям C(5) и N(1) аминотимированием по Манниху и по положению C(5) ацилированием аминогруппы 5-амино-6-метилурацила и 5-амино-1,3,6-триметилурацила.

Введение аминокислотного остатка в положения N(1) и N(3) урацила возможно при взаимодействии урацилилуксусных кислот с эфирами аминокислот:



Алкилирование фторурацила **1** хлоруксусной кислотой проводили в водном растворе КОН при температуре кипения [3]. Полученное соединение **2** конденсировали с этиловым эфиром глицина в ДМФА в присутствии DCC при комнатной температуре.

Литература

1. Ф.Х. Камиллов, Д.Н. Лазарева, В.В. Плечев. *Пиримидины и их применение в медицине*. – Уфа: Изд. БГМИ, 1992, 159с.
2. А.Р. Гимадиева, Ю.Н. Чернышенко, И.Б. Абдрахманов, А.Г. Мустафин *Синтез, модификации и биологическая активность урацилов*. – Уфа: Гилем, 2013, 176с.
3. Masao Tada. *Antineoplastic agents. The preparation of 5-fluorouracil-1-acetic acid derivatives* // *Bulletin of the chemical society of Japan*, 1975, V 11, N 11, P.3427-3428.

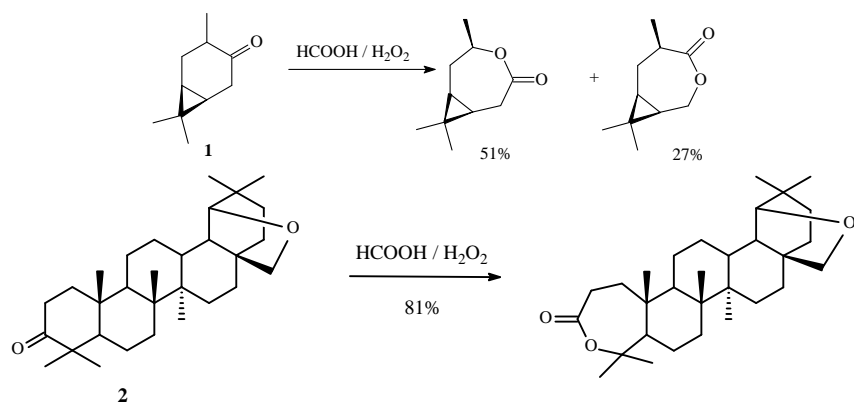
© Гимадиева А.Р., Фаттахов А.Х., Туйгунова Ф.З.,
Мустафин А.Г., Абдрахманов И.Б., 2013 г.

ОКИСЛЕНИЕ ТЕРПЕНОВЫХ КЕТОНОВ ПО БАЙЕРУ-ВИЛЛИГЕРУ НАДМУРАВЬИНОЙ КИСЛОТОЙ

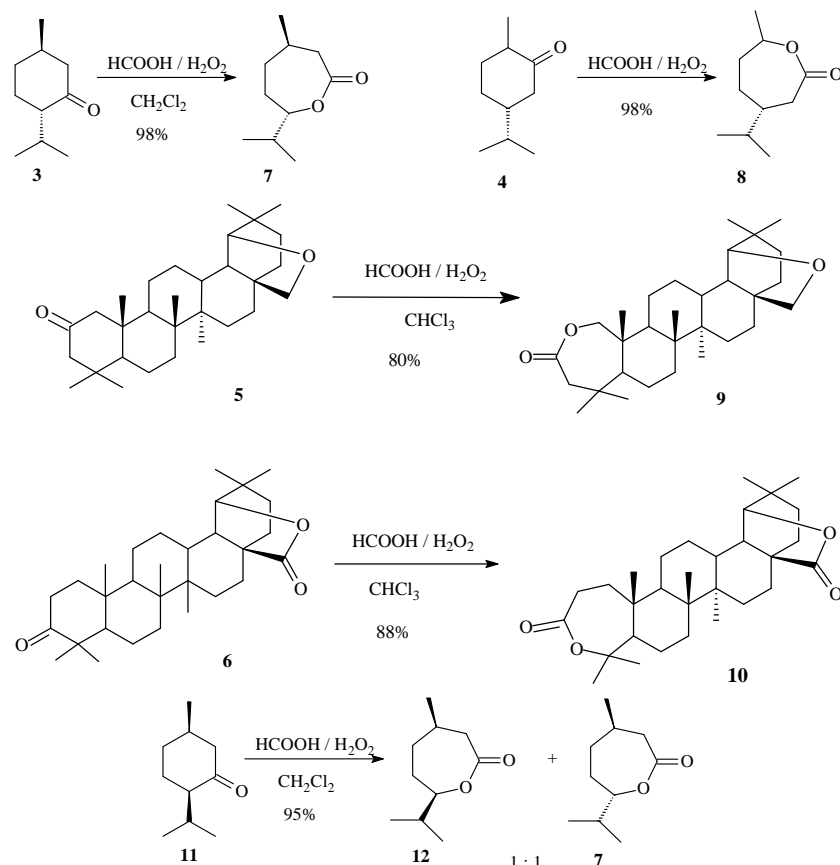
Выдрина В.А., Галкина Ю.А., Кравченко А.А., Ишмуратов Г.Ю.
Институт органической химии Уфимского научного центра РАН,
г. Уфа, Россия

Удобной и часто применяемой реакцией при получении лактонов из соответствующих кетонов является окисление по Байеру-Виллигеру, для осуществления которой обычно применяют монанадсерную, декансульфонаткислоту, *мета*-хлорнадбензойную, монанадфталевую, надкусусную, перфторнадбензойную и другие органические надкислоты [1]. Однако они не всегда дают удовлетворительные результаты (низкая конверсия и выход продуктов), к тому же они дорогостоящие или малодоступные (для получения многих из них требуются специальные установки и оборудование).

Для окисления кетонов по Байеру-Виллигеру реакционноспособным, дешевым и доступным реагентом представляется надмуравьиная кислота, мало используемая в превращениях терпеновых циклических кетонов: только для окисления изокаранона (1) [2] и аллобетулина (2) [3].



В данной работе нами впервые проведено окисление надмуравьиной кислотой (-)-ментона (3), карвоментона (4) и тритерпеновых кетонов (5) и (6), доступных из бетулина [4, 5]. Окисление вышеперечисленных кетонов идет регио- и стереоспецифично с образованием лактонов (7-10), соответственно. Следует отметить, что окисление изоментона (11) в вышеописанных условиях проходит с изомеризацией асимметрического атома с изопропильным заместителем и образованием диастереомерных лактонов (12) и (7).



Литература

- Ишмуратов Г.Ю., Выдрина В.А., Яковлева М.П. и др. // Журнал органической химии, 2012, Т. 48, № 9, С. 1211-1216.
- Dhillon S R., Gautam K V., Singh S., Singh J. // Ind. J. Chem. Section B: Organic Chemistry Including Medical Chemistry, 1991, V. 30B, N. 6, P. 574-578.
- Sejbal J., Klinot J., Hrcirova D., Vystrcil A. //Collection Czechoslovak Chem. Commun., 1985, V. 50, P. 2753-2759.
- Sejbal J., Klinot J., Protiva J., Vystrcil A. //Collection Czechoslovak Chem. Commun., 1986, V. 51, P. 118-127
- Казакова О.Б., Хуснутдинова Э.Ф., Куковинец О.С. и др. Химия природ. соедин., 2010, No. 3, С. 333-335

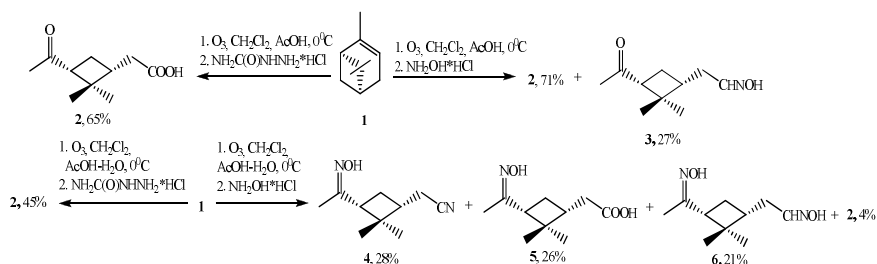
© Выдрина В.А., Галкина Ю.А.,
Кравченко А.А., Ишмуратов Г.Ю. 2013 г.

**ОЗОНОЛИТИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ (-)- α -ПИНЕНА
В УКСУСНОЙ КИСЛОТЕ И В СИСТЕМЕ
УКСУСНАЯ КИСЛОТА-ВОДА**

Гарифуллина Л.Р., Легостаева Ю.В.

Институт органической химии УНЦ РАН, г. Уфа, Россия

Озонолитическое расщепление олефинов – распространенный метод функционализации соединений с двойными связями. При применении данного метода к природному бициклическому монотерпену – (-)- α -пинену – (1) можно ожидать расширения его синтетических возможностей путем выхода к различным циклобутановым производным. Известно [1], что на структуру продуктов озонолиза оказывают влияние множество факторов, в том числе используемый растворитель. Нами изучалось разложение перекисных продуктов озонолиза (-)- α -пинена (1) в смеси хлористый метилен - уксусная кислота и в системе хлористый метилен - уксусная кислота-вода с последующей обработкой образующихся пероксидов солянокислыми семикарбазидом и гидроксиламином. Обнаружено, что присутствие воды в случае использования солянокислого семикарбазидом понижает выходы образующейся кетокислоты (2), а применение гидрохлорида гидроксилamina способствует образованию большого количества промежуточных продуктов реакции.

**Литература**

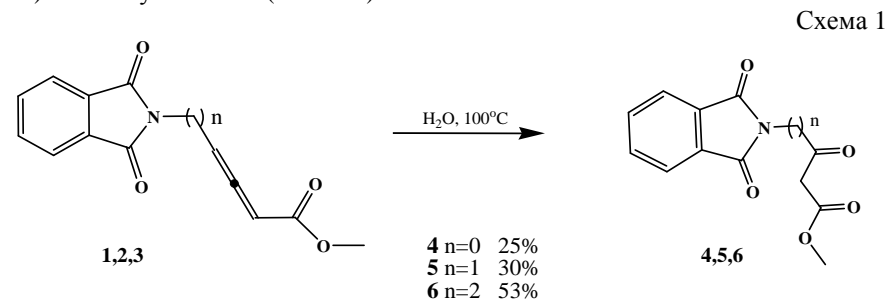
1. Ишмуратов Г.Ю., Легостаева Ю.В., Боцман Л.П., Толстиков Г.А. Превращения перекисных продуктов озонолиза олефинов // Ж. орган. химии, 2010, т. 46, № 11, с. 1591-1617.

© Гарифуллина Л.Р., Легостаева Ю.В., 2013 г.

**1,2-ДИЕНОАТЫ НА ОСНОВЕ N-ФТАЛИЛ- α , β , γ - АМИНОКИСЛОТ
ПРИ КОНВЕКЦИОННОМ НАГРЕВЕ В ВОДЕ**

Гибадуллина Г.Г.¹, Гумеров А.М.², Маликова Р.Н.¹, Сахаутдинов И. М.²¹Башкирский государственный университет²Институт органической химии УНЦ РАН, г. Уфа, Россия

В данной работе рассмотрены особенности взаимодействия воды с алленоатами 1, 2, 3, полученными на основе N-замещенных аминокислот при конвекционном нагреве. Аллены присоединяют воду в строгом соответствии с правилом Марковникова. Известно, что реакция идет при использовании серной кислоты или солей ртути [1, 2]. Нами обнаружено, что алленоат 1 растворяется в теплой воде, и его кипячение в течение часа приводит к образованию метил-4-(1,3-диоксо-1,3-дигидро-2H-изоиндол-2-ил)-3-оксобутаноата 4 (Схема 1).



Проведение гидратации алленоатов 2, 3 при кипячении в течение 3 часов приводит к метил-5-(1,3-диоксо-1,3-дигидро-2H-изоиндол-2-ил)-3-оксопентаноату 5 и метил-5-(1,3-диоксо-1,3-дигидро-2H-изоиндол-2-ил)-3-оксогексаноату 6 с выходами 30 и 53% соответственно.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ для поддержки молодых российских ученых и ведущих научных школ РФ НШ-7014.2012.3.

Литература

1. Caserio M.C. In: Selective Organic transformation. Ed. dy B.Thyagarajan. New York, Marcel Dekker, Inc., 1971, p. 240-295.
2. Петров А.А., Федорова А.В., Успехи химии, 1964, т.33, с. 1-27.

© Гибадуллина Г.Г., Гумеров А.М., Маликова Р.Н., Сахаутдинов И. М., 2013 г.

УДК 547.914.2:547.89.2

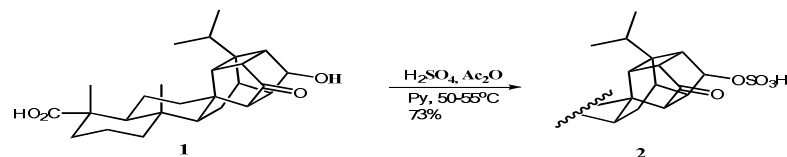
СИНТЕЗ (16R,20R)-4-ИЗОПРОПИЛ-16,20-ДИМЕТИЛ-9-ОКСО-6-(СУЛЬФООКСО)ГЕПТАЦИКЛО[10.8.0.0.3,7.0^{4,11}.0^{5,10}.0^{8,12}.0^{15,20}]ИКОЗАН-16-КАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ

Калимуллина А.А.¹, Вафина Г.Ф.², Галин Ф.З.^{1,2}

¹ Башкирский госуниверситет

² Институт органической химии УНЦ РАН, г. Уфа, Россия

Широкая доступность смоляных кислот – основного компонента сосновой живицы, а также большой синтетический и фармакологический потенциал этих кислот представляют несомненный интерес для химиков-органиков. Значительный интерес представляют аддукты левопимаровой кислоты с хинонами, обладающие противораковой, противовоспалительной, кардиостимулирующей активностью [1]. Природные и синтетические полимеры, несущие сульфатные группы (гепарин, каррагинан, декстран сульфат, хондроитин сульфат, поливиниловый сульфат и др.), как известно, имеют сильные противовоспалительные свойства. В связи с этим, получение сульфатных производных левопимаровой кислоты становится перспективным. Сульфат **2** получен по реакции кетоспирта каркасного производного хинопимаровой кислоты **1** с концентрированной H₂SO₄ в пиридине в присутствии Ac₂O, с выходом 73%. Структура соединения **2** доказана на основании спектральных данных и элементного анализа, [α]_D²⁰ +55° (с 0.5, CHCl₃+MeOH, 2:1).



Литература

1. Толстикова Г.А., Толстикова Т.Г., Шульц Э.Э., Толстикова С.Е., Хвостов М.В., Смоляные кислоты хвойных России.// Химия, фармакология, Гео, Новосибирск, 2011, 395 с.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для ведущих научных школ № НШ-7014.2012.3 и программы фундаментальных исследований Президиума РАН №8П.

© Калимуллина А.А., Вафина Г.Ф., Галин Ф.З., 2013 г.

УДК 547.537.9

НОВЫЙ ФУЛЛЕРЕНСОДЕРЖАЩИЙ МОНОМЕР ДЛЯ МЕТАТЕЗИСНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ

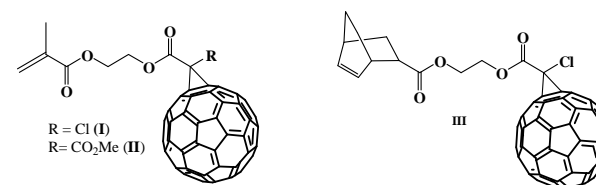
Биглова Ю.Н.¹, Торосян С.А.² Михеев В.В.¹,
Мустафин А.Г.¹, Мифтахов М.С.²

¹ Башкирский государственный университет,

² Институт органической химии УНЦ РАН, г. Уфа, Россия

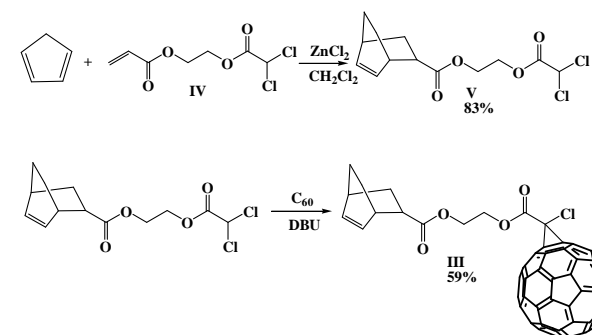
Фуллеренсодержащие тонкие полимерные пленки затребованы как акцепторные составляющие объемно-гетеропереходного типа солнечных батарей. Ранее мы описали синтезы фуллеренсодержащих мономеров **I** и **II**, пригодных для получения соответствующих метакрилатного типа полимеров и сополимеров по схеме радикальной полимеризации.

Схема 1



В данной работе мы приводим синтез нового мономера **III**, предназначенного для использования в метатеизисной полимеризации с раскрытием цикла (ROMP).

Схема 2



Структуры синтезированных аддуктов были доказаны методами ЯМР H¹, C¹³, ИК, УФ-спектроскопии и данными масс-спектрального анализа.

© Биглова Ю.Н., Торосян С.А., Михеев В.В.,
Мустафин А.Г., Мифтахов М.С., 2013 г.

**СИНТЕТИЧЕСКОЕ «МАТОЧНОЕ ВЕЩЕСТВО» КАК СРЕДСТВО
ДЛЯ ДЛИТЕЛЬНОГО МИРНОГО СОЖИТЕЛЬСТВА ДВУХ МАТОК
В ПЧЕЛОВСЕМЬЕ**

Насибуллина Г.В., Кулабухов В.Е., Ишмуратова Н.М., Яковлева М.П.
Институт органической химии Уфимского научного центра РАН
г. Уфа, Россия

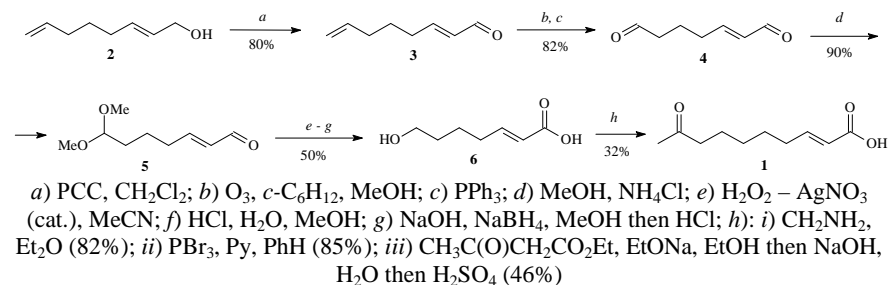
Известно [1], что вражда (проявление агрессивности маток друг к другу) одна из форм их поведения. Вышедшая из маточника молодая матка уничтожает оставшиеся маточники с еще не вышедшими матками. Если две матки вышли из маточников одновременно, то при встрече они сразу, крепко сцепившись друг в друга, вступают в схватку, которая продолжается до гибели одной из них. В проявлении вражды имеются межпородные различия: наиболее агрессивны матки среднерусских пчел, тогда как в семьях пчел южных пород нередки случаи непродолжительного мирного сожительства маток. Кроме того, показано [2], что запах матки индивидуален и матки-сестры более терпимы по отношению друг к другу, чем неродственные матки. В эксперименте из всех выводимых в семье в период роения молодых маток удавалось отбирать двух-трех таких, которые пребывали в одной клеточке в течение нескольких дней без видимых признаков агрессивности. Это объяснялось тем, что из-за близкого родства эти особи имели практически одинаковый запах, и потому у них не было стимулов для вражды. Если так, то это рассматривалось как один из способов получения многоматочных семей с двумя и более матками, представляющих особый интерес для пчеловодства.

По нашему мнению, наиболее близкородственные матки могут быть получены при искусственном осеменении матки-родительницы трутнями-братьями из одной пчелиной семьи. Это предположение было доказано нами в опытах 2012 года на пчелах карпатской породы созданием двухматочной семьи и мирном их сожительство в течение двух месяцев.

Нами сообщается о необычно продолжительном мирном сожительство двух маток под действием феромонных препаратов (Кандисил, Аписил, Апимил), основу которых составляет синтетическое «маточное вещество» – 9-оксо-2*E*-деценивая кислота, которая получена нами исходя из 2,7-октадиен-1-ола.

Работу выполняли в 2012-2013 годах на пасеке КФХ «Донник» (г. Сухиничи Калужской области). Объектом исследования служили пчелы карпатской породы с двухлетней маткой, содержащиеся в 12-рамочном улье. Данная семья подкармливалась ранней весной феромонным препаратом Кандисил в составе канди, а после очистительного облета – Аписилом в 50%-ном сахарном сиропе, согласно ранее разработанным нами методикам

[3, 4]. В результате, эта семья оказалась рекордистой как по скорости пчелиного засева, так и продуктивности по меду. Однако к окончанию пчеловодного сезона она ослабла, и поэтому было решено присоединить к ней временный отводок той же породы с сеголетней маткой, которая, в свою очередь, была выведена с использованием разработанного нами препарата ТОС-БИО [5] на основе 10-гидрокси-2*E*-деценивой кислоты – важнейшего компонента «маточного вещества» медоносных пчел.



При объединении 1 октября 2012 г. старшую матку в улье не удаляли, а на тело сеголетней матки в отводке наносили каплю феромонного препарата Апимил. Предполагалось, что в усиленной пчелосемье, идущей «в зиму», пчелы сами оставят лучшую по качеству молодую матку. На следующий год эта пчелосемья также была подкармливаема ранней весной канди с Кандисилом, в апреле – Аписилом в составе 50%-ного сахарного сиропа. На удивление, при осмотре этой семьи 2 мая 2013 года нами были обнаружены две матки, которые интенсивно откладывали в ячейки сотов яйца, дружелюбно касаясь друг друга, переходя совместно с рамки на рамку, меняясь свитами и не проявляя никаких признаков агрессивности. Дальнейшие осмотры 1, 10 и 16 июня 2013 года также подтвердили отсутствие вражды между ними. Данные наблюдения были зафиксированы на фото- и видеокamеры.

Таким образом, нами впервые обнаружено длительное (до 9 месяцев) мирное сосуществование двух маток карпатской породы в одной пчелосемье при воздействии на нее феромонными препаратами «маточного вещества», обусловленное, вероятно, повышенными дозами последнего, создающего эффект квазиблизкородственных отношений маток. Это, в свою очередь, открывает перспективы получения многоматочных семей при использовании синтетических феромонов медоносной пчелы *Apis mellifera* L.

Литература

1. Биляш Г.Д., Бурмистров А.Н., Гребцова В.Г и др. Пчеловодство. – М.: Сов. Энциклопедия. – 1991. – С. 64.

2. Бутов А.Г., Зотов В.А., Калиниченко И.М. Энциклопедия «Пчела медоносная *Apis mellifera* L.- М.: Издательская программа Правительства Москвы. – 2005. – С. 118.

3. Циколенко С.П., Мамаев В.П., Ишмуратова Н.М., Ишмуратов Г.Ю. Феромонный препарат «Кандисил» в теплицах // Пчеловодство. – 2004. – № 8. – С. 16.

4. Ишмуратова Н.М., Гиниятуллин М.Г., Ишмуратов Г.Ю. Феромонная композиция Аписил // Пчеловодство. – 2005. – № 4. – С. 19.

5. Ишмуратова Н.М., Циколенко С.П. Феромонный препарат ТОС-БИО при выводе маток в семьях различных пород // Пчеловодство. – 2010. – № 5. – С. 10.

© Насибуллина Г.В., Кулабухов В.Е.,
Ишмуратова Н.М., Яковлева М.П., 2013 г.

УДК 544.131+54.021+003.6

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИНТЕЗОВ ПРОСТАГЛАНДИНА dl-PGF_{2α}

Саяхов Р.Р., Матвеев Е.А., Расулов А.З., Вакулин И.В., Талипов Р.Ф.
Башкирский государственный университет
г.Уфа, Россия

При выборе схем синтеза практически ценных соединений и/или их планирования актуальна возможность количественной оценки их эффективности. Нами впервые предлагается метод количественной оценки химических превращений по следующей формуле:

$$E = STR * Y * OP * \Delta T * \Delta P * t_p;$$

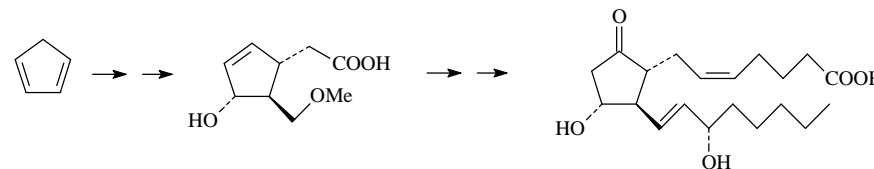
где **STR** – изменение структурной сложности от субстрата к продукту по Берцу; **Y** – суммарный выход конечного продукта в долях; **OP** – энантиомерная чистота в долях; **ΔT** – приведенный интервал температур, в котором осуществляется схема, в долях; **ΔP** – приведенный интервал давлений, в котором осуществляется схема, в долях; **T_p** – «нормированное» время стадии в долях.

Структурную сложность субстратов и простагландина dl-PGF_{2α} определяли по Берцу с использованием теории графов. Остальные величины определены в долях 1. В качестве примера нами выбраны 5 схем синтеза dl-PGF_{2α} (схема 1 [JACS, 95, 6853 (1973)]; схема 2 [Synlett., 6, 734 (1997)]; схема 3 [JACS, 91, 5675 (1969)]; схема 4 [Tetr.Lett., 11, 311 (1970)]; схема 5 [Tetr. Lett., 47, 6689 (2006)]). Результаты расчетов по вышеприведенной формуле приведены в таблице.

Таблица. Результаты расчетов эффективности схем синтезов простагландина dl-PGF_{2α}

Схема	STR	Y	OP	ΔT	ΔP	t _p	E
1	2	3	4	5	6	7	8
1	69,28	0,05	0,5	0,94	1	0,45	0,050
2	123,79	0,03	0,5	0,5	1	0,41	0,006
1	2	3	4	5	6	7	8
3	41,06	0,07	0,5	0,89	1	0,66	0,190
4	134,47	0,07	0,5	0,57	1	0,26	0,046
5	420,19	0,03	0,5	0,6	1	0,26	0,002

Из представленных данных следует, что самой эффективной из рассмотренных схем является последовательность превращений, предложенная Кори с сотрудниками [JACS, 91, 5675 (1969)] (схема 3).

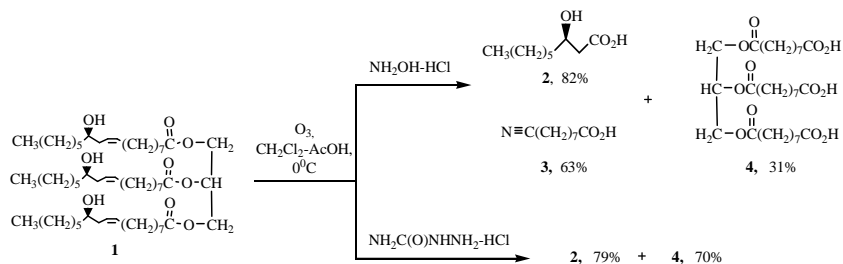


© Саяхов Р.Р., Матвеев Е.А., Расулов А.З.,
Вакулин И.В., Талипов Р.Ф., 2013г.

ЭФФЕКТИВНЫЙ СИНТЕЗ (R)-3-ГИДРОКСИНОНАНОВОЙ КИСЛОТЫ – МИКРОКОМПОНЕНТА ПЛАЗМЫ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА – ИЗ КАСТОРОВОГО МАСЛА

Гарифуллина Л.Р., Легостаева Ю.В., Ишемгулова Э.В.
Институт органической химии УНЦ РАН, г. Уфа, Россия

Известно [1], что во фракции карбоновых кислот плазмы крови человека присутствуют 2- и 3-гидроксикислоты, в частности, 3-гидроксинонановая кислота (**2**). Описаны синтезы ее производных – метил (*R*)-3-ацетоксинонаноата [2] и метил (*R*)-3-гидроксинонаноата [3], основанные на озонолитическом превращении коммерчески доступного касторового масла (**1**). На основе озонолитической трансформации того же субстрата (**1**) разработан двухстадийный синтез 3-гидроксинонановой кислоты (**2**) с использованием гидрохлоридов гидроксиламина и семикарбазида в качестве восстановителей.



Литература

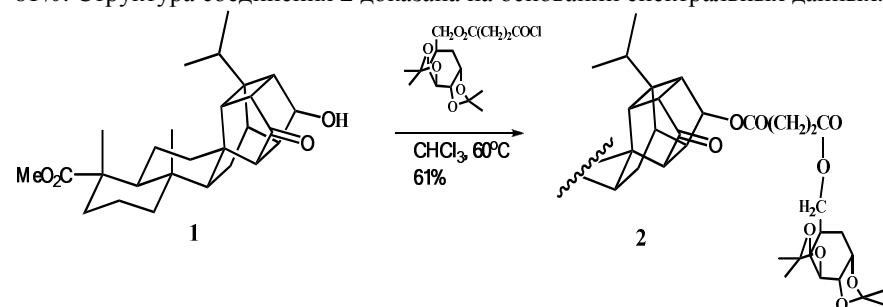
1. Pfordt I., Spiteller G. Carbonsauren im menschlichen Blut // *Liebigs Ann. Chem.*, 1980, № 2, S. 175-182.
 2. Kula J., Quang T. B., Sikora M. Synthesis of enantiomerically pure volatile compounds derived from (*R*)-3-hydroxynonanal // *Tetrahedron: Asymmetry*, 2000, v. 11, № 4, p. 943 - 950.
 3. Ишмуратов Г.Ю., Легостаева Ю.В., Шаяхметова А.Х., Боцман Л.П., Толстикова Г.А. Эффективный синтез метил (*R*)-3-гидроксинонаноата – производного микрокомпонента плазмы крови человека – из касторового масла // *Химия растительного сырья*, 2010, № 1, с. 193-194.
- © Легостаева Ю.В., Гарифуллина Л.Р., Ишемгулова Э.В., 2013г.

СИНТЕЗ НОВОГО ГЛИКОЗИДА НА ОСНОВЕ 6-ГИДРОКСИКАРКАСНОГО ПРОИЗВОДНОГО ХИНОПИМАРОВОЙ КИСЛОТЫ

Сагадиев Р.Ф.¹, Вафина Г.Ф.², Галин Ф.З.^{1,2}

¹ФГБОУ ВПО Башкирский госуниверситет, г. Уфа
²Институт органической химии УНЦ РАН, г. Уфа

Конъюгирование биологически активных соединений с углеводами часто используется для повышения водорастворимости целевых соединений [1], что может привести к увеличению уже имеющейся биоактивности конъюгатов, или к появлению новых её видов [2]. С этой точки зрения, интерес представляет гликозилирование каркасных продуктов фотохимических реакций производных хинопимаровой кислоты, имеющих в своей структуре оптически активный дитерпеновый и уникальный каркасный фрагменты, в плане изучения токсичности, взаимосвязи “структура-активность” и расширения круга функциональных производных данных соединений. Гликозид **2** получен по реакции кетоспирта каркасного производного хинопимаровой кислоты **1** с хлорангидридом гемисукцината диацетонидгалактозы при кипячении в безводном CHCl_3 . Выход гликозида 61%. Структура соединения **2** доказана на основании спектральных данных.



Литература

1. Zeng L., Zhang J. Glucose–aspirin: Synthesis and in vitro anti-cancer activity studies. // *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, 2012, v. 22, p. 3168.
2. Sethi A., Maurya A., Tewari V., Strivastava S., Faridi Sh., Bhatia G., Khan M.M., Khanna A.K., Saxena J.K. Expedient and convenient synthesis of pregnanes and its glycosides as potential anti-dyslipidemic and anti-oxidant agents. // *Bioorg. Med. Chem.*, 2007, v. 15, p. 4520.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для ведущих научных школ № НШ-7014.2012.3 и программы фундаментальных исследований Президиума РАН №8П.

© Сагадиев Р.Ф., Вафина Г.Ф., Галин Ф.З., 2013г.

УДК 547.94:834.2

3-БРОМ-12-N-МЕТИЛЦИТИЗИН В РЕАКЦИИ ХЕКА

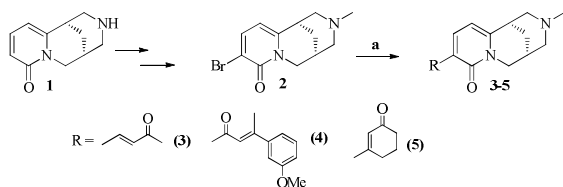
Петрова П.Р.², Ковальская А.В.¹, Цыпышева И.П.¹

¹ФГБУН Институт органической химии Уфимского научного центра
Российской академии наук,

²ГОУ ВПО «Башкирский государственный университет», г. Уфа, Россия

На основе галоидпроизводных хинолизинового алкалоида (-)-цитизина **1** с помощью реакций кросс-сочетания по Сузуки и Стилле получено большое число его производных с алкильными, арильными и гетарильными заместителями в 3 и 5 положениях 2-пиридинового ядра [1]. Реакция Хека, представляющая собой катализируемое комплексами палладия сочетание алкил- и арилгалогенидов с алкенами [2], для подобных трансформаций не применялась.

Мы представляем первый пример реакции Хека 3-бром-12-N-метилцитизина **2** с сопряженными кетонами в условиях, представленных на схеме.



Реагенты и условия: а) 1.5 экв. кетона, ДМФА, Na₂CO₃, Pd(OAc)₂, (*o*-Tol)₃P, 120 °С.

Выход продуктов 3–5 составил 57, 70 и 30 % соответственно. Строение полученных соединений подтверждено данными спектроскопии ЯМР ¹H, ¹²C и ¹⁵N.

Литература

1. O'Neill B. Pyridone-fused azabicyclic- or cytosine derivatives, their preparation and their use in addiction therapy. *EP 0 937 077 B1*; Picciotto M., Gundisch D., Munoz L., Andra M., Mineur Y. Cytisine and acetylcholine analogs and methods of treating mood disorders. *US 20090318491A1*.

2. Heck R. F., Nolley J. P. *J. Org. Chem.*, **1972**, 37, 2320.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 12-03-00724-а и гранта президента РФ для поддержки ведущих научных школ НШ-7014.2012.3.

© Петрова П.Р., Ковальская А.В., Цыпышева И.П., 2013г.

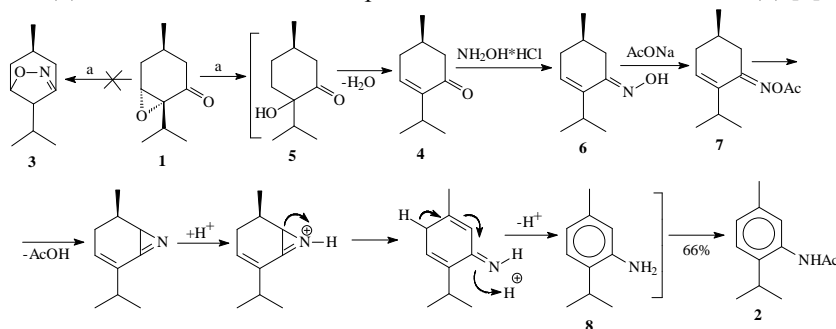
УДК 547.596 + 547.596.4

ЭПОКСИД (R)-4-МЕНТЕН-3-ОНА В РЕАКЦИИ С ГИДРОХЛОРИДОМ ГИДРОКСИЛАМИНА

Тухватшин В.С., Аллагулова А.В.

Институт органической химии Уфимского научного центра РАН,
Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Изучено взаимодействие эпоксикетона (**1**) с NH₂OH·HCl в присутствии AcONa и показано, что оно сопровождается образованием ароматического ацетамида (**2**), а не предполагаемого 1,2-диоксопиразольного производного (**3**), как для (*S*)-пулегона [1]. Наблюдаемый результат, видимо, обусловлен стерическим влиянием *i*-Pr-группы и меньшей реакционной способностью *эндо*-циклической двойной связи в (*R*)-4-ментен-3-оне (**4**). Образование (**2**) может быть представлено следующей вероятной схемой: образующийся кетоспирт (**5**), через последовательные стадии дегидратации до енона (**4**) и взаимодействия с NH₂OH·HCl превращается в оксим (**6**) и далее в его *O*-ацильное производное (**7**). Последнее по Земмлеру-Вольфу переводится в амин (**8**) с дальнейшим его ацилированием до искомого ацетамида (**2**) [2].



Реагенты и условия: а) NH₂OH·HCl, AcONa, H₂O, Δ.

Литература

1. Атажанова Г. А., Дис...докт. хим. наук, Научно-исследовательский центр «Фотохимия», Караганда, 2008, 259 с.

2. Харисов Р. Я., Латыпова Э. Р., Талипов Р. Ф., Муслухов Р. Р., Ишмуратов Г. Ю., Толстикова Г. А. *Анти-оксим (R)-4-ментен-3-она и его трансформации в условиях Бекмановской перегруппировки // Химия природ. соединений*, 2003, № 6, с. 569-572.

Выражаем благодарность докторам химических наук, профессорам Ишмуратову Г.Ю. и Талипову Р.Ф. за консультации, оказанные при выполнении работы.

© Тухватшин В.С., Аллагулова А.В., 2013г.

СЕКЦИЯ «АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

УДК 538.7

ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ДОБЫЧИ НЕФТИ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ НЕФТЕХИМИИ

Бапанина Г.Н., Бадикова А.Д.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Существуют разные методы увеличения нефтеотдачи пластов, основанные на закачке пара, газа или воды в пласт. Эффективность данных методов можно повысить за счет применения определенных добавок и поверхностно-активных веществ [1]. При этом актуальной является задача создания дешевых и в то же время эффективных составов для нефтевытеснения.

В этой связи целью работы явилось создание составов с использованием неликвидных отходов нефтехимических производств, которые представляют собой дешевые и доступные реагенты.

Экспериментально апробировалась возможность использования некоторых отходов нефтехимических производств — в дальнейшем Р1, Р2, Р3, Р4, Р5, Р6. На основе данных реагентов готовились опытные составы при варьировании соотношений компонентов. Предлагаемые составы для нефтевытеснения характеризовались показателями поверхностного натяжения на границе раздела фаз «нефть-состав». Результаты приведены в таблице.

Таблица

Поверхностное натяжение на границе «нефть-состав»

ПАВ, %масс.	Р1	Р2	Р3	Р4	Р5	Р6
0,1	33,68	8,63	13,84	7,77	9,44	5,82
0,25	32,59	7,71	10,10	7,65	7,43	5,00
0,5	24,64	7,65	9,02	7,27	7,26	4,24
0,75	24,05	7,60	8,86	7,27	6,78	3,97
1,0	18,71	7,60	7,48	6,91	4,09	3,64

Из данных таблицы видно, что наилучшими показателями поверхностного натяжения обладают реагенты Р5 и Р6, что согласуется с литературными данными.

Литература

1. Разработка нефтяных месторождений с применением поверхностно активных веществ // Г.А. Бабалян, А.Б. Тумасян, Б.И. Леви и др. – М.: Недр, 1983 С. 216.

© Бапанина Г.Н., 2013 г.

УДК 538.7

НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИМИДАЗОЛИНИЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

Галаяутдинова А.А., Бадикова А.Д., Кудашева Ф.Х., Галаяутдинов А.А.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Основная проблема утилизации растительных и углеводородных масел заключается в том, что объемы образуемых отходов в настоящее время не могут быть утилизированы или переработаны в полезные продукты.[1] Композиции на основе продуктов растительного происхождения обладают лучшими вязкостно-температурными характеристиками в отличие от нефтяных масел, соответствуют современным требованиям к смазочным и гидравлическим маслам по смазывающей способности, защите от коррозии сплавов железа и цветных металлов, противопенным, деаэрационным и деэмульгирующим свойствам.

В связи с этим целью настоящей работы явилось изучение некоторых характеристик имидазолиниевых соединений, полезных для последующего изучения этих соединений, как ингибиторов коррозии.

Определение основных характеристик осуществлялось по известным методикам: определение аминного числа методом визуального титрования, определение доли сухих веществ и определение плотности.

Для исследования было отобрано 12 экспериментальных проб, полученных при различных параметрах процесса и соответственно различными характеристиками. Значения аминного числа проб достигают 77-207 мг HCl/г продукта. Максимальное значение достигается у образцов №2 и №10 и равно 207 и 203 мгHCl/г, соответственно. Доля сухих веществ равна 0,02-0,17 % масс. При этом для образцов №1 и №7 наблюдаются наибольшие значения равные 0,16 и 0,17 % масс., соответственно. Значения плотностей экспериментальных образцов практически одинаковы и варьируются от 0,85 до 0,95 г/см³.

Наилучшим показателем характеризуется образец № 2 (значения аминного числа – 207 мгHCl/г, доли сухих веществ – 0,02% масс, плотности – 0,90-0,95 г/см³). В целом по основным качественным характеристикам экспериментальные имидазолины соответствуют известным аналогам.

Литература

1. Хоненко В.А. Установка для утилизации отработанных масел.// Материалы II Всероссийской конференции «Интенсификация тепло-массообменных процессов, промышленная безопасность и экология». Казань 2012г. С.45.

© Галаяутдинова А.А., 2013 г.

STUDY OF COMPLEXES OF CHROMIUM WITH DIPHENYL CARBAZIDE ON THE ACTIVATED CARBON FIBERS SURFACE

Grigoryeva A.V., Valinurova E.R., Kudasheva F.H.,

Kamaltdinov I.M., Mavletov M.V.

Bashkir State University, Ufa, Russia

The process of complex of Cr (VI) with modified carbon fibers was studied. Modified carbon fibers were obtained with liquid-phase oxidation by concentrated nitric acid and with diphenyl carbazide solution impregnation. The morphology of starting and modified fibers surface was studied using atomic-force microscopy. Sizes of complexes, which formed in the process of interaction of chromium with functional analytical group of diphenyl carbazide chelating reagent, were established.

Investigate of the surface carbon fibers morphology was done with Agilent Technologies 5500 Scanning Probe Microscopy atomic force microscope. AFM survey was carry out with semi-contact method using cantilever thickness of 4.0 ± 1 mcm, length of 125 ± 10 mcm, height of 30 ± 7.5 mcm with the beam stiffness of 10-130 N/m at resonance frequency of 204-497 kHz. Images were selected in the most informative presentations and processed using Pico Image Basic software. Before the study, samples of fibers were stuck to the double-sided tape and placed on a glass slide.

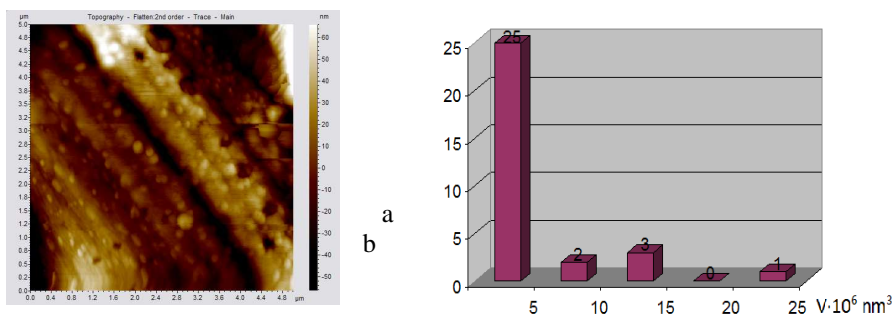


Fig. 1. AFM image of the surface of carbon fiber with complexes of chromium with diphenyl carbazide in the 2D-form, amplitude representation - $5 \times 5 \mu\text{m}$ (a); asperities size distribution on the modified with diphenyl carbazide carbon fiber (b).

© Grigoryeva A.V., Valinurova E.R., Kudasheva F.H., Kamaltdinov I.M., Mavletov M.V., 2013

КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКНАХ В ДИНАМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ

Григорьева А.В., Низамиева Э.Р., Бажина С.А., Валинурова Э.Р.

Башкирский государственный университет, Уфа, Россия

Для предварительного разделения и концентрирования ионов тяжелых металлов были использованы органические реагенты с различными функционально-аналитическими группами: нитрозо-R-соль, 1,10-фенантролин, 8-оксихинолин, тиомочевина, нанесенные на поверхность углеродных волокон. Сорбционную активность модифицированных углеродных волокон изучали в динамическом режиме при оптимально выбранных условиях. 100 мл шахтной воды учалинского горно-обогатительного комбината были пропущены со скоростью 0,5 мл/мин через слой модифицированного углеродного волокна массой 0,5 г. Концентрацию металлов до и после контакта с адсорбентами определяли на атомно-абсорбционном спектрометре фирмы Shimadzu. Полученные результаты приведены в таблице.

	Fe	Zn	Cu	Mn	Ni	Cd	Cr
В исходной воде	7,82	9,60	0,43	2,67	0,06	0,028	<0,01
Содержание металлов в воде после контакта с модифицированными адсорбентами (мг/мл)							
АУВ+ нитрозо-R-соль	<0,01	7,44	<0,01	3,28	<0,01	0,015	<0,01
АУВ + 8-оксихинолин	<0,01	5,37	<0,01	3,10	<0,01	0,023	<0,01
АУВ + 1,10-фенантролин	<0,01	4,24	<0,01	3,13	<0,01	0,018	<0,01
ОАУВ	<0,01	6,18	<0,01	2,82	<0,01	0,018	<0,01

Введение на поверхность углеродных волокон гетероатомов O, S, N усиливает донорно-акцепторные взаимодействия металлов с поверхностью адсорбентов и существенно улучшает их сорбционные характеристики.

© Григорьева А.В., Низамиева Э.Р., Бажина С.А., Валинурова Э.Р., 2013г.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ РЕГИСТРАЦИИ ВОЛЬТАМПЕРОГРАММ АРОМАТИЧЕСКИХ НИТРОСОЕДИНЕНИЙ НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ СУЭ НА ВЕЛИЧИНЫ ТОКОВ

Зильберг Р.А., Сидельников А.В.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

При построении экспресс-аналитических мультисенсорных вольтамперометрических систем одним из важных критериев является скорость развертки, которая зависит от характера процессов протекающих на поверхности СУЭ.

С использованием критерия Семерано нами определены вклады различных токов и лимитирующие стадии определяющие величину тока в пике при определении о,п-нитрофенолов и о,п-нитроанилинов.

Таблица 1

Значения критерия Семерано и вклад адсорбционных токов ($i_{\text{алс}}$) при определении нитросоединений на СУЭ/ПАФК электродах

Модификатор ПАФК	о-НФ		п-НФ		п-НА		о-НА	
	$\Delta \lg i_p / \Delta \lg V$	$i_{\text{алс}}, \%$	$\Delta \lg i_p / \Delta \lg V$	$i_{\text{алс}}, \%$	$\Delta \lg i_p / \Delta \lg V$	$i_{\text{алс}}, \%$	$\Delta \lg i_p / \Delta \lg V$	$i_{\text{алс}}, \%$
I	0,68	36	0,62	24	0,63	26	0,58	8
II	0,68	36	0,58	16	0,68	36	0,54	8
III	0,83	66	0,69	38	0,63	26	0,57	14

Показано, что модифицирование СУЭ пленками ПАФК приводит к заметному увеличению адсорбционной составляющей тока. Данный эффект наиболее заметен в случае о-НФ - $i_{\text{алс}}$ составляет 36-66%. Наибольшее увеличение этой составляющей наблюдается при использовании ПАФК-III. Наименьший вклад адсорбционной составляющей – 8-14% определен для о-НА. Очевидно, что степень увеличения адсорбционной составляющей тока может обуславливаться структурным сходством адсорбируемого нитросоединения и модификатора.

ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ НИТРОСОЕДИНЕНИЙ НА СТЕКЛОУГЛЕРОДНЫХ ЭЛЕКТРОДАХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОЛИАРИЛЕНФТАЛИДКЕТОНАМИ

Зильберг Р.А., Сидельников А.В.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Модифицирование стеклоуглеродных электродов (СУЭ), полимерными пленками полиариленфталидкетонов (ПАФК) обеспечивает высокую чувствительность к изомерам ароматических нитросоединений и является перспективным направлением при создании селективных вольтамперометрических сенсоров, в том числе и в системах типа «электронный язык». Преимуществом данных СУЭ является возможность их использования для определения электроактивных и неэлектроактивных компонентов в мультисенсорных системах построенных на разных принципах:

- массив сенсоров – для получения многомерных вольтамперометрических данных;

- вольтамперометрическая система разделенных ячеек для получения информации о содержании неэлектроактивных компонентов, природа и концентрация которых влияет на форму вольтамперограмм электровосстановления нитросоединений, выполняющих роль реперов.

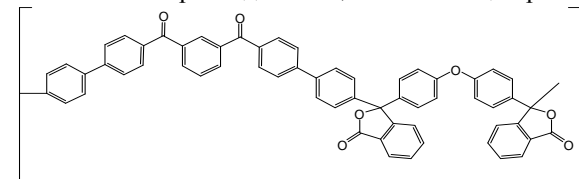


Рис. 1. Структура ПАФК

На примере о,п-нитрофенолов, о,п-нитроанилинов, 2,4-динитрофенола и 2,4-диметил-6-нитроанилина нами показано, что применение СУЭ модифицированных ПАФК следующего строения (рис. 1), позволяет снизить предел обнаружения ароматических нитросоединений до 10^{-9} моль/л. В случае немодифицированных СУЭ предел обнаружения ароматических нитросоединений составляет $10^{-5} \dots 10^{-6}$ моль/л. Таким образом применение ПАФК в качестве модификатора СУЭ позволяет повысить чувствительность мультисенсорных систем на 2-3 порядка.

**ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА С
ТРУБЧАТЫМ ЭЛЕКТРОДОМ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ
СПИРТСОДЕРЖАЩИХ РАСТВОРОВ В ПОТОКЕ ЖИДКОСТИ**

Крымова А.З., Бикмеев Д.М., Сидельников А.В.,
Кудашева Ф.Х., Майстренко В.Н.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Анализ литературы по вольтамперометрии с использованием трубчатых электродов показывает возможность определения электроактивных соединений в проточном режиме. Предложен и апробирован вольтамперометрический «электронный язык» с трубчатыми электродами для решения задач идентификации спиртосодержащих растворов. Изучено вольтамперометрическое поведение электроактивных и неэлектроактивных компонентов органической и неорганической природы на трубчатых электродах в различных режимах регистрации вольтамперограмм, оценены параметры аналитической функции, разработаны и апробированы способы идентификации многокомпонентных растворов (водок) с использованием методов хемометрики: МГК, SIMCA, PLS-DA.

Идентификация водок основана на добавлении трехкомпонентной смеси маркеров к исследуемым неэлектроактивным растворам. Сравнение преобразованных методом главных компонент вольтамперограмм 40%-го раствора чистого этилового спирта с добавлением и без добавления смеси маркеров показывает различие в положении кластеров образцов на графике счетов. В пространстве первых трех главных компонент наблюдается четкое разделение образцов водок и стандартного 40%-го раствора чистого этилового спирта. Объясненная дисперсия по первым трем компонентам составляет 84%, что свидетельствует о наличии трех обобщенных переменных, с помощью которых можно отличить водки друг от друга по взаимному расположению на графике счетов.

© Крымова А.З., 2013 г.

УДК 543.552

**ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ МОТОРНЫХ МАСЕЛ
ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

Кутлугильдина А.З., Бикмеев Д.М., Сидельников А.В.,
Кудашева Ф.Х., Майстренко В.Н.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Вольтамперометрические способы идентификации веществ с использованием хемометрических подходов обладают важным преимуществом перед традиционными способами анализа сложных смесей, так как позволяют получить многомерную информацию об исследуемом объекте на основе обработки всей вольтамперометрической кривой, содержащей более 1000 значений токов и потенциалов. Варьирование условий регистрации вольтамперограмм (скорость развертки потенциалов, диапазон и форма поляризующего напряжения), природы электроактивных маркеров, используемых для регистрации вольтамперных кривых, в сочетании с регистрацией данных для всей вольтамперограммы и применение современных методов ее хемометрической обработки, позволяет расширить возможности вольтамперометрии, повысить экспрессность измерений при идентификации веществ близкой природы.

В работе обобщены результаты исследований вольтамперометрических систем типа «электронный язык» для идентификации вязких растворов органической природы. В качестве исследуемых веществ использовали моторные масла различных производителей.

Представлены экспериментальные данные по вольтамперометрическому поведению электроактивных маркеров – ароматических нитросоединений – на угольно-пастовых электродах, рассмотрены различные подходы к распознаванию исследуемых веществ, идентификации моторных масел с использованием методов PCA и PLS.

Разработанный «электронный язык» позволяет расширить круг аналитических задач, которые можно решать вольтамперометрическим методом – проводить идентификацию многокомпонентных смесей как электроактивных, так и неэлектроактивных веществ без предварительной пробоподготовки и без использования трудоемких и дорогостоящих аналитических методов.

© Кутлугильдина А.З., 2013 г.

УДК 621:892. 665. 61.03

ВЛИЯНИЕ РЕАГЕНТА ОКН НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГЕРАСИМОВСКОЙ НЕФТИ

Сарварова А.Ф., Ширяева Р.Н.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

При добыче нефти могут возникать различные проблемы, значительно повышающие эксплуатационные затраты. Одной из таких проблем является отложение асфальтенов, парафинов и смол. Образование асфальтено-смоло-парафиновых отложений (АСПО) может протекать в пласте, в насосно-компрессорных трубах, в промысловых системах сбора и подготовки нефти, в трубопроводах и резервуарах. Последствия образования АСПО крайне негативны и выражаются в необходимости постоянного проведения мероприятий по предотвращению и удалению отложений.

Для борьбы с АСПО применяют много способов, из которых наиболее эффективными являются химические методы предупреждения отложений, основанные на использовании химических реагентов-ингибиторов и депрессорных присадок.

В настоящей работе проводилось изучение влияния разработанного в нашей лаборатории реагента ОКН на реологические свойства Герасимовской нефти. Вязкость нефти и её композиций измеряли на ротационном вискозиметре «Реотест-2» при скоростях сдвига от 3 до 1312 с⁻¹ в интервале температур 20-60С⁰. Исследуемая нефть характеризуется высоким содержанием парафино-нафтеновых углеводородов(35,9%), ароматических углеводородов(48,4%), смол(12,1%), асфальтенов(2,6%) и твердых парафинов(5%).

Установлено, что на зависимости скорости сдвига (Dr) от напряжения сдвига (tr) при 20С⁰ наблюдаются три участка. С повышением температуры течение нефти становится ньютоновским. При концентрации ОКН 0,05 вязкость нефти снижается в 1,5 раза.

Снижение вязкости в присутствии ОКН, видимо, связано с тем, что он блокирует кристаллы парафинов при разрушении структурной сетки в системе. Образование ассоциированных комплексов парафиновых углеводородов с реагентом ОКН препятствует созданию разветвленной структуры в нефтяной системе и повышает её текучесть.

© Сарварова А.Ф., 2013 г.

УДК 544.543

ИЗУЧЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИКИ АДсорбЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА, МОДИФИЦИРОВАННОГО МЕЛАМИНОМ.

Султанова А.Х, Валинурова Э.Р.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Целью настоящей работы явилось исследование особенностей адсорбционных взаимодействий тест-сорбатов с различными типами функциональных групп углеродного волокна модифицированного меламинам. Модифицирование осуществляли обработкой активированного углеродного гидратцеллюлозного волокна насыщенной водно-спиртовой суспензией меламина. Промытый и высушенный образец подвергали термической обработке при 300 °С в течение 1 часа.

Исследование свойств поверхности модифицированного волокна проводили методом обращенной газовой хроматографии на хроматографе «CHROM-5» с пламенно-ионизационным детектором в диапазоне температур 200-300 °С с использованием 0,5 м стеклянной колонки. Были определены параметры удерживания органических соединений, моделирующих различные виды межмолекулярных взаимодействий: алканы, ароматические углеводороды, спирты, простые и сложные эфиры, азот- и хлорсодержащие соединения. Построены изотермы сорбции при различных температурах. По полученным изотермам рассчитаны константы сорбционного равновесия, емкости моно слоя. Определены изостерические теплоты сорбции, изменения энергии Гиббса, энтропии.

Методом линейного разложения параметров удерживания, основанного на разложении индексов Ковача или теплот сорбции сорбатов в виде суммы вкладов различных межмолекулярных взаимодействий, оценили полярность поверхности адсорбента. Рассчитали вклады различных видов межмолекулярных взаимодействий в общую энергию сорбции тест-сорбатов с поверхностью модифицированного углеродного волокна.

© Султанова А.Х, Валинурова Э.Р., 2013 г.

УДК 544.543

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МЕЗОСТРУКТУРИРОВАННОГО СИЛИКАТА МСМ-41

Сухарева Д.А.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

Мезопористые материалы обладают высокой адсорбционной емкостью и развитой поверхностью. Они играют важную роль в различных отраслях

промышленности, медицине, защите окружающей среды. Характерное отличие мезоструктурированных силикатов от других кремнеземов состоит в узком распределении пор по диаметру. Их высокая однородность в настоящий момент представляет существенный интерес для изучения. В настоящей работе исследованы сорбционные и термодинамические свойства сорбента МСМ-41 для оценки полярности и неоднородности поверхности.

Исследование проводилось на хроматографе «Агат» с детектором по теплопроводности в диапазоне температур 140-200°C. Применялась стальная колонка длиной 0,3 м, внутренним диаметром 3 мм. Скорость газ-носителя азота составляла 30 мл/мин. Сорбент в двух колонках кондиционировался в токе азота при температуре 170°C и 200°C.

Было обнаружено, что для пар гексан-бензол и гептан-толуол значения удерживаемых объемов для бензола и толуола значительно больше чем для алканов. Это объясняется вкладом специфических взаимодействий за счет π – электронной плотности бензольных колец и положительного заряда на поверхности сорбента. Удерживаемые объемы для алканов на колонках, откондиционированных при разных температурах имеют сходные значения. Для спиртов и аренов наблюдается существенный рост удерживания на колонке откондиционированной при 170°C по сравнению с колонкой, откондиционированной при 200°C. Причиной наблюдаемых закономерностей является наличие на поверхности сорбента, откондиционированного при 170°C, гидроксильных групп. Термодинамические характеристики адсорбции сорбента, откондиционированного при 170°C, в 2 раза превышают таковые на сорбенте, откондиционированном при 200°C. Установлено, что специфические взаимодействия вносят существенный вклад в свободную энергию адсорбции, и сорбент МСМ-41 имеет полярную поверхность, значение которой превышает значения полярностей на различных углеродистых и полимерных сорбентах. Неоднородность поверхности была рассчитана методом асимптотически корректной конденсационной аппроксимации. Установлено, что для МСМ-41 энергетическая неоднородность поверхности характерна лишь в виде химической энергетической неоднородности, а геометрическая неоднородность поверхности отсутствует.

Абсолютная геометрическая однородность позволяет табулировать сорбционные и термодинамические характеристики поверхности МСМ-41 и с высокой точностью предсказывать его поведение при микроконцентрировании токсикантов и в катализе.

© Сухарева Д.А., 2013 г.

УДК 544.543

СИНДИОТАКТИЧЕСКИЙ – 1,2 ПОЛИБУТАДИЕН КАК НОВАЯ НЕПОДВИЖНАЯ ФАЗА В ХРОМАТОГРАФИИ

Шаяхметова С.Т.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В практике аналитической химии широкое распространение получил метод газо-жидкостной хроматографии. Однако, несмотря на высокую селективность, неподвижные жидкие фазы имеют существенный недостаток: при высокой температуре они дают сильный фон, что ограничивает чувствительность метода. Поэтому было предложено использовать в качестве неподвижной фазы полимеры различной природы. В настоящей работе исследована возможность применения в газовой хроматографии широко распространённого в промышленности полибутадиена.

Для получения неподвижной фазы был взят синдиотактического 1,2-полибутадиен, который при интенсивном перемешивании и нагревании растворили в 2мл бензола. Затем при данной температуре вносили навеску массой 2 г инертного носителя динохрома - П. Далее реакцию смесь упаривали при температуре 50-60 °С до полного испарения растворителя, затем сорбент высушивали в сушильном шкафу до постоянной массы. Для исследования сорбционных и термодинамических свойств адсорбентов применялся метод обращенной газовой хроматографии. По полученным данным были рассчитаны удельные удерживаемые объемы и термодинамические функции. Удерживаемые объёмы на модифицированном образце заметно отличаются от нуля. Это свидетельствует о том, что на исследуемом образце наблюдается адсорбция или растворение органических молекул. Для того, чтобы определить, с чем будут взаимодействовать молекулы тест-сорбатов, с полибутадиеном-1,2, либо динохромом-П, был изучен чистый инертный носитель динохром-П. На немодифицированном инертном носителе удерживаемые объёмы также отличны от нуля, но при этом заметно меньше, чем на модифицированном полибутадиеном-1,2. Это свидетельствует о том, что несмотря на способность поверхности инертного к незначительной адсорбции органических молекул, синдиотактический полибутадиен-1,2 также способен сорбировать на своей поверхности молекулы тест-сорбатов. Молекулы тест-сорбатов будут растворяться в полибутадиене-1,2, то есть, модификатор будет вести себя аналогично неподвижным жидким фазам. Таким образом, установлена принципиальная возможность использования полибутадиена-1,2 в качестве неподвижной фазы для хроматографии. Показано, что полибутадиен-1,2 является преимущественно неполярной фазой, имеющей сродство к молекулам с π -связями.

© Шаяхметова С.Т., 2013 г.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА НАБУХАНИЯ ГЛИН КОМПОНЕНТА БУРОВОГО РАСТВОРА

Ялалова Р.А., Бадикова А.Д., Кудашева Ф.Х.

Башкирский Государственный Университет, г. Уфа, Россия

В процессе химического производства образуется побочный продукт, основными компонентами которого являются метасиликат натрия и некоторое количество фторида натрия.

Согласно литературным данным [1], метасиликаты широко используются в практике бурения в качестве компонента буровых растворов. Силикаты способствуют повышению термостойкости реагентов на 30-40°C, за счет обволакивания пленкой полимеров, которая затормаживает диффузию кислорода, и тем самым снижает термоокислительную деструкцию.

Буровые растворы с содержанием метасиликата натрия отличаются способностью очистки забоя от шлама, повышают устойчивость стенки скважины к коррозии и являются также ингибиторами набухания глин и глинопорошков.

В этой связи апробировалась возможность использования метасиликатного отхода химического производства, где основным компонентом является метасиликат натрия до 83 %, с примесью фторида натрия до 17 % масс. в составе глинистых буровых растворов, а именно определялись коэффициенты набухания глин растворов с концентрациями метасиликатного отхода – 1%, 5% и 10% (остальное – дист.вода).

Для измерения коэффициента набухания глин и глинопорошков использовался метод, основанный на определении объема сухого глинопорошка по мере набухания его в исследуемой жидкой среде. Эксперименты проводились с использованием прибора Жигача-Ярова, по методике Городного [2]. По мере набухания глинистых частиц, объем пробы изменяется. В процессе опыта снимают показания индикатора с точностью до 0,01 мм через 1, 3, 5, 10, 20, 25, 30 минут, затем через 1, 2, 3, 4, 5, 6 часов и через 1, 2, 3, 4, 5, 6 суток. Измерение продолжалось до тех пор, пока стрелка не установится на постоянной величине, после чего рассчитывался объем набухания.

Коэффициент набухания глины или глинопорошка определяют по формуле. Образец, для которого коэффициент набухания наименьший – является наиболее эффективным [3].

Результаты расчётов экспериментальных данных по определению коэффициента набухания представлены в таблице 1.1.

Наиболее эффективным ингибитором набухания глин является опытный образец с концентрацией 5 % масс., так как он имеет наименьшее значение

коэффициента набухания 1,7.

Таблица 1.1.

Результаты определения коэффициентов набухания опытных образцов
компонента бурового раствора

Коэффициент набухания экспериментальных образцов				
Кол-во измерений	Вода (холостой опыт)	Метасиликатный отход		
		1% масс.	5% масс.	10% масс.
1	0,87	1,61	0,92	1,55
2	1,37	2,53	1,25	1,90
3	1,69	3,27	1,36	1,92
4	2,30	4,43	1,44	2,11
5	3,06	5,28	1,50	2,16
6	3,43	5,59	1,52	2,25
7	3,60	5,82	1,53	2,28
8	4,63	6,70	1,57	2,35
9	6,21	7,18	1,63	2,41
10	6,93	7,33	1,64	2,43
11	7,55	7,38	1,66	2,45
12	7,88	7,47	1,67	2,47
13	8,14	7,49	1,69	2,49
14	10,1	7,69	1,72	2,49
15	11,2	7,76	1,72	2,49
16	11,4	7,77	1,74	2,49
17	11,8	7,78	1,74	2,49
18	11,9	7,78	1,74	2,49

Таким образом, предлагаемый компонент бурового раствора был исследован в лабораторных условиях и рекомендуется к использованию в концентрациях 5-20%.

Литература

1. Рязанов Я.А. Энциклопедия по буровым растворам.//Оренбург: изд-во «Летопись», 2005. – С. 663.
2. Городнов В.Д. К оценке набухания дисперсоидов.//Изв. ВУЗов «Нефть и газ», 1964, №2. – С. 31-33.
3. Жигач К.Ф., Яров А.,Н. Об оценке набухаемости глин.//Изв. ВУЗов «Нефть и газ», 1959, №10. – С. 31-33.

© Ялалова Р.А., Бадикова А.Д., Кудашева Ф.Х., 2013 г.

УДК 631.810

НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ СЕРЫ ИЗ ПОЛИСУЛЬФИДОВ

Арсланбаева Г.А., Ильясова Р.Р.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В настоящее время создание мало- и безотходных технологических процессов с целью рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды от химического загрязнения является актуальным направлением в науке и промышленности.

Настоящая работа посвящена:

1. Изучению возможности применения отходов синтеза наночастиц серы из полисульфидов металлов для оптимизации аминокислотного состава в плодах бобовых растений (плодах фасоли зерновой),
2. Изучению влияния наночастиц серы (в составе указанных отходов) с дигидрофосфатом кальция в различных соотношениях в качестве питательной смеси для стимуляции прорастания семян фасоли. Влияние вышеуказанной питательной смеси на всхожесть и прорастание семян фасоли оценивалось по динамике несвязанных аминокислот методом тонкослойной хроматографии.

Результаты исследований показали, что:

1. Внесение смешанного удобрения, содержащего наночастицы серы с дигидрофосфатом кальция в соотношении 1:10 в почву, оказывает положительное влияние на рост и развитие зерновой фасоли, при этом концентрации всех изученных аминокислот значительно увеличиваются (в 2-3 раза), что, в свою очередь, влияет на питательные и вкусовые качества плодов фасоли.
2. Использование наночастиц серы (в составе указанных отходов) с дигидрофосфатом кальция в другом соотношении 1:5 в качестве питательной смеси благоприятно действует на всхожесть и прорастание семян фасоли. При этом концентрации аминокислот в проросших семенах фасоли при использовании питательной смеси наночастицы серы: дигидрофосфат кальция 1:5 выше, чем в контрольном опыте.

Наблюдаемое явление можно объяснить следующим образом: прорастание семян растений невозможно без расщепления белков на аминокислоты, которые существуя короткое время, превращаются в новые белки, необходимые для развития растений. Поэтому в период прорастания растениям требуется большое количество питательных веществ, неорганических форм фосфора, серы, других микроэлементов, участвующих в обменных биохимических реакциях в семенах растений.

УДК 541.543

ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПОРИСТЫХ ПОЛИМЕРНЫХ СОРБЕНТОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ УРАЦИЛОМ

Гайнуллина Ю.Ю., Гуськов В.Ю., Кудашева Ф.Х.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В настоящее время полимерные сорбенты находят всё большее применение для концентрирования примесей экотоксикантов из воздушных и водных сред. Несмотря на высокую сорбционную активность, пористые полимеры не обладают достаточной селективностью по отношению к приоритетным загрязнителям. Для достижения необходимой селективности пористые полимеры могут быть подвергнуты модифицированию, что позволяет получить сорбенты с заранее заданными свойствами. В последние годы были разработаны сорбенты с нанесенными на поверхность супрамолекулярными сетчатыми структурами, показавшие свойства молекулярного сита. В настоящей работе исследованы сорбционные свойства сорбентов с нанесенными сетчатыми структурами урацила.

В качестве исходного сорбента был выбран полимерный сорбент Dowex L-285 на основе стирола и дивинилбензола с удельной поверхностью 800 м²/г и средним размером пор 25 Å. Модифицирование осуществлялось из водных растворов при температуре 60°C путем отгона растворителя. Количество наносимого модификатора составило 5 и 10 % от массы исходного сорбента.

Исследование проводилось методом обращенной газовой хроматографии в режиме бесконечного разбавления на хроматографе «Chrom5» с детектором по теплопроводности в температурном диапазоне 180-200 °С. Использовалась стальная колонка 500*3 мм. В качестве тест-сорбатов были выбраны вещества, способные к различным типам межмолекулярных взаимодействий. Пробы вводили в виде разбавленных паровоздушных смесей объемом 10 мкл. Полученные значения удерживаемых объемов были равны константе адсорбционно-десорбционного равновесия - константе Генри. Из зависимости логарифма удерживаемого объема от обратной температуры были рассчитаны мольные изменения внутренней энергии и энтропии адсорбции.

Установлено, что модифицирование урацилом приводит к понижению удерживаемых объемов как для полярных, так и для неполярных молекул (только пиридин имеет высокие удерживаемые объемы по сравнению с исходным сорбентом). Исследование полярности методом линейного разложения параметров удерживания с использованием в качестве параметров мольных изменений энергии Гельмгольца показало рост

полярности поверхности пористого полимерного сорбента за счет роста вклада донорно-акцепторных взаимодействий.

Было обнаружено, что на сорбенте, модифицированном 5% урацилом имеет место инверсия зависимости энергии адсорбции спиртов от количества атомов углерода в гомологическом ряду. На модифицированном сорбенте 10% урацилом подобного явления не было. Это свидетельствует о том, что при нанесении 5% урацила молекула модификатора на поверхности не образует устойчивых ассоциатов между собой, что приводит к способности к донорно-акцепторным взаимодействиям с молекулами спиртов. Для образца с 10% модификатора молекулы урацила, скорее всего, связаны между собой в супрамолекулярную структуру, что редуцирует их способность к образованию водородных связей с молекулами сорбатов.

Полученные сорбенты могут быть рекомендованы для селективного извлечения органических реагентов из воздуха рабочей зоны.

© Гайнуллина Ю.Ю., Гуськов В.Ю., Кудашева Ф.Х., 2013 г.

УДК 543.42; 544.723.21; 621.593; 661.183.12

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОСТАБИЛЬНОСТИ ИОНООБМЕННЫХ ФОРМ ЦЕОЛИТА LSX МЕТОДОМ ИК – СПЕКТРОСКОПИИ

Гариева Г.Ф., Павлова И.Н.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нефтехимии и катализа Российской академии наук, г. Уфа, Россия

Термостабильность цеолитов изучается, как правило, методом дифференциального термического или рентгенофазового анализа. Для выяснения деталей структурных изменений, происходящих при термической обработке, нами был использован метод ИК - спектроскопии.

Объектом исследования служили образцы порошкообразного цеолита NaKLSX и его Na, Li и Ca-формы, которые синтезировали по разработанному в лаборатории приготовления катализаторов ИНК РАН методикам. По данным РФА степень кристалличности образцов близка к 100 %.

ИК - спектры снимали до и после термообработки образцов при 750⁰С в течение 3ч на воздухе, на приборе VERTEX70V фирмы BRUKER с использованием таблетирования образцов с KBr, в диапазоне сканирования от 4000 см⁻¹ до 400 см⁻¹ с разрешением 4 см⁻¹.

ИК - спектры цеолитов NaKLSX, NaLSX, LiLSX и CaLSX в области частот колебаний алюмокремнекислородного каркаса показали, что наблюдаемые полосы поглощения можно отнести к двум типам колебаний: 1) к колебаниям внутри тетраэдров, являющихся первичными структурными единицами; эти колебания не отражают особенностей структуры цеолита, и 2) к колебаниям по внешним связям тетраэдров. Второй тип зависит от

структуры цеолита.[1] Первому типу колебаний отвечают наиболее сильные полосы поглощения в интервалах 950-1050 и 450-550 см⁻¹, обнаруживаемые в ИК - спектрах всех цеолитов, второму - менее интенсивные полосы поглощения в интервалах 550-760 см⁻¹ и 418-420 см⁻¹.

Изменения, которые происходят в структурах изученных цеолитов после термообработки при 750⁰С, можно оценить по изменению интенсивности полос поглощения, соответствующих колебаниям по внешним связям тетраэдров. За исключением образца LiLSX в ИК-спектрах которого после прокалки при 750⁰С происходят изменения в полосах поглощения, соответствующих колебаниям внутри тетраэдров.

Термическая обработка исследуемых образцов показывает, что имеется различие в стабильности их кристаллических решеток. В то время как цеолиты NaKLSX, NaLSX и CaLSX не претерпевают существенных изменений при нагревании до 750⁰С. Структура цеолита LiLSX полностью разрушается уже при 650⁰С, и дальнейшая термическая обработка при 750⁰С приводит к возникновению новой фазы.

Таким образом, метод ИК-спектроскопии позволяет выявить целый ряд тонких структурных изменений, происходящих при термической деструкции цеолитов.

Литература

1. Flanigen E.M., Khatami N., Szymanski H.A.- Adv. Chem. Ser. ACS., Washington, 1971, vol. 101, p. 201-210.

© Гариева Г.Ф., Павлова И.Н., 2013г.

УДК 543.42; 544.723.21

ВЛИЯНИЕ ИОННОГО ОБМЕНА НА АДсорбЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПОРОШКООБРАЗНОГО ЦЕОЛИТА ТИПА OFF

Горшунова К.К.¹, Сергеев А.Г.², Травкина О.С.¹,

¹Институт нефтехимии и катализа Российской академии наук,
²ФГБОУ ВПО Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия

В настоящее применение синтетических цеолитов наиболее перспективно в процессах крекинга, селективного гидрокрекинга, изомеризации, алкилирования, ароматизации при переработке массового высокопарафинистого сырья. Ароматические углеводороды применяются в процессах производства пластических масс, пластификаторов синтетических смол, волокон, поверхностно – активных веществ, красителей, антиокислителей, пестицидов. Наличие достаточных ресурсов ароматических углеводородов является одним из важнейших условий успешного развития многих отраслей промышленности.

Ароматические и алифатические углеводороды используются в качестве высокооктановых компонентов моторных топлив. Увеличение их

количества в настоящее время приобретает большое значение в связи с отказом от применения токсичных антидетонаторов.

Задача эффективного использования низкомолекулярных парафинсодержащих и олефинсодержащих фракций стимулировала поиск новых катализаторов, среди которых особое место заняли среднекремнеземные цеолиты семейства оффретита. Оффретит обладает уникальной способностью превращать низшие олефины и парафины в более высокомолекулярные углеводороды.

Данная работа посвящена исследованию влияния степени обмена катионов щелочных металлов (Na^+ и K^+) на катионы аммония на адсорбционные свойства порошкообразного цеолита типа OFF.

Ионный обмен катионов Na^+ и K^+ на катионы NH_4^+ проводили при 70-90⁰С, исходной концентрации NH_4NO_3 в растворе 70 г/л (избыток обменного катиона по отношению к Na^+ и K^+) в изотермическом реакторе периодического действия в течение 1 часа при перемешивании и последующей термообработкой при 550⁰С в течение 4ч в атмосфере воздуха. Степени обменов катионов Na^+ и K^+ на катионы NH_4^+ регулировали количеством обменных обработок. Исходная масса навески цеолита во всех экспериментах составляла 10 г.

При проведении ионного обмена катионов Na^+ и K^+ на катионы NH_4^+ на порошкообразном цеолите типа OFF были получены образцы с различными степенями обмена. Установлено, что для достижения максимальной величины степени обмена катионов Na^+ и K^+ на катионы NH_4^+ необходимо не менее трех ионных обработок.

По результатам исследований методами рентгенофазового анализа и ИК –спектроскопии, установлено, что при проведении ионного обмена катионов щелочных металлов, содержащихся в цеолите, не катионы NH_4^+ не происходит разрушение кристаллической структуры цеолита, а наблюдается лишь небольшая деформация первичных блоков.

На образцах цеолита типа OFF с различными степенями обмена по катионам Na^+ и K^+ была изучена кинетика адсорбции молекул воды, н-гексана и циклогексана. Обнаружено, что с увеличением количества ионных обработок значения предельных адсорбционных емкостей по парам воды, н-гексана и циклогексана возрастают. Вследствие чего, увеличивается доступность внутрикристаллического объема цеолита. Скорость адсорбции молекул воды и гексана на всех образцах цеолита типа OFF одинакова, в то время как адсорбция молекул циклогексана протекает быстрее на образцах цеолита типа OFF после 2 и 3 ионных обменов. Это можно объяснить тем, что данные образцы имеют наибольший внутрикристаллический объем цеолита.

© Горшунова К.К., Сергеев А.Г., Травкина О.С., 2013 г.

УДК 544.543

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ МИКРОПРИМЕСЕЙ НА ПОВЕРХНОСТИ АДСОРБЕНТОВ

Ганиева А.Г., Гуськов В.Ю., Кудашева Ф.Х.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Адсорбенты и адсорбционные технологии играют важную роль в современной физической химии и решении различных экологических проблем, в том числе создании безотходных производств. Однако на настоящий момент практически отсутствуют методы изучения степени загрязненности поверхности самих сорбентов. Поэтому представляет интерес разработка способов детектирования микропримесей на высокоразвитых поверхностях. В настоящей работе осуществлена попытка обнаружить микропримеси на поверхности пористого полимерного сорбента на основе стирола и дивинилбензола путем исследования изменения энергетической неоднородности поверхности.

В качестве исходного полимера был выбран сорбент Dowex L-285 с удельной поверхностью 800 м²/г и средним размером пор 25 А°. Загрязнителем служил полиэтиленгликоль 4000 (ПЭГ). Нанесение ПЭГ на поверхность полимера осуществлялось из водных растворов путем выпаривания растворителя. Количество наносимого модификатора варьировалось от 10⁻⁵% до 1% от массы полимера.

Исследование проводили методом обращенной газовой хроматографии в режиме конечной концентрации на хроматографе АГАТ с детектором по теплопроводности. Применялась стальная колонка размерами 300*3 мм. Скорость газа-носителя азота составляло 60 мл/мин. Измерения проводились при 200 °С. В качестве тест-сорбатов были выбраны 3 молекулы н-бутанол, н-пропанол и гексан. Из хроматограмм были рассчитаны значения удельных удерживаемых объемов, величины равновесной адсорбции и концентрации сорбата в газовой фазе, а также мольные изменения энергии Гельмгольца. По формуле:

$$\chi = \frac{Ac}{a_m kT}$$

рассчитывались значения функции неоднородности χ , ммоль/кДж. Было обнаружено, что анализ зависимости функции неоднородности от степени заполнения позволил детектировать изменения свойств поверхности лишь при нанесении ПЭГ в количестве 0,1% и выше. В связи с этим было предложено использовать в качестве функции неоднородности первую производную χ по степени заполнения (χ_2). Функция χ_2 оказалась на 3-4 порядка более чувствительной к изменениям свойств поверхности, чем используемая в литературе χ . Данная методика позволяет обнаруживать изменение свойств поверхности при её загрязнении на уровне ppm.

© Ганиева А.Г., Гуськов В.Ю., Кудашева Ф.Х., 2013 г.

ФРАКТАЛЬНЫЕ КЛАСТЕРЫ В НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЙ КОМПОЗИЦИОННОЙ КЕРАМИКЕ

Гончаренко Е.А.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Способность фосфатов при низкотемпературной термообработке образовывать жаростойкие композиции со многими наполнителями: оксидами металлов, минералами используется в производстве наноструктурированной керамики. Уникальные свойства фосфорных кислот и алюмофосфатов в настоящее время используются слабо в технологии функциональных материалов и наноконструкций, т.к. недостаточно проанализированы физико-химические процессы, протекающие в гетерогенных дисперсных системах с участием фосфатных связующих.

Целью данной работы является синергетическая интерпретация результатов безобжиговой трансформаций фосфатов на примере многофазных алюмофосфатов в рамках фрактального анализа.

При растворении 1,0-1,5 моль порошкообразного оксида алюминия в 75%-ной ортофосфорной кислоте формируется коллоидный раствор алюмофосфатов. Установлено, что алюмофосфатные системы можно рассматривать одновременно в качестве гетерополикислот или комплексов поликатионов алюминия и фосфорных тетраэдрических анионов.

Первоначально состав алюмофосфатного материала представлен α - Al_2O_3 и кислыми гидрофосфатами $Al(H_2PO_4)_3 \cdot nH_2O$, которые последовательно превращаются в *мета*-, *пиро*- и *полифосфаты* алюминия. Завершаются процессы формирования трехмерной матрицы из ортофосфата алюминия $AlPO_4$. Так называемое «фосфатное твердение» происходит за счет реакций поликонденсации, которые изменяются в зависимости от *pH* среды, нагревания, дегидратации и др. факторов. Системы кислых фосфатов в результате взаимодействия с оксидами металлов через золь-гель превращения формируют огнеупорные керамические материалы.

При нагревании в интервале температур 70-200⁰С сначала происходит взаимодействие тетраэдрических полифосфатов с активными компонентами и образование ковалентных связей атомов **фосфор-кислород-металл**. Высушенные при температуре выше 200⁰С фосфатные композиты утрачивают способность при последующем нагревании проявлять свойство пластического течения.

Ключевые реакции взаимодействия оксида алюминия с фосфорной кислотой показаны на рисунке 1 (молекулы гидратной воды и дисперсионной среде опущены):

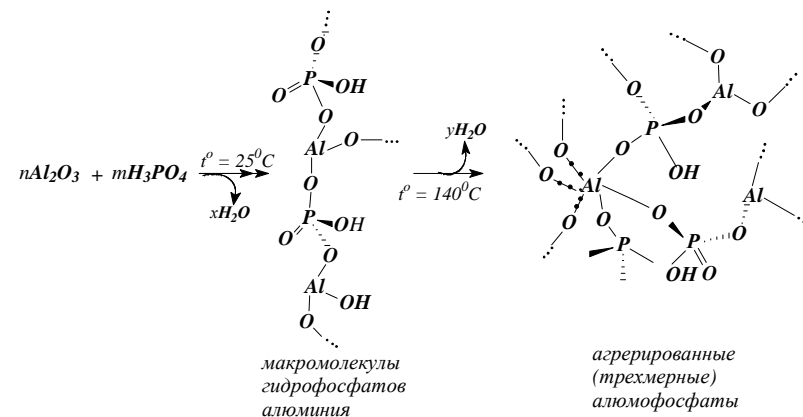


Рис. 1. Схема формирования алюмофосфатной наносвязки

Повышение температуры вызывает распад «ветвистых» поликонденсатов с формированием более устойчивых наноструктур и фазовыми новообразованиями. Удаление воды при нагреве алюмофосфатов происходит преимущественно из аморфной фазы, которая под нагрузкой локально трансформируется. Затем начинается интенсивный процесс дегидратации, фосфатная композиция утрачивает способность к пластической деформации. С точки зрения современных воззрений алюмофосфатные связующие корректно рассматриваются в качестве микрогетерогенных (*фрактальных*) систем, содержащих в термодинамическом равновесии наряду с олигомерами, полимерные по катиону или аниону наночастицы.

Уникальные технологические свойства фосфатных вяжущих систем: высокие механические, термостойкие, антикоррозийные и другие конкурентоспособные характеристики основываются на структурообразовании, т.е. химическое взаимодействие исходных компонентов с образованием фосфатов, обладающих малой растворимостью, повышенной термодинамической устойчивостью и склонностью легко переходить из аморфного в кристаллическое состояние.

Таким образом, физико-химические процессы твердения алюмофосфатов корректно трактуются в рамках агрегации фрактальных кластеров. Фосфатные наноконструкции, способные эксплуатироваться при 1500⁰С и выше, можно получить низкотемпературной термической обработкой.

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК α - НАФТИЛАМИНА И УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНГИБИРОВАНИЯ НИТРОКСИЛЬНЫМ РАДИКАЛОМ

Исхакова Н.З., Гарифуллина Г.Г., Герчиков А.Я.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Нитроксильные радикалы нашли широкое применение в качестве ингибиторов для предотвращения полимеризации мономеров на стадии их очистки и хранения. Известно, что нитроксильные радикалы являются эффективными ингибиторами в реакциях взаимодействия с алкильными радикалами; в кислой среде возможны реакции акцептирования и пероксильных радикалов. Представляет практический интерес возможность удлинения срока действия ингибирующих свойств нитроксильных радикалов за счет их регенерация в реакциях обрыва цепей и синергического эффекта совместного действия.

Исследовано влияние стабильного нитроксильного радикала 2,2,6,6 – тетраметил-4-ацетиламинопиперидин-N-оксил на окисление пропан-2-ола. Окисление пропан-2-ола проводили при температуре 75 °С в присутствии классического инициатора азодиизобутиронитрила (АИБН). За кинетикой реакции следили по поглощению кислорода на дифференциальной манометрической установке и спектрофотометрически. В специальных опытах было установлено, что нитроксильный радикал расходуется только в присутствии инициатора окисления.

В отсутствии ингибирующих добавок кинетическая кривая поглощения кислорода пропанолом имеет линейный вид, параметр окисляемости совпадает с литературными данными. Добавки в систему нитроксильного радикала приводят к появлению четкого периода индукции на кинетических кривых поглощения кислорода. Экспериментально установлено, что величина периода индукции в реакции поглощения кислорода линейно зависит от концентрации добавленного ингибитора.

В присутствии добавок уксусной кислоты в окисляющийся спирт величина периода торможения нитроксильным радикалом резко возрастает и составляет намного больше 3-х часов. Спектрофотометрически было показано, что добавки уксусной кислоты снижают скорость расходования нитроксильного радикала в 80 раз. Наиболее вероятной причиной снижения скорости расходования нитроксильного радикала и как следствие увеличение периода торможения процесса окисления спирта является реакция их регенерации в стадиях обрыва цепей в кислой среде. Таким образом, в кислой среде нитроксильные радикалы обрывают цепи окисления изопропилового спирта по реакции с гидроксильными и пероксильными радикалами.

Совместное присутствие нитроксильного радикала и α - нафтиламина приводит к увеличению периода индукции в реакции окисления пропанола в 4-5 раз. По-видимому, в этом случае проявляется эффект синергизма, усиление торможения процесса окисления в присутствии двух ингибиторов при их совместном действии.

© Исхакова Н.З., Гарифуллина Г.Г., Герчиков А.Я., 2013 г.

АНАЛИЗ МЕТОДИК ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ ПАРАФИНОВ В НЕФТЯХ

Храмцова К.А.*, Ярополова Е.А.**

*Уфимский государственный авиационный технический университет,

**Отдел экспериментальных исследований ООО «БашНИПИнефть»,
г. Уфа, Россия

Физико-химические исследования нефтей являются одним из основных источников получения наиболее достоверной информации при разработке нефтяных месторождений, транспортировании нефти. От того, насколько точными являются методы физико-химического анализа, зависит правильность дальнейших расчетов и возможность принятия целесообразных решений.

Определение количественного содержания парафина в нефти имеет важное значение при выборе технологического режима эксплуатации трубопроводов и необходимости применения мер борьбы с нежелательными отложениями при добыче нефти. Содержащийся в нефти парафин в пластовых условиях находится в растворенном состоянии, а в дегазированной нефти на поверхности он может частично выпадать в осадок. Отложения парафинов в скважине и призабойной зоне пласта является серьезной проблемой. Кроме того, кристаллизация парафина на оборудовании и трубопроводах затрудняет транспортировку нефти. Поэтому необходимо знать количественное содержание парафина в нефти и температуру его плавления.

Применяемые в современных стандартах методики были разработаны в 60-х годах прошлого века, почти не обновлялись и, зачастую, имеют большую погрешность. В настоящей работе проводились исследования содержания парафинов в нефтях по различным методикам, в том числе с внесением в них поправок и изменений. Были выявлены методики, которые дают результат с наименьшей погрешностью. Оценены и проанализированы сходимость и воспроизводимость методов анализа.

© Храмцова К.А., Ярополова Е.А., 2013 г.

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК КИСЛОТ НА ИНГИБИРУЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ НИТРОКСИЛЬНЫХ РАДИКАЛОВ

Исхакова Н.З., Гарифуллина Г.Г., Герчиков А.Я.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Нитроксильные радикалы нашли широкое применение в качестве ингибиторов для предотвращения полимеризации мономеров на стадии их очистки и хранения. Представляет практический интерес возможность удлинения срока действия ингибирующих свойств нитроксильных радикалов за счет их регенерация в реакциях обрыва цепей.

Нами исследовано влияние 3-х стабильных нитроксильных радикалов на основе пиперидина, пирролидина и пиррола на окисление пропан-2-ола. Окисление пропан-2-ола проводили при температуре 75 °С в присутствии классического инициатора азодиизобутиронитрила (АИБН). За кинетикой расходования нитроксильного радикала следили спектрофотометрически. В специальных опытах установлено, что нитроксильный радикал расходуется только в присутствии инициатора окисления. Установлены значения длин волн, при которых наблюдается максимум поглощения; при этой длине волны вычислили значения молярных коэффициентов поглощения. Величина молярного коэффициента поглощения для исследованных нитроксильных радикалов имеет порядок 10^3 - 10^4 (л/моль*см).

Кинетические кривые расходования нитроксильных радикалов имеют экспоненциальный характер и спрямляются в координатах реакции первого порядка. Установлена линейная зависимость эффективной константы скорости реакции от концентрации нитроксильного радикала, что позволило вычислить бимолекулярную константу скорости реакции между нитроксильным радикалом и гидропероксильным радикалом, образующимся при окислении спирта. Величина данной константы скорости реакции позволяет соотнести изученные нитроксильные радикалы в группу сильных ингибиторов окисления.

В присутствии добавок аскорбиновой, лимонной, щавелевой и уксусной кислот в окисляющийся спирт скорость расходования нитроксильных радикалов значительно снижается. Так добавки уксусной кислоты снижают скорость расходования нитроксильного радикала в 80 раз. Наиболее вероятной причиной снижения скорости расходования нитроксильных радикалов является реакция их регенерации в реакциях обрыва цепей в присутствии кислоты. Количественно регенерация охарактеризована стехиометрическим коэффициентом ингибирования. Установлена эффективность регенерации ингибитора в зависимости от природы и концентрации добавленной КИСЛОТЫ.

© Исхакова Н.З., Гарифуллина Г.Г., Герчиков А.Я., 2013 г.

ОКИСЛЕНИЕ АРАБИНОГАЛАКТАНА ОЗОН-КИСЛОРОДНОЙ СМЕСЬЮ И ЕГО КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ С УРАЦИЛАМИ

Кутлугильдина Г.Г., Аннамередова М.М., Зиннатуллина Д.К., Зимин Ю.С.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Арабиногалактан (АГ) – наиболее значимый представитель водорастворимых растительных полисахаридов. Сырьем для его производства служит лиственница даурская и сибирская, а арабиногалактан, полученный из этих пород обладает наилучшими ценными качествами. Особое внимание российскими учеными уделяется АГ сибирской лиственницы, проявляющий наивысшую биологическую активность, выполняет энергетическую, защитную функцию, участвует в обменных процессах клетки, а также обладает иммуномодуляторными и гастропротекторными свойствами. Все это позволяет использовать АГ в качестве матрицы-носителя лекарственных препаратов, например, урацилов.

В настоящей работе использовали модифицированный АГ Сибирской лиственницы (*Larix sibirica*), полученный путем окисления озон-кислородной смесью в водной среде. Окисление позволило повысить реакционную и комплексообразующую способность полисахарида, уменьшить его молекулярную массу за счет введения карбоксильных групп. Окисление проводили в стеклянном термостатируемом реакторе барботажного типа со скоростью подачи озон-кислородной смеси 6 л/час при температуре 90 °С в течение 2 часов. Комплексы урацила и его производных с окисленной фракцией АГ ($M \sim 20000$) получали при комнатной температуре при низких концентрациях исходных реагентов ($10^{-5} \div 10^{-4}$ моль/л) в водных растворах. Комплексообразование изучали методом УФ-спектроскопии на максимуме длины волны поглощения урацилов.

Установлено, что добавление арабиногалактана к урацилам приводит к смещению максимумов поглощения в более коротковолновую область и увеличению интенсивностей пиков полос поглощения, что свидетельствует об образовании комплексных соединений. Состав и константы устойчивости образующихся комплексов определяли методами изомолярных серий и молярных отношений. Установлено, что во всех случаях комплексные соединения имеют состав 1:1, т.е. на одну карбоксильную группу полисахарида приходится одна молекула урацила или его производного. Константы устойчивости комплексов, образованных урацилами и арабиногалактаном, меняются в пределах $(1 \div 5) \cdot 10^4$ л/моль. Изучение природы заместителей в молекуле 6-метилурацила на устойчивость комплексов показало, что введение электронодонорных заместителей в пятое положение молекулы 6-метилурацила способствует увеличению устойчивости комплексных соединений.

© Кутлугильдина Г.Г., Аннамередова М.М., Зиннатуллина Д.К., Зимин Ю.С., 2013 г.

УДК 53.097

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО БАРЬЕРА
НА ГРАНИЦЕ МЕТАЛЛ/ПОЛИМЕР ПРИ СТРУКТУРНЫХ
ПРЕВРАЩЕНИЯХ В МЕТАЛЛАХ**

Набиуллин И.Р., Лачинов А.Н., Корнилов В.М.

Институт физики молекул и кристаллов УНЦ РАН, г.Уфа, Россия

В работе исследовано влияние фазовых и структурных переходов, происходящих в металлах, на эффект электронного переключения несопряженного полимерного материала в высокопроводящее состояние (ВПС). Показано, что переключение в ВПС происходит при критических температурах переходов соответствующих металлов. На основе полученных данных предлагается новая методика диагностики различных структурных и фазовых превращений в металлах основанная на регистрации изменения положения уровня Ферми металла.

Суть метода заключается в создании потенциального барьера между исследуемым металлом и измерительным электродом. Для создания барьера использовалась тонкая пленка несопряженного полимерного диэлектрика с нелинейными электрофизическими свойствами. Ток через такую структуру является инжекционным, поэтому изменение уровня Ферми в металле вносит вклад в характер протекающего тока.

Для проведения исследований были выбраны следующие металлические образцы: металлы и сплавы, в которых происходит фазовый переход первого рода (*Ga, сплав Вуда, In, Sn*); металлы и сплавы в которых наблюдается фазовый переход второго рода (*Cr, Gd, GdCo₂, GdAl₂, DyAl₂*); металлы с ультрамелкозернистой структурой (*Cu, Ni*).

В качестве полимерной прослойки был выбран полимер из класса полигетероариленов – полидифениленфталид (ПДФ) (ширина запрещенной зоны ~ 4,2 эВ, температура размягчения ~ 420⁰С).

Установлено, что при фазовых переходах 1-го рода наблюдается резкое увеличение протекающего через экспериментальную структуру тока, при температурах плавления соответствующих металлов. При фазовых переходах 2-го рода, так же наблюдается резкое увеличение тока в точке Кюри (Нееля) исследованных металлических образцов. При структурных превращениях, на температурных зависимостях тока, наблюдается скачкообразное изменение тока при температурах возврата УМЗ структуры в крупнокристаллическую фазу.

В докладе обсуждается механизм переноса заряда в многослойной металл-органической структуре и перспективы его практического использования.

© Набиуллин И.Р., Лачинов А.Н., Корнилов В.М., 2013 г.

УДК 631.811

**НАНОРАЗМЕРНЫЙ ГЕМАТИТ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ
МЕТАЛЛОВ ИЗ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

Назарова Д.Ф., Ильясова Р.Р.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

С ростом технического прогресса, как правило, приводящим к загрязнению окружающей среды, становятся важными проблемы охраны окружающей среды. В последнее время их пытаются решить с помощью достижений нанотехнологии и нанохимии.

Настоящая работа посвящена синтезу и изучению сорбционных свойств стабилизированного наноразмерного гематита по отношению к тяжелым металлам, в частности, к катиону цинка (2+) с целью разработки наносорбента для очистки природных объектов и изучению его сорбционных свойств по отношению к иону цинка (2+).

В работе методика синтеза наночастиц гематита основана на известной реакции осаждения солей железа (3+) концентрированным аммиаком при нагревании. Размер наночастиц составил при этом от 20 до 200 нм. Стабилизации наночастиц способствовало введение в качестве стабилизатора – гидротартрата калия. Все дальнейшие исследования проводились на указанном сорбенте, одновременно стабилизированном и модифицированном. Размер частиц гематита в 30 нм оставался постоянным длительное время до нескольких недель.

Сорбция катиона цинка (2+) на поверхности наногематита была проведена в статическом режиме. Для выбора оптимальных условий сорбции изучен ряд параметров, влияющих на сорбцию иона цинка (2+): общие закономерности сорбции и сорбционного поведения иона цинка (2+); температура сорбции; время проведения сорбционного процесса; значение pH процесса; влияние массы сорбента на сорбционный процесс. Количественный анализ катионов цинка (2+) проведен фотометрическим методом.

Сравнительный анализ сорбции ионов цинка (2+) на различных видах сорбентов (активированный уголь, наногематит, стабилизированный наногематит, силикагель) показал, что высокой сорбционной способностью по отношению к катионам цинка (2+) среди вышеуказанных сорбентов обладает модифицированный гидротартратом калия наногематит, о чем свидетельствуют значения степеней извлечения катиона цинка (2+) - до 92 % .

© Назарова Д.Ф., Ильясова Р.Р., 2013 г.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ПРОДУКТА
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ КАДМИЯ И МЕДИ В
РАСТВОРЕ ХЛОРИДА НАТРИЯ**

Пугачева С.Е., Долинина А.С., Балмашнов М.А.
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Продукты окисления меди и кадмия получали методом электрохимического окисления с использованием переменного тока промышленной частоты в растворе хлорида натрия с концентрацией 3 % и при плотностях тока 1 и 3 А/см², температуре электролита 100 °С.

Для определения фазового состава были проведены рентгенофазовые исследования продукта. РФА показал, что в образцах преимущественно содержались Cd(OH)₂, Cu₂O и CdO. Продукты, синтезированные при различной плотности тока, отличаются по составу. В образце, полученном при плотности тока равной 1 А/см², содержались не только такие соединения как Cd(OH)₂, γ-Cd(OH)₂, CdO, Cu₂O, но и Cd₄Cl₃(OH)₅, NaClO₃, Cd₄Cl(OH)₅, Cu. В образце, полученном при плотности тока равной 3 А/см², в состав продукта входили Cd(OH)₂, Cu₂O, Cu₂(OH)₃Cl, не найдено соединений с натрием и чистой меди.

Результаты РФА подтверждаются данными дифференциально-термического анализа. Кривые ДСК двух образцов похожи между собой. Потеря массы продукта свидетельствует о наличии гидроксидов. У кривых ТГ наблюдается несколько минимумов, что свидетельствует о поэтапном удалении кристаллизационной воды из продукта. Кривая ТГ образца, полученного при плотности тока равной 3 А/см², имеет сложный вид. До температуры 270⁰С протекают процессы дегидратации и кривая показывает уменьшение массы образца. После указанной температуры наблюдается увеличение массы до 350⁰С. Это свидетельствует о процессах окисления на воздухе.

Из полученных анализов РФА и синхронного термического анализа, можно сделать вывод о том, что продуктами электрохимического окисления металлического кадмия и меди является смесь гидроксидов кадмия и оксидов меди. При плотности тока 1 А/см² – преимущественно содержатся γ-Cd(OH)₂, Cd(OH)₂ и Cu₂O, а при плотности тока 3 А/см² – Cu₂O и Cd(OH)₂.

Литература

1.Коробочкин В.В., Ханова Е.А. Определение количества окисленных титана, кадмия и меди при электролизе на переменном токе// Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2005. – Т.71. - №6. – С.20-23

© Пугачева С.Е., 2013 г.

**ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ЭЛЕКТРОЛИТА НА ПРОЦЕСС
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ КАДМИЯ**

Скобелкина А.В., Долинина А.С., Горлушко Д.А., Гондарев А.А.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия

Важную роль в процессе электрохимического окисления металлического кадмия играет электролит, правильный выбор которого является одним из определяющих факторов процесса. Для того чтобы процесс окисления был максимально эффективным, а продукт обладал определенными качественными характеристиками, сформулированы основные требования, предъявляемые к раствору электролита, которым он должен удовлетворять:

- наличие в электролите кислородосодержащих ионов;
- нерастворимость в электролите кадмия и его фазовых оксидных форм;
- возможно большая электропроводность;
- минимальное содержание вредных примесей;
- легкая обмывка продуктов окисления от электролитов[1].

Исследования влияния состава электролита на процесс электрохимического окисления кадмия проводились в различных электролитах: NaCl, NH₄Cl, NaOH, CH₃COONa, с концентрациями от 3 до 25 мас.%, плотностью тока 2 А/см² и температурой 100⁰ С.

Экспериментальные данные показали, что на скорость электрохимического окисления кадмия на переменном токе влияет катионный и анионный состав электролита. Наибольшая скорость наблюдается в растворах хлоридов. Вместе с тем процесс электрохимического окисления в растворе NH₄Cl протекает в 2 раза быстрее, чем в NaCl и в 5 раз быстрее, чем в CH₃COONa, а так же в 20 раз быстрее, чем NaOH.

Исходя из выше изложенного, можно сделать вывод о том, что, чем ниже концентрация электролита, тем выше скорость окисления кадмия, а наибольшие скорости окисления наблюдаются в растворах NH₄Cl.

Литература

1. Ключников Н.Г. Руководство по неорганическому синтезу. М. – Л.: Госхимиздат, 1953. – 338 с.

© Скобелкина А.В., 2013 г.

УДК 541.124

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРИОДА ИНДУКЦИИ В РЕАКЦИИ ИНГИБИРОВАННОГО ОКИСЛЕНИЯ Н-ДЕКАНА

Тихонова М.В., Гарифуллина Г.Г., Герчиков А.Я., Спивак С.И.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Окисление органических соединений относится к классу вырожденно-разветвленных цепных реакций, механизм которых широко изучен. В присутствии добавок ингибиторов на кинетических кривых поглощения кислорода появляется период индукции. Период индукции – одна из важных кинетических особенностей самоускоряющихся реакций. Величины периода индукции используются для описания кинетического поведения реакционной системы, выявления деталей механизмов реакций, характеристики активности ингибиторов. Период индукции – как характеристика действия ингибиторов окисления определяется как интервал времени, в течение которого молекулам ингибитора удается тормозить процесс окисления. Экспериментально период индукции отсчитывается с момента, когда реакция начала протекать в режиме прогрессирующего самоускорения и до момента, при котором это самоускорение резко усиливается. В настоящей работе использован разработанный нами программный комплекс для вычисления периода индукции в реакции ингибированного α -нафтиламино окисления н-декана. Для математической идентификации кинетической модели реакции ингибированного окисления н-декана применялся программный комплекс, разработанный при поддержке фонда Бортника в рамках программы «У.М.Н.И.К.». Решение прямой кинетической задачи проводили полувывным методом Мишельсена с автоматическим выбором шага интегрирования. Решение обратных кинетических задач осуществлялось при помощи интегрированного в ХимКинОптим индексного метода глобальной оптимизации, разрабатываемого в Нижегородской школе глобальной оптимизации, использующего технологии параллельных вычислений. В лабораторных условиях модельная реакция ингибированного окисления н-декана проводилась при температуре 90°C. В ходе эксперимента наблюдали поглощение кислорода, и выдавалась его концентрация в отдельные моменты времени. Константы скорости элементарных реакций окисления н-декана подобраны, исходя из литературных данных. Результаты расчетов показали совпадение индукционных периодов с экспериментальными данными, как по поглощению кислорода, так и по накоплению гидроперекиси для реакции ингибированного окисления декана. Особую ценность представляют результаты расчетов кинетических кривых тех продуктов, для которых трудно выполняем эксперимент: это кинетические кривые для промежуточных лабильных алкильных, пероксильных

радикалов декана; продуктов превращения молекулы ингибитора. Для 4-х элементарных реакций уточнены величины констант скоростей реакции.

© Тихонова М.В., Гарифуллина Г.Г.,
Герчиков А.Я., Спивак С.И., 2013 г.

УДК 544.165+615.22

МОДЕЛИРОВАНИЕ АКТИВНОГО ЦЕНТРА 5-ЛИПОКСИГЕНАЗЫ

Хайруллина В.Р., Трынкина В.С., Таипов И.А.,
Герчиков А.Я., Зарудий Ф.С.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

*Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа, Россия

5-липоксигеназа (5-ЛОГ)– ключевой фермент биосинтеза лейкотриенов, чрезмерная выработка которых провоцирует такие заболевания, как астма, артриты, псориаз и ишемическая болезнь сердца. В этой связи поиск биологически активных соединений, способных блокировать активность как 5-ЛОГ, представляет собой перспективное направление в области фармакологии и биохимии для предотвращения и лечения аллергий и воспалений различной этиологии.

В настоящее время для рационального поиска биологически активных веществ с требуемым комплексом свойств активно привлекаются методы компьютерного моделирования: молекулярный докинг, молекулярная динамика, QSAR-методы. Однако существенной проблемой использования всех свободно распространяемых версий программ молекулярного докинга и молекулярной механики является отсутствие в них расчетных параметров силового поля для ионов железа с координационным числом 6. Вместе с тем, игнорирование частичного заряда на простетических группах металлопротеинов ставит под сомнение корректность проводимых расчетов. В частности, активный центр 5-ЛОГ содержит негемовый ион Fe с условным зарядом 2+, координационно связанный с тремя полярными гистидиновыми фрагментами HIS372, HIS550, HIS367, карбонильной группой аспарагина ASN 554, COO-группой C-терминального изолейцина 673 и молекулой воды H₂O, (рис. 1).

В активированном состоянии условный заряд на ионе железа равен 3+. В связи с этим целью настоящей работы заключалась в моделировании активного центра 5-ЛОГ методами квантовой химии. Структура моделируемого центра 5-ЛОГ изображена на рис. 2.

Расчет парциальных атомных зарядов проводили полуэмпирическим методом квантовой химии PM6 в программе MOPAC 2012. Структура моделируемого сайта приведено на рис. 4. Полагали, что общий заряд моделируемой системы при расчетах равен +1.

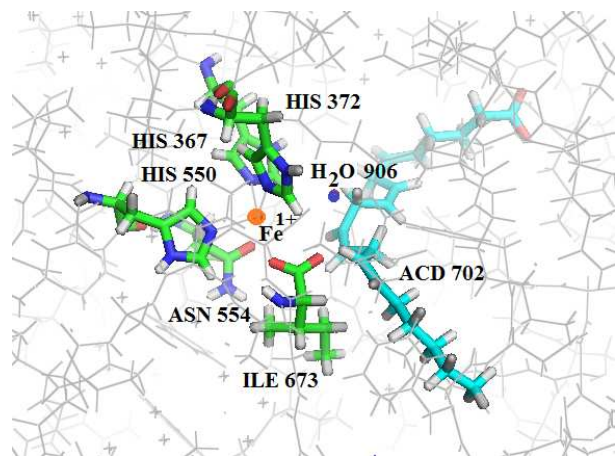


Рис. 1. Структура активного центра 5 – липоксигеназы

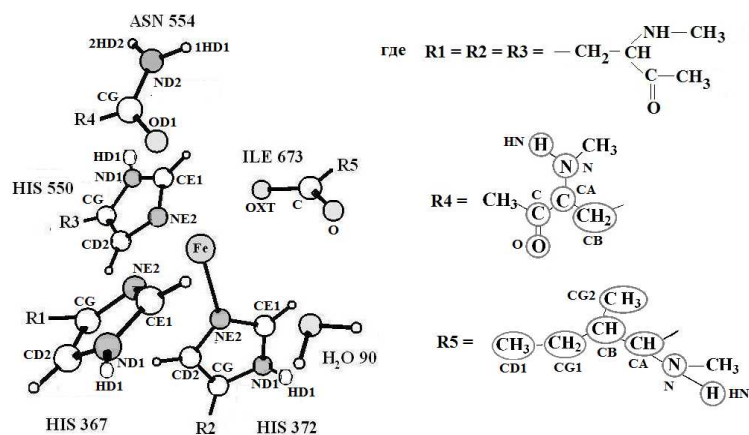


Рис. 2. Моделирование активного центра 5 – липоксигеназы в отсутствие лигандов. Символами обозначены коды атомов в соответствии с форматом силового поля AMBER-99SB

На основании данных квантовохимических расчетов методом PM6 в программе MOPAC2012 установлено, что учет заряда на ионе железа существенно влияет на распределение и величину парциальных атомных

зарядов координирующих его близлежащих атомов имидазольных фрагментов аминокислотных остатков HIS367, HIS372, HIS550, а также карбонильных и карбоксильных групп ASN554 и ILE673, соответственно.

При этом парциальный атомарный заряд на ионе железа существенно отличается от его условно принятого значения 3+ и равен 1+.

Корректность квантовохимических расчетов подтверждена результатами позиционирования энергетически выгодных конформеров арахидоновой кислоты (AA) в репараметризованном активном центре 5-ЛОГ (табл. 1). В качестве модельной молекулы 5-ЛОГ для молекулярного докинга выбрана цепь А макромолекулы с кодом 3o8y (<http://www.rcsb.org>). Найденные в результате молекулярного докинга положения AA в репараметризованном нами активном центре макромолекулы 3o8y на 70% совпали с данными кристаллографического анализа.

Таблица 1. Результаты докинга молекулы AA в АЦ цепи В макромолекулы 3o8y

Шифр соединения	E_{bind} , ккал/моль	RMSD от кристаллической позы	Число структур в кластере
AA	-6.00	2.1	14
AA	-7.55	0.62	15

Численное значение свободной энергии связывания для оптимального положения молекулы AA в АЦ 3o8y составило -6,0 ккал/моль, что удовлетворительно согласуется с аналогичными данными при позиционировании AA в АЦ циклооксигеназы-2 (код макромолекулы в PDB 1CVU), гомологичной 3o8y на 54 %.

УДК 547.954.681.3.06

ОКИСЛЕНИЕ 6-МЕТИЛУРАЦИЛА ОЗОН-КИСЛОРОДНОЙ СМЕСЬЮ

Хайруллина Л.Р., Насретдинова Р.Н., Зимин Ю.С.
Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В данной работе были исследованы кинетические закономерности и механизм реакции озона с 6-метилурацилом в водной среде, так как многие важные процессы с участием O_3 (атмосферные процессы, очистка сточных вод) протекают либо в водных растворах, либо в присутствии значительных количеств водяных паров.

Опыты проводили при 22-60°C. Начальные концентрации 6-метилурацила (S) в реакционной смеси изменяли в диапазоне $(0.1-1.0) \cdot 10^{-3}$ моль/л. При этом в проводимых экспериментах всегда выполнялось условие: $[S]_0 \gg [O_3]_0$, где $[S]_0$ и $[O_3]_0$ – начальные концентрации 6-метилурацила и озона в растворе, соответственно.

Было установлено, что при барботаже озono-кислородной смеси через водные растворы S при температурах 22-60°C наблюдается хемиллюминесценция (ХЛ) в видимой области спектра. После прекращения подачи O_3-O_2 -смеси происходит затухание интенсивности сигнала ХЛ. Интенсивность свечения уменьшается во времени по экспоненциальному закону, на что указывает хорошее спрямление кинетических кривых тушения хемиллюминесценции в координатах реакции первого порядка:

$$\ln \frac{J_0}{J_t} = k' t,$$

где J_0 , J_t – начальная и текущая интенсивности свечения (относительные единицы), k' – эффективная константа скорости тушения (c^{-1}). С увеличением начальных концентраций 6-метилурацила эффективные константы скорости k' линейно возрастают:

$$k' = k [RH]_0,$$

где k – константа скорости второго порядка (л/моль·с).

В работе показано, что температурная зависимость константы скорости второго порядка k удовлетворительно описывается уравнением Аррениуса.

© Хайруллина Л.Р., Насретдинова Р.Н.,
Зимин Ю.С., 2013 г.

УДК 547.954.681.3.06

ХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ В РЕАКЦИИ ОЗОНА С УРАЦИЛАМИ

Хайруллина Л.Р., Насретдинова Р.Н., Зимин Ю.С.
Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В данной работе обнаружена хемиллюминесценция (ХЛ) в видимой области спектра при барботаже озono-кислородной смеси через водные растворы урацилов (22-60°C). После прекращения подачи O_3-O_2 -смеси интенсивность сигнала ХЛ уменьшается во времени по экспоненциальному закону, на что указывает хорошее спрямление кинетических кривых тушения хемиллюминесценции в координатах реакции первого порядка:

$$\ln \frac{J_0}{J_t} = k' t,$$

где J_0 , J_t – начальная и текущая интенсивности свечения (отн. единицы), k' – эффективная константа скорости тушения (c^{-1}).

С увеличением начальных концентраций урацилов (S) величины k' линейно возрастают: $k' = k \cdot [S]_0$.

Температурная зависимость константы скорости второго порядка k (л/моль·с) удовлетворительно описывается уравнением Аррениуса.

© Хайруллина Л.Р., Насретдинова Р.Н.,
Зимин Ю.С., 2013 г.

УДК 544.165+615.22

МОДЕЛИРОВАНИЕ АКТИВНОГО ЦЕНТРА ГЕМОПРОТЕИНОВ НА ПРИМЕРЕ ПЕРОКСИДАЗНОГО ЦЕНТРА ЦИКЛООКСИНАЗЫ-1

Хайруллина В.Р., Таипов И.А., Васильев М.Н., Ишмухаметова А.Р.,
Герчиков А.Я., Зарудий Ф.С.*

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

*Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа, Россия

В настоящее время задача поиска новых биологически активных веществ и потенциальных лекарственных препаратов избирательного действия успешно реализуется благодаря привлечению современных методов компьютерного моделирования: молекулярного докинга, молекулярной динамики. Принцип работы этих методов базируется на расчете молекулярно-электростатических потенциалов (МЭП). Описание МЭП является ключевым моментом при подборе потенциала межмолекулярного взаимодействия. Во всех методах компьютерного моделирования расчет МЭП производится автоматически как для молекулы биополимера, так и для низкомолекулярного лиганда, исходя из численных

значений парциальных атомных зарядов в соответствии с выбранным силовым полем. Однако существенной проблемой при моделировании взаимодействия металлопротеинов с низкомолекулярными соединениями является отсутствие корректного описания парциальных атомных зарядов на негемовых ионах металлов силовыми полями. Вместе с тем ионы металлов в качестве простетических групп входят в активные центры большинства известных биомолекул. Цель настоящей работы заключалась в квантовохимическом расчете парциальных атомных зарядов окисленной формы гема (рис. 1) с ионом Fe^{3+} , входящего в активный центр пероксидазы и большинства известных оксигеназ, включая изомерные формы циклооксигеназы (ЦОГ).

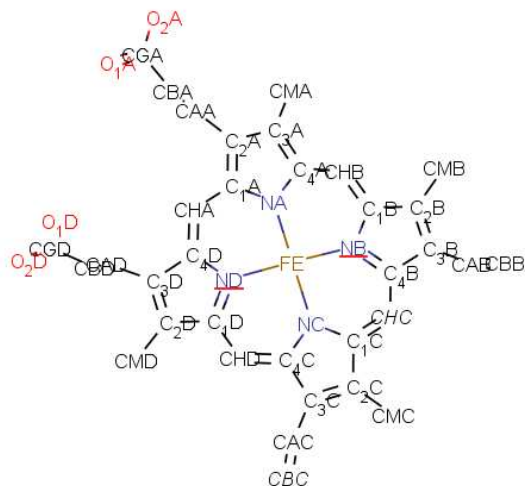


Рис. 1. Моделирование пероксидазного активного центра ЦОГ. Символами обозначены коды атомов в соответствии с форматом силового поля AMBER-99SB

Расчет парциальных атомных зарядов на геме с ионом Fe^{3+} выполнен полуэмпирическим методом квантовой химии PM6 в программе MOPAC 2012. Полагали, что общий заряд моделируемой системы при расчетах равен +1. Адекватность полученных нами расчетных данных подтверждена результатами молекулярного докинга структур нестероидных противовоспалительных лекарственных средств (НПВЛС) «нимесулид», «целекоксиб» и «фторбипрофен» арахидоновой в активный центр макромолекулы $3n8x$ (цепь В), представляющую собой модель фермента циклооксигеназы-1 (ЦОГ-1).

© Хайруллина В.Р., Таипов И.А., Васильев М.Н.,
Ишмухаметова А.Р., Герчиков А.Я., Зарудий Ф.С., 2013 г.

УДК 541.14:547.551.2

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ 5-БРОМУРАЦИЛА С ПЕРОКСИДОМ ВОДОРОДА.

Шарипова Г.М., Ахатова Г.Р., Герчиков А.Я.,

ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет», Уфа, Россия

Урацил и его производные являются биологически активными веществами, отдельные представители которых известны как лекарственные препараты. Кроме того, эффективность фармакологического действия многих лекарственных препаратов часто коррелирует с их эффективностью в качестве антиоксидантов. А так как антиокислительная активность любого соединения представляет собой комплекс количественной кинетической информации, характеризующей их реакционную способность при взаимодействии, как с радикалами, так и с пероксидными соединениями, изучение реакционной способности известных и потенциальных лекарственных препаратов на основе урацилов и других производных этого класса соединений является актуальным. В настоящей работе исследована кинетика взаимодействия 5-бромурцила с пероксидом водорода в водной среде. Кинетику реакции изучали при длине волны, соответствующей максимуму поглощения 5-бромурцила, равной $\lambda_{max} = 274$ нм. Было установлено, что в области исследуемой длины волны связь оптической плотности с концентрацией урацила удовлетворяет закону Бугера-Ламберта-Бера, что позволяет определить значение коэффициента экстинкции $\epsilon = (8070 \pm 83)$, который использовали в дальнейших расчетах.

С помощью слежения за концентрацией 5-бромурцила, было установлено, что с увеличением начальной концентрации вводимых добавок соединения начальная скорость его расходования возрастает линейно, что говорит о первом концентрационном порядке реакции по урацилу. Исходя из этого, была рассчитана константа скорости реакции псевдопервого порядка, которая равна $k \cdot 10^5$, $s^{-1} = (6,4 \pm 0,4)$. В дальнейшем была изучена зависимость скорости расходования 5-метилурацила от концентрации пероксида водорода. Было установлено, что порядок реакции по пероксиду водорода также первый. На основании полученных данных была рассчитана константа скорости реакции второго порядка взаимодействия 5-бромурцила с пероксидом водорода, которая равна $k \cdot 10^3$, $M^{-1} \cdot s^{-1} = (6,4 \pm 0,4)$.

Так же была исследована температурная зависимость константы скорости реакции 5-бромурцила с пероксидом водорода и получена удовлетворительная Аррениусовская зависимость, из которой определены активационные параметры реакции в виде энергии активации и предэкспоненциального множителя:

$$E = (36 \pm 3) \text{ кДж/моль}$$

$$\lg A = (3,0 \pm 0,3)$$

© Шарипова Г.М., Ахатова Г.Р., Герчиков А.Я., 2013 г.

СЕКЦИЯ «МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ»

УДК 001.92:37

ПРЕПОДАВАНИЕ «ПИЩЕВОЙ ХИМИИ» СТУДЕНТАМ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ»

Латыпова Э.Р.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Пищевая химия – раздел химической науки, которая занимается вопросами химического состава пищевых продуктов, преобразований нутриентов в технологическом потоке и в нашем организме, разработкой новых методов анализа и системы управления качеством.

Курс «Пищевая химия», разработанный для студентов специальности «Стандартизация и сертификация», учитывает то, что их будущая профессиональная деятельность может быть связана с необходимостью владения знаниями химического состава пищевого сырья и готовых продуктов питания, а также представлений о способах их получения, о превращениях, которые происходят при их получении.

Структура курса предполагает освоение студентами теоретических положений «Пищевой химии» (лекционный курс) и практических методов работы по качественному анализу компонентов пищи, а именно, белков, жиров, углеводов и витаминов. Сведения, полученные в результате изучения данного курса, позволяют более правильно оценить качество потребляемых продуктов и учитывать это при разработке стратегии развития пищевой промышленности.

Однако затруднения у студентов при изучении данного курса может вызвать тот факт, что предварительно ими не рассматривается курс органической химии (не предусмотрено учебным планом). Поэтому очень важно самостоятельно изучить и вспомнить основы органической химии, изучаемой в школе.

© Латыпова Э.Р., 2013 г.

УДК 159.9

ОСОБЕННОСТИ ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

Гарифуллина Г.Г., Насретдинова Р.Н.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Традиционный метод контроля, измерения уровня знаний студентов – экзамены проводятся по билетам. В билет могут быть включены не более 4-5 вопросов по изучаемому курсу. Однако ключевых моментов дисциплины намного больше, чем эта величина. Следующим недостатком экзаменационного опроса является определенная доля субъективизма преподавателя. Этот субъективизм может быть вызван разным уровнем знаний студентов в разных группах; не чужды нашей действительности

подсказки, списывания и др. Недостатком экзаменационного контроля является также ограниченная пятибалльная система оценок.

Альтернативным способом выяснения уровня знаний испытуемых является тестирование. Английское слово 'test' переводится как проверка или испытание. Испытание людей на предмет овладения каким-либо качеством, свойством началось с древних времен. Однако, история тестов началась век назад в виде важной проблемы исследования индивидуальных различий людей. Эта проблема дала импульс к появлению первых тестов в работах известного английского ученого Ф.Гальтона.

Согласно заданиям Гальтона прошли испытания 9337 человек в возрасте от 5 до 80 лет. Испытуемым были представлены задания по семнадцати показателям. Задания должны были различить людей по силе, скорости реакции, выносливости и др. Впервые систему требований к тестам, как к методу исследования личности, сформулировал Д.Каттелл. Согласно его мнению, тест есть средство для проведения научного эксперимента. Поэтому должны быть выполнены следующие требования: одинаковые условия для испытуемых, ограничение времени тестирования примерно часом; испытуемые должны четко понимать, что им нужно делать; и самое главное требование - результаты тестирования обрабатываются статистическими методами.

В настоящее время тестирование (испытание) учащихся приобретает массовый характер. Это связано, во-первых, проведением Единого государственного экзамена (ЕГЭ), во-вторых, с подписанием Россией Болонского соглашения. По условиям соглашения Россия вступает в единое образовательное пространство. Качество образования студентов ВУЗов будет оцениваться по результатам промежуточного и итогового тестирования. Методика тестирования, как способ измерения уровня знаний испытуемых, лишена вышеперечисленных недостатков экзаменационного опроса. В тесте предлагаются задания по всем ключевым моментам дисциплины (обычно в тесте содержатся 30-50 заданий), соответственно результаты опроса оцениваются по дифференцированной многобалльной шкале. При тестировании испытуемый и преподаватель не имеют непосредственного контакта; все студенты получают одни и те же задания, поставлены в одинаковые условия, субъективные факторы здесь сведены к нулю, достигается объективная оценка уровня знаний студентов. Наряду с этими достоинствами тестовый контроль не лишен недостатков. Не всякий тест лучше экзаменов, а только тот, который применяется в условиях, когда студенты не имеют возможности общаться друг с другом. Тестовый опрос хорош для массовых проверок знаний, когда нужно оценить знания и отобрать лучших (приемные экзамены), когда сравнивается уровень разных однопрофильных ВУЗов с целью их аттестации. К издержкам тестового контроля относится трудность создания хорошего теста, имеющего

устойчивые коэффициенты надежности и валидности. В настоящее время тест определяется как система заданий специфической формы, возрастающей трудности, позволяющая качественно оценить структуру знаний и количественно измерить уровень знаний.

© Гарифуллина Г.Г., Насретдинова Р.Н., 2013 г.

УДК 159.9

УЧАСТИЕ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ФАКУЛЬТЕТА В ОЛИМПИАДАХ ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ

Гарифуллина Г.Г.¹, Кот Н.А.,²

¹Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия,

²Министерство образования республики Башкортостан, г. Уфа, Россия

Работа с одаренными школьниками – неотъемлемая часть нашей деятельности. Преподаватели химического факультета активно участвуют в подготовке школьников к олимпиадам по химии разного уровня сложности: школьного, муниципального, регионального и заключительного этапов. Совместно с ведущими учителями химии нашей республики разработана программа занятий с олимпийцами. Особо отметим многолетний труд в олимпийском движении следующих преподавателей химического факультета: профессора Кудашеву Ф.Х., доцента Пухову В.М., доцента Петрушину Т.Ф., доцента Аминеву Н.А., доцента Гарифуллина Г.Г., доцента Валинурову Э.Р. Химический факультет БГУ служил базой проведения заключительного этапа проведения всероссийской олимпиады школьников по химии в течение трех лет – в 2006-2008 годы. Преподаватели факультета активно работали в составе жюри олимпиады. С 2010 года химический факультет является региональной базой проведения заключительного этапа всероссийской олимпиады школьников «Ломоносов».

Результатом данной работы являются высокие результаты наших олимпийцев. Так, в 2010 году призерами заключительного этапа школьной олимпиады по химии стали: Уткин Андрей (СОШ №114 г. Уфы, 9 класс), Гумеров Марсель (БЛИ №3, 10 класс г. Стерлитамак); призеры 2011 года: Уткин Андрей (СОШ №114 г. Уфы, 10 класс), Гумеров Марсель и Фархутдинов Марат (БЛИ №3, 11 класс, г. Стерлитамак); в 2012 году Уткин Андрей стал победителем заключительного этапа всероссийской олимпиады школьников по химии и серебряным призером Международной Менделеевской олимпиады (г. Астана). Участники, призеры и победители школьных олимпиад являются студентами и аспирантами ведущих ВУЗов России. Призер заключительного этапа ВОШ Десяткин Виктор (2006 года) успешно закончил обучение на химическом факультете МГУ, ныне аспирант МГУ, Уткин Андрей и Гумеров Марсель – студенты МГУ.

Школьники-олимпийцы и после окончания школы участвуют в студенческих предметных олимпиадах, в Интернет олимпиадах. Участие в

олимпиадах позволяет студентам расширять кругозор, вызывает интерес к выбранной профессии. За последние годы призерами Интернет экзаменов стали студенты химического факультета БГУ, в школьные годы активные участники и призеры олимпиад различных этапов: Крупеня Иван (студент 4 курса), Загитов Вадим (студент 2 курса), Рязанов Кирилл (студент 4 курса), Тухватуллин Рустем (студент 3 курса). За успехи олимпийцы награждены: золотой медалью – Тухватуллин Р., серебряной медалью – Загитов В. и Крупеня И. Победители и призеры школьных олимпиад в настоящее время работают в составе жюри регионального этапа ВОШ.

© Гарифуллина Г.Г., Кот Н.А., 2013 г.

УДК 001.92:37

ПРЕПОДАВАНИЕ «АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ» СТУДЕНТАМ ИНЖЕНЕРНОГО ФАКУЛЬТЕТА ПО НАПРАВЛЕНИЮ «УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ»

Латыпова Э.Р., Тухватшин В.С.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Управление качеством является основным средством достижения и поддержания конкурентоспособности любого предприятия. Качество создается на всех стадиях производства, в том числе на стадии непосредственного производства и хранения.

Курс «Аналитическая химия», разработанный для студентов по направлению «Управление качеством», учитывает то, что будущая профессиональная деятельность инженеров будет непосредственно связана с необходимостью владения общими проблемами теории химии, практическими приемами и основными физико-химическими методами анализа, а так же с использованием современных химических, физико-химических и физических методов исследования с целью контроля качества выпускаемой продукции.

Структура курса предполагает освоение студентами теоретических положений аналитической химии (лекционный курс) и практических методов работы по качественному и количественному анализу соединений в лаборатории кафедры «Органической и биоорганической химии» Башкирского государственного университета. Контроль знаний осуществляется путем решения задачи по анализу индивидуальных соединений известными студенту методами и обоснование ими выбранного метода анализа. Такой подход контроля качества знаний позволяет развивать умение самостоятельно решать конкретные производственные задачи, планировать и проводить химический эксперимент.

© Латыпова Э.Р., Тухватшин В.С., 2013 г.

МЕТОДЫ ХИМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Ильина Е.Л., Ильясова Р.Р.,
ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет»,
г. Уфа, Россия

Основной задачей преподавателя химии является оптимальный выбор методов обучения, цель которых образование, воспитание и развитие учащихся.

Специфика методов обучения химии кроется в специфике содержания и методов химии как экспериментальной науки и в особенностях познавательной деятельности учащихся, необходимости мыслить и объяснять реальные свойства веществ состоянием и изменениями в невидимом микромире, понять которые можно, пользуясь теоретическими, модельными представлениями.

При изучении методов обучения химии необходимо учитывать: закономерности и принципы обучения; цели и задачи обучения; содержание и методы данной науки вообще и данного предмета, темы в частности; учебные возможности (возрастные, уровень подготовленности, особенности классного коллектива); возможности педагога.

В то же время, постоянно возрастающий объем информации, непрерывное обновление учебных дисциплин приводят к тому, что у многих учащихся еще со школы снижается интерес к изучению химии. Отсюда - нежелание изучать учебные и научные тексты химического содержания и отсутствие умений и навыков воспринимать их в целом. Как следствие, это влечет за собой слабые знания абитуриентов по предмету и низкую мотивацию к его изучению в школе, а в дальнейшем появляются трудности в усвоении специальных дисциплин, связанных с химией.

Поэтому, в связи с вышеуказанным, становится актуальным совершенствование форм и методов обучения химии, которые стимулируют мыслительную деятельность учащихся, развивают их познавательную активность, учат практически использовать химические знания.

Целью работы стало выявление факторов и педагогических условий успешного применения методов химического образования, ориентированных на активизацию познавательной деятельности школьников при изучении химии. Авторами изучены и экспериментально исследованы на занятиях традиционные (рассказ, беседа) и активные методы обучения химии (дискуссия, игра) в Аксаковской гимназии №11 г. Уфы, а также на первом курсе химического факультета университета. Результаты исследования показали, что применение активных методов обучения приводит к более высокому уровню усвоения материала и повышению качеству обучения учащихся.

© Ильина Е.Л., Ильясова Р.Р., 2013 г.

**О НЕКОТОРЫХ НЕКОРРЕКТНО
СОСТАВЛЕННЫХ ЗАДАНИЯХ ЕГЭ.**

Ляпина А.Р.
Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Введение ЕГЭ позволило освободить абитуриентов от сдачи вступительных экзаменов в ВУЗы, и, возможно, уменьшило коррупцию.

Но ЕГЭ привнесло с собой не только плюсы, но и солидную долю негатива, со стороны вынужденных писать его учеников школ, а так же их родителей и преподавателей школ. В этой статье будут на примере экзамена по химии рассмотрены лишь некоторые примеры «халатности» составителей учебных пособий. Некоторые из составителей принимают непосредственное участие в составлении заданий ЕГЭ.

Некоторые требования к сдающим ЕГЭ по химии выходят за пределы школьных программ и учебников. Эти требования авторов-разработчиков контрольно измерительных материалов излагаются во всевозможных учебно-тренировочных материалах.

Зачастую автор тренировочных вариантов, призванных подготовить ученика к сдаче единого государственного экзамена, выдвигает в объяснении задания два противоречащих друг другу суждения. Это ставит обучающихся в тупик, из которого заведомо нет выхода, поскольку издание печатается от имени составителя ЕГЭ.

Литература

1. Оржековский П.А., Богданова Н.Н. Интенсивная подготовка. ЕГЭ 2010. Химия. Репетитор. М. Эксмо. 2009.
2. Медведев Ю.Н. Химия. ЕГЭ. Типовые тестовые задания. М. Экзамен. 2011.
3. Каверина А.А., Добротин Д.Ю., Корощенко А.С., Медведев Ю.Н. Учебно-тренировочные материалы для подготовки к ЕГЭ. Химия. М. Интеллект-Центр. 2005.

СОВРЕМЕННЫЕ КОНЦЕПЦИИ ИЗУЧЕНИЯ КУРСА ХИМИИ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

Яубасаров Н.Р., Ильясова Р.Р.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Глобальные изменения в жизни современного общества требуют корректировки методических, технологических и других аспектов образования, а также использования в средней школе современных педагогических приемов, технологий, основанных на развитии личности, творческих способностей, формирования у обучающихся умений и навыков самостоятельно ставить и решать задачи в профессиональной деятельности и повседневной жизни.

Современная концепция модернизации российского образования предусматривает обновление структуры и содержания общего среднего образования, повышение его роли в обеспечении конкурентоспособности в современном мире, в подготовке выпускников школы, способных самостоятельно решать проблемы в различных сферах деятельности, в обеспечении нового качества образования с сохранением его фундаментальности и соответствием современным требованиям общества.

Ведущие перспективные направления модернизации образования - это: эксперимент по совершенствованию структуры и содержания общего образования; переход к профильному обучению на старшей ступени общеобразовательной школы; эксперимент по определению содержания и технологии проведения Единого государственного экзамена; разработка образовательных стандартов для основной и старшей (профильной) школы.

Целью нашей работы было повышение качества образования (результатов ЕГЭ) учеников выпускных классов средней школы №45 г. Уфы в связи с этим нами были выдвинуты следующие задачи: анализ результатов ЕГЭ в школах Башкортостана за 2011-2012 уч.г.; составление Программы нового элективного курса «Технология и алгоритм выполнения заданий С2 «Мысленный эксперимент» совместно с учителем химии средней школы №45 г. Уфы с углубленным изучением отдельных предметов; апробация и подведение итогов введения нового элективного курса в выпускных классах средней школы № 45 г.Уфы.

Результаты проведенного исследования показали, что можно рекомендовать использовать Программу элективного курса «Технология и алгоритм выполнения заданий С2 «Мысленный эксперимент» для введения в средней школе при обучении химии с целью совершенствования системы подготовки к итоговой аттестации выпускников средних школ и повышения качества их знаний по химии.

© Яубасаров Н.Р., Ильясова Р.Р., 2013 г.

МАТЕМАТИКА

СЕКЦИЯ «КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ И ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ»

ДВОЙСТВЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ВЫПУКЛЫХ ФУНКЦИЙ

Хабибуллина Э.Б.

Башкирский государственный университет

Пусть X – векторное пространство над полем вещественных чисел \mathbf{R} ; X^{aff} – пространство всех аффинных функций $a: X \rightarrow \mathbf{R}$, т.е.

$$a(\alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2) = \alpha_1 a(x_1) + \alpha_2 a(x_2)$$

для любых $x_1, x_2 \in X$, $\alpha_1, \alpha_2 \in \mathbf{R}$, $\alpha_1 + \alpha_2 = 0$.

Пусть $p, q: X \rightarrow \mathbf{R}$. Пишем « $p \leq q$ на X », если $p(x) \leq q(x)$ для всех $x \in X$.

Функция $q: X \rightarrow \mathbf{R}$ допускает двойственное аффинное представление снизу на X , если

$$q(x) = \sup\{a(x): a \in X^{\text{aff}}, a \leq q \text{ на } X\}.$$

Функция $q: X \rightarrow \mathbf{R}$ выпуклая, если неравенство

$$q(\alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2) \leq \alpha_1 q(x_1) + \alpha_2 q(x_2)$$

выполнено для всех $x_1, x_2 \in X$ и $\alpha_1, \alpha_2 \in (0, 1)$, $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$.

Наш основной результат –

Теорема. Пусть $q: X \rightarrow \mathbf{R}$ – выпуклая функция. Тогда для любого $x \in X$ найдется аффинная функция $a \in X^{\text{aff}}$, для которой $a(x) = q(x)$ и $a \leq q$ на X ; в частности q допускает двойственное аффинное представление снизу на X .

В частном случае, когда выпуклая функция q ещё и положительно однородна, т.е. $q(\alpha x) = \alpha q(x)$ для любых $\alpha \geq 0$ и $x \in X$, аналогичный результат является простым и давно известным следствием теоремы Хана-Банаха (см., например, [1, гл. XI, § 1, п. 4], [2, П.1.4.П]). Наше доказательство также использует одну обобщенную версию Теоремы Хана-Банаха из заметки [3].

Литература

- [1] Мейер П.-А. Вероятность и потенциалы. М.: Мир, 1973.
- [2] Акилов Г.П., Кутателадзе С.С. Упорядоченные векторные пространства. Новосибирск: Наука, 1978.
- [3] Weston J.D. A note on the extension of linear functionals // Amer. Math. Monthly. V. 67. No. 5 (May, 1960).P. 444-445.

**ОЦЕНКИ ДЛЯ ВЕСОВЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ НОРМ
ПРОИЗВОДНЫХ АНАЛИТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ЗАДАННЫХ
НА ОДНОСВЯЗНЫХ ОБЛАСТЯХ С КУСОЧНО-ГЛАДКОЙ
ГРАНИЦЕЙ**

Багаутдинова А.Р., Луценко А.В., Луценко В.И.
Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Рассмотрим односвязную область G с границей, которая состоит из конечного числа гладких дуг, образующих на стыках положительные внутренние углы π/α_i , где $1/2 \leq \alpha_i < +\infty$. Обозначим множество таких областей через DC .

Если для некоторых положительных c и C справедливо соотношение $c\varphi(z) \leq u(z) \leq C\varphi(z)$, тогда будем писать $\varphi(z) \cong u(z)$.

Далее рассмотрим множество медленно меняющихся функций W , состоящее из положительных функций удовлетворяющих следующим условиям:

1. $\int_0^1 w(t) dt < \infty$,
2. $w(\delta t) \cong \#(t)$.

Теорема Пусть $G \in DC$, $f \in H(G)$, $0 < p < +\infty$, и для некоторой точки $z_0 \in G$, $f^{(k)}(z_0) = 0$, $k = 0, \dots, n$. Тогда справедливы следующие неравенства

$$\int_G |f(z)|^p \omega(d(x, \partial G)) dm(z) \cong \int_G |f^{(n)}(z)|^p d^{np}(x, \partial G) \omega(d(x, \partial G)) dm(z).$$

где $w \in W$.

Ранее данные вопросы были упомянуты в статьях [1-4].

Литература

[1] Исаев К.П., Юлмухаметов Р.С. Преобразования Лапласа функционалов на пространствах Бергмана // Известия РАН. Серия математическая. Т.~68. N 1. 2004. С.~5-42
 [2] Шамоян Ф.А. Диагональное отображение и вопросы представления в анизотропных пространствах голоморфных в полидиске функций // Сибирский математический журнал. 1990. Т.31, №2. С.197-215.
 [3] N. M. Tkachenko, F. A. Shamoyan The Hardy–Littlewood theorem and the operator of harmonic conjugate in some classes of simply connected domains with rectifiable boundary//Журн. матем. физ., анал., геом., 5:2 (2009), 192–210
 [4] Багаутдинова А.Р., Луценко В. И., Луценко А.В., Шаймуратова Э.Д. Интегральные оценки производных аналитических функций вне выпуклых областей//Уфимский математический журнал, 2012, Т.4, №4, 13-21 стр.

К-ПОРЯДОК РЯДА ДИРИХЛЕ

Гайсин А.М., Бикбова Р.А.
Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Пусть $\Lambda = \{\lambda_n\}$, $0 < \lambda_n \uparrow \infty$, $\ln n = O(\lambda_n)$ при $n \rightarrow \infty$. При изучении целых функций, определенных всюду сходящимися рядами Дирихле

$$F(s) = \sum_{n=1}^{\infty} a_n e^{\lambda_n s} \quad (s = \sigma + it), \tag{1}$$

в своё время Риттом было введено понятие R-порядка

$$\rho_R = \overline{\lim}_{\sigma \rightarrow +\infty} \frac{\ln \ln M(\sigma)}{\sigma}, \quad M(\sigma) = \sup_{|t| < \infty} |F(\sigma + it)|.$$

Обозначим через $D_a(A)$ - класс всех аналитических функций, представимых рядами Дирихле (1), абсолютно сходящимися лишь в полуплоскости

$$P_a = \{s = \sigma + it : \sigma < a\}.$$

Естественно рассматривать случай, когда $D_a(A)$ состоит из неограниченных функций. Тогда монотонная непрерывная функция $M(\sigma)$ стремится к бесконечности при $\sigma \uparrow a$. К-порядком по Ритту функции $F \in D_a(A)$ называется величина

$$\rho_k = \overline{\lim}_{\sigma \rightarrow a-} \frac{m_k M(\sigma)}{1} \quad (k \geq 2).$$

Справедлива следующая

Теорема. Условии

$$\overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} \frac{\ln n m_{k-1} \lambda_n}{\lambda_n} = 0 \quad (k \geq 2) \tag{2}$$

является необходимым и достаточным для того, чтобы для k-порядка ρ_k ($0 \leq \rho_k \leq \infty$) любой функции F из класса $D_a(A)$ была справедлива формула

$$\rho_k = \overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{\ln |a_n|}{\lambda_n} + a \right) + m_{k-1} \lambda_n \quad (k \geq 2), \tag{3}$$

где $c^+ = \max(c, 0)$, $m_k(t) = \frac{\ln \ln \dots \ln t}{k}$, $m_0 t = t$.

В [1] показано, что при k=2 условие (2) является достаточным для справедливости формулы (3).

Литература

1. Гайсин А.М. Оценка роста функции, представленной рядом Дирихле, в полуплоскости // Мат. сб. 1982. Т. 117, №3. С. 412-424.

**ЭКВИВАЛЕНТНОСТЬ ВЕСОВЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ НОРМ
ГАРМОНИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ И ИХ ПРОИЗВОДНЫХ, ЗАДАННЫХ
НА ОДНОСВЯЗНЫХ ОБЛАСТЯХ С КУСОЧНО-ГЛАДКОЙ
ГРАНИЦЕЙ**

Богданова А.Ф., Луценко В.И., Мамбеткулова И.Г.
Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Пусть G односвязная область с границей, которая состоит из конечного числа гладких дуг, образующих на стыках положительные внутренние углы π/α_i , где $1/2 \leq \alpha_i < +\infty$. Обозначим множество таких областей через DC .

Для сокращения записей будем считать, что $\varphi(z) \cong u(z)$, если для некоторых положительных c и C справедливо соотношение $c\varphi(z) \leq u(z) \leq C\varphi(z)$.

Рассмотрим множество медленно меняющихся функций W , состоящее из положительных функций удовлетворяющих следующим условиям:

1. $\int_0^1 w(t) dt < \infty$,
2. $w(\delta t) \cong w(t)$.

Теорема Пусть $G \in DC$, и h гармоническая в G функция, $0 < p < +\infty$, и для некоторой точки $z_0 \in G$, $h^{(k)}(z_0) = 0$, $k = 0, \dots, n$. Тогда справедливы следующие неравенства

$$\int_G |h(z)|^p \omega(d(z, \partial G)) dm(z) \cong \int_G |h^{(k)}(z)|^p d^{np}(z, \partial G) \omega(d(z, \partial G)) dm(z),$$

где $w \in W$.

Данные вопросы были упомянуты в статьях [1-3].

Литература

[1] Исаев К.П., Юлмухаметов Р.С. Преобразования Лапласа функционалов на пространствах Бергмана // Известия РАН. Серия математическая. Т.~68. N 1. 2004. С.~5-42
 [2] N. M. Tkachenko, F. A. Shamoyan The Hardy–Littlewood theorem and the operator of harmonic conjugate in some classes of simply connected domains with rectifiable boundary//Журн. матем. физ., анал., геом., 5:2 (2009), 192–210
 [3] Багаутдинова А.Р., Луценко В. И., Луценко А.В., Шаймуратова Э.Д. Интегральные оценки производных аналитических функций вне выпуклых областей//Уфимский математический журнал, 2012, Т.4, №4, 13-21 стр.

Работа поддержана ФЦП "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" (госконтрат № 14.В37.21.0358) и РФФИ (гранты 07-01-00111-а, 08-01-05550-а).

**ОБ УСЛОВИИ КВАЗИАНАЛИТИЧНОСТИ КЛАССА КАРЛЕМАНА
ДЛЯ СЛАБО РАВНОМЕРНЫХ ОБЛАСТЕЙ**

Гайсин Р.А.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Пусть D – жорданова область в \mathbb{C} , $M_n > 0$ ($n \geq 0$),
 $H(D, M_n) = \{f \in H(D) : \sup_{z \in D} |f^{(n)}(z)| \leq c_f A^n M_n \quad (n \geq 0)\}$.

Односвязную ограниченную область G будем называть слабо равномерной, если существует постоянная b такая, что любую пару точек $z_1, z_2 \in G$ можно соединить дугой $\alpha \subset G$ со свойством

$$|\alpha| \leq b |z_1 - z_2| \quad (|\alpha| - \text{длина } \alpha).$$

Можно показать, что если жорданова область D слабо равномерна, а $f \in H(D, M_n)$, то все производные $f^{(n)}$ ($n \geq 0$) продолжаются до непрерывных в \bar{D} функций. Имея это в виду, класс Карлемана $H(D, M_n)$ будем называть квазианалитическим в точке $z_0 \in \partial D$, если в данном классе нет функции f , такой, что $f^{(n)}(z_0) = 0$ ($n \geq 0$), но $f \not\equiv 0$.

В [1] получены критерии неквазианалитичности регулярного класса $H(D, M_n)$, но они явно не зависят от последовательности $\{M_n\}$. Здесь получено условие, достаточное для квазианалитичности класса $H(D, M_n)$ для всех жордановых слабо равномерных областей D со спрямляемой границей, если $\{nM_n\}$ – выпукла. Оказывается, это условие совпадает с условием Банга из теоремы Данжуа-Карлемана. Если последовательность $\{M_n\}$ является регулярной, то последнее условие допускает переформулировку в терминах билогарифмического интеграла. Поэтому важно выяснить, при каких условиях на M_n существует регулярная миноранта $\{M_n^*\}$ для $\{M_n\}$, (не-)удовлетворяющая условию Банга. Это позволяет перейти к изучению регулярного класса $H(D, M_n^*)$.

Теорема. Пусть $M_n > 0$, $(\frac{M_n}{n!})^{\frac{1}{n}} \rightarrow \infty$ при $n \rightarrow \infty$. Для того, чтобы существовала регулярная миноранта $\{M_n^*\}$ для $\{M_n\}$ такая, что $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{M_n^*}{M_{n+1}^*} < \infty$, необходимо и достаточно, чтобы $\int_0^d \ln \ln H(\delta) d\delta < \infty$,

где $H(\delta) -$ преобразование Лапласа функции $T(r)$, $T(r) = \max_n \frac{r^n}{M_n}$.

Литература

1. Трунов К.В., Юлмухаметов Р.С. Квазианалитические классы Карлемана на ограниченных областях // Алгебра и анализ. 2008. Т. 20, № 2. С. 178 – 217.

ИССЛЕДОВАНИЕ КРАТНОСТИ СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ДВУМЕРНОЙ ЗАДАЧИ НА ПОЛУПОЛОСЕ

Нуртдинов Р.Р.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

В настоящей работе изучается вопрос исследование кратности собственных значений двумерной задачи на полуполосе $\Pi = \{(x,y) | x \geq 0, 0 \leq y \leq \pi\}$.

Рассмотрим задачу:

$$\begin{cases} H_0 U = -\Delta U + x^2 U \\ U|_{\Gamma} = 0 \end{cases} \quad (0.1)$$

В операторе H_0 разделим переменные. То есть получим сумму двух одномерных операторов $H_0 U = H_1 U + H_2 U$.

Введем вспомогательные операторы:

$$\begin{cases} H_1 \phi = -\phi'' + x^2 \phi \\ \phi(0) = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} H_2 \psi = -\psi'' \\ \psi(0) = 0 \end{cases}$$

Нетрудно заметить, что спектр H_1 состоит из собственных чисел $\lambda_k = 4k - 1, k = 1, 2, 3, \dots$, а спектр оператора H_2 состоит из чисел $\lambda_m = m^2, m = 1, 2, 3, \dots$, тогда спектр оператора H_0 будет $\sigma(H_0) = \{m^2 + 4k - 1 | m \geq 1, k \geq 1\}$. Определим кратность $n^2 + S$ которое соответственно равен $n^2 + S = m^2 + 4k - 1$

1) когда $n=2N, S=2\ell=4d: P_{(2N)^2+4d} = \sum_{\tau=0}^{N-1} \Omega_{4(N^2+d-\tau^2-\tau)}(x, x_0) * Q_{(2\tau+1)^2}(y, y_0)$

2) когда $n=2N, S=2\ell+1=4d-1: P_{(2N)^2+4d-1} = \sum_{\tau=1}^N \Omega_{4(N^2-\tau^2+d)}(x, x_0) * Q_{(2\tau)^2}(y, y_0)$

3) когда $n=2N+1, S=2\ell=4d-2: P_{(2N+1)^2+4d-2} = \sum_{\tau=1}^N \Omega_{4(N^2+N-\tau^2+d)-1}(x, x_0) * Q_{(2\tau)^2}(y, y_0)$

4) когда $n=2N+1, S=2\ell+1=4d-1: P_{(2N+1)^2+4d-1} = \sum_{\tau=1}^N \Omega_{4(N^2+N-\tau^2+\tau+d)}(x, x_0) * Q_{(2\tau+1)^2}(y, y_0)$

Таким образом мы рассмотрели всевозможные λ_{mk} и делаем вывод что кратность λ_{mk} равен n . И написали соответствующие ортогональные проекторы на собственное подпространство оператора H_0 .

Литература

1. Фазуллин З.Ю., Муртазин Х.Х. Регуляризованный след двумерного гармонического осциллятора // Математический сборник 2001 Т.192 №5 С. 87-124.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НУЛЕЙ ЦЕЛЫХ ФУНКЦИЙ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ НА РОСТ ВДОЛЬ ВЕЩЕСТВЕННОЙ ОСИ

Талипова Г.Р.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

N, R, C – множества натуральных, вещественных и комплексных чисел соответственно. Через Ent обозначаем класс всех функций, голоморфных в C . Пусть $M : C \rightarrow [-\infty, +\infty]$ - весовая функция. Определим класс

$$Ent \text{ (exp } M) := \{f \in Ent : |f(z)| \leq e^{M(z)}, z \in C\}.$$

Весовая функция $M : C \rightarrow [0, +\infty]$ - допустимая, если M - гармоническая на $C \setminus R$ и удовлетворяет условиям: $\limsup_{z \rightarrow \infty} M(z) / |z| < +\infty$;

$$M \in C^1(\{z \in C : \text{Im } z \geq 0\}) \text{ и } M \in C^1(\{z \in C : \text{Im } z \leq 0\});$$

$$\sup_{|z-\omega| \leq 1} M(\omega) \leq M(z) + const_M, \quad z \in C; \text{ и возрастает функция}$$

$$\mu_M : t \mapsto \frac{1}{2\pi} \int_0^t \lim_{y \rightarrow 0} \frac{M(x+iy) + M(x-iy)}{y} dx, \quad t \in R$$

Класс функций RP_0 - класс положительных непрерывных функций $\phi : R \setminus \{0\} \rightarrow [0, +\infty)$, удовлетворяющие условию финитности $\phi(x) \equiv 0, |x| \geq R > \mathfrak{R}$; условию полунормировки в нуле $\limsup_{x \rightarrow 0} \frac{\phi(x)}{\log 1/|x|} \leq 1$;

интегральное условие мажорирования

$$\phi(x) \leq \frac{1}{\pi^2} \int_{-\infty}^{+\infty} \phi(x+t) \frac{1}{t} \log \left| \frac{r+t}{r-t} \right| dt, \quad \forall x \in R \setminus \{0\}, 0 < r < r_x.$$

$$(P_{C \setminus R} \phi)_K(z) := \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \text{Im} \frac{1}{t-z} \phi(t) dt - \text{интеграл Пуассона.}$$

Теорема Пусть $\Lambda = \{\lambda_k\}_{k \in N}, 0 \notin \Lambda$ - последовательность точек в C и M - допустимая весовая функция. Последовательность Λ - последовательность нулей для $Ent(M)$, если и только если

$$\sup_{\phi \in RP_0} \left(\sum_{k \in N} (P_{C \setminus R} \phi)(\lambda_k) - \int_{-\infty}^{+\infty} \phi(t) d\mu_{M(t)} \right) < +\infty$$

Работа поддержана РФФИ (проект №13-01-00030а).

В вопросах о безусловных базисах из экспонент в весовых гильбертовых пространствах возникают выпуклые веса виде $u(x) = |x|^{-\nu(x)}$. В работах [1], [2], [3] доказано отсутствие базисов из экспонент в пространствах, когда $\ln(x) = O(\nu(x))$. Для пространств с $\nu(x) = O(\ln(x))$ данный вопрос остаётся открытыми. Для исследования этого вопроса необходимо построить целую функцию, логарифм которых аппроксимирует $u(x) = |x|^{-\nu(x)}$. Как первый шаг для решения данной задачи нами была доказана следующая теорема. **Теорема:** пусть $h(x)$ - выпуклая функция на \mathbb{R} , $h(\pm\infty) = \pm\infty$. Определим возрастающую последовательность $T_n, n \in \mathbb{Z}$ из рекуррентных соотношений

$$T_0 = 0, (T_{n+1} - T_n) \int_{T_n}^{T_{n+1}} dh'(x) = 1, n = \pm 1, \pm 2, \dots$$

Возрастающую последовательность $x_n \in (T_n, T_{n+1}), n \in \mathbb{Z}$, определим из условий

$$\int_{T_n}^{T_{n+1}} (x - x_n) dh'(x) = 0.$$

Кусочно-линейную выпуклую функцию $u(x)$ на \mathbb{R} определим из условия, что ее производная – кусочно-постоянная функция с точками разрыва $\{x_k\}$ и с величиной скачка в точке x_k , равной $\frac{1}{T_{k+1} - T_k}$ при этом $u(0) = h(0), u'(0) = h'(0)$. Тогда $\sup_{x \in \mathbb{R}} |h(x) - u(x)| < 1$.

Литература

1. [О безусловных базисах из экспонент в гильбертовых пространствах.](#) К. П. Исаев, Р. С. Юлмухаметов. *Уфимск. матем. журн.*, **3:1** (2011), 3–15
2. Полнота систем экспонент в весовых пространствах на вещественной оси. В. В. Напалков, А. А. Румянцева, Р. С. Юлмухаметов. *Уфимск. матем. журн.*, **2:1** (2010), 97–109.
3. [Об отсутствии безусловных базисов из экспонент в пространствах Бергмана на областях, не являющихся многоугольниками](#) К. П. Исаев, Р. С. Юлмухаметов *Изв. РАН. Сер. матем.*, **71:6** (2007), 69–90.

ПРИЗНАКИ СИНХРОНИЗАЦИИ НА СУБГАРМОНИКАХ В МОДЕЛИ ДУФФИНГА

Суюндукова Э.С.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Рассматривается уравнение Дуффинга [1] в виде

$$x'' + f(\alpha, \beta)x' + \beta^2 x + x^3 + g(\alpha, \beta, t) = 0, \quad (1)$$

где α, β - некоторые параметры, функции f и g предполагаются гладкими, при этом вынуждающая сила g является периодической периода T . Изучается задача о субгармонических колебаниях (т.е. периода qT) уравнения (1) в окрестности нулевого решения.

Основным является следующее понятие. Значение (α_0, β_0) является точкой синхронизации на субгармониках периода qT , если найдутся значения (α_n, β_n) , при которых система (1) имеет нестационарное - периодическое решение, амплитуда которого стремится к нулю при $(\alpha_n, \beta_n) \rightarrow (\alpha_0, \beta_0)$.

В докладе приводятся достаточные признаки синхронизации на субгармониках. Эти признаки получены на основе метода функционализации параметра [2].

Литература

1. Магницкий Н. А. Теория динамического хаоса. // М.: Эдиториал УРСС, 2011. 320 с.
2. Красносельский М.А., Забрейко П.П. Геометрические методы нелинейного анализа. // М.: Наука, 1975.

©Суюндукова Э.С., 2013 г.

ИНВАРИАНТЫ УРАВНЕНИЯ КЛАССА 10 СПИСКА ГАМБЬЕ

Тошмуродова Д.Р., Картак В.В.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Уравнение класса 10 списка Гамбье имеет вид: $y'' = -yy' + y^3 - 12q(x)y + 12q'(x)$, где $q(x)$ - произвольная функция. В частности, оно возникает при построении 2-й моды электродиффузионной системы [2]. Это уравнение содержится в классе уравнений: $y'' = P(x, y) + 3Q(x, y)y' + 3R(x, y)y'^2 + S(x, y)y'^3$, замкнутом относительно точечных преобразований общего вида $\tilde{x} = \tilde{x}(x, y)$, $\tilde{y} = \tilde{y}(x, y)$. Процедура вычисления инвариантов таких уравнений приведена в работе

[3], см. также обзор [4]. Согласно классификации, представленной в работе [3], наше уравнение относится к первому случаю промежуточного вырождения, так как $A = \frac{20}{3}y \neq 0$, $B = 0$, $F = 0$, $M = \frac{160}{9}$. Согласно уточнению из обзора [4], видно, что наше уравнение попадает в случай 1.2, так как $Z = 0$, $\Omega = -\frac{1}{3}$. Базовые инварианты имеют следующий вид:

$$I_1 = \frac{18}{5}, \quad I_2 = \frac{1}{20}, \quad I_3 = -\frac{3}{10} - \frac{18}{25} \frac{q(x)y - q'(x)}{y^3}, \quad I_6 = -\frac{54}{25} \frac{2yq(x) - 3q'(x)}{y^3},$$

$$I_9 = \frac{26244}{78125} \frac{(-5yq'(x) - q''(x) + 4q(x)y^2)^2}{y^8}.$$

В случае если в уравнении $q(x) = c_1$, они равны:

$$I_3 = -\frac{3}{10} - \frac{18}{25} \frac{c_1}{y^2}, \quad I_6 = -\frac{108}{25} \frac{c_1}{y^2}, \quad I_9 = \frac{419904}{78125} \frac{c_1^2}{y^4}, \quad I_6 = 6I_3 + \frac{18}{10}.$$

Если $c_1 = 0$, все инварианты – константы и уравнение имеет 2 – мерную алгебру точечных симметрий. Если $c_1 \neq 0$, все инварианты зависят от одной переменной y , то есть функционально зависимы и уравнение имеет 1 – мерную алгебру точечных симметрий.

Литература

[2] R. Conte, C. Rogers and W. K. Schief, "Painleve structure of a multi-ion electrodiffusion system", J. Phys. A: Math. Theor. 40 (2007) F1031-F1040.

[3] R.A.Sharipov, "Effective procedure of point classification for the equations «y''=P+3Q,y'+3R{y'}^2+S{y'}^3», Electronic arxiv{Math\DG/9802027}, 1998.

[4] V. V. Kartak, "Point classification of the second order ODE's by Ruslan Sharipov and its application to Painleve equations", Electronic arxiv{1204.0174}, 2012.

УДК 517.9

АСИМПТОТИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ ВЕТВЕЙ ОСНОВНЫХ СОСТОЯНИЙ ДЛЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Бобков В.Е.

Институт математики с ВЦ УНЦ РАН, г.Уфа, Россия

Исследовано асимптотическое поведения ветвей решений типа основных состояний (ground state solutions) для эллиптических систем имеющих нелинейность неопределенного знака (indefinite nonlinearity)

$$\begin{cases} -\Delta_p u = \lambda |u|^{p-2} u + \alpha f(x) |u|^{\alpha-2} |v|^\beta u, & x \in \Omega, \\ -\Delta_q v = \mu |v|^{q-2} v + \beta f(x) |u|^\alpha |v|^{\beta-2} v, & x \in \Omega, \\ u = v = 0, & x \in \partial\Omega, \end{cases} \quad (D)$$

Здесь $\Omega \subset \mathbb{R}^n$ - область с гладкой границей $\partial\Omega$; $f \in L^\infty(\Omega)$ может менять знак; $\lambda, \mu \in \mathbb{R}$, $1 < p < +\infty$, $1 < q < +\infty$, $\alpha, \beta > 0$, $\frac{\alpha}{p} + \frac{\beta}{q} > 1$ и $\frac{\alpha}{p^*} + \frac{\beta}{q^*} < 1$.

Функционал действия задается формулой

$$E_{\bar{\lambda}}(u, v) = \frac{1}{p} P_{\lambda}(u) + \frac{1}{q} Q_{\mu}(v) - \int_{\Omega} f(x) |u|^{\alpha} |v|^{\beta} dx,$$

где $P_{\lambda}(u) := \int_{\Omega} |\nabla u|^p dx - \lambda \int_{\Omega} |u|^p dx$, и $Q_{\mu}(v) := \int_{\Omega} |\nabla v|^q dx - \mu \int_{\Omega} |v|^q dx$.

Введено следующее критическое значение

$$\sigma^* = \inf_{u,v} \left[\max \left\{ \frac{1}{\lambda_1} \frac{\int_{\Omega} |\nabla u|^p dx}{\int_{\Omega} |u|^p dx}, \frac{1}{\mu_1} \frac{\int_{\Omega} |\nabla v|^q dx}{\int_{\Omega} |v|^q dx} \right\} : \int_{\Omega} f |u|^{\alpha} |v|^{\beta} dx \geq 0 \right],$$

и соответствующие критические спектральные значения $\lambda^* := \sigma^* \lambda_1$, $\mu^* := \sigma^* \mu_1$, где λ_1, μ_1 - собственные значения операторов $-\Delta_p$ и $-\Delta_q$ в Ω .

Теорема 1. А) $E_{\bar{\lambda}}(u_{\bar{\lambda}}, v_{\bar{\lambda}}) \rightarrow 0$ при $\lambda \rightarrow \lambda_1$ и $\mu \rightarrow \mu_1$;

В) $E_{\bar{\lambda}}(u_{\bar{\lambda}}, v_{\bar{\lambda}}) \rightarrow 0$ при $\bar{\lambda} \rightarrow (\lambda_1, \mu_0)$ для всех $\mu_0 < \mu_1$, и $E_{\bar{\lambda}}(u_{\bar{\lambda}}, v_{\bar{\lambda}}) \rightarrow 0$ при $\bar{\lambda} \rightarrow (\lambda_0, \mu_1)$ для всех $\lambda_0 < \lambda_1$;

С) $E_{\bar{\lambda}}(u_{\bar{\lambda}}, v_{\bar{\lambda}}) \rightarrow 0$ при $\bar{\lambda} \rightarrow (\lambda_1, \mu_0)$ для всех $\mu_0 \in (\mu_1, \mu^*)$, и $E_{\bar{\lambda}}(u_{\bar{\lambda}}, v_{\bar{\lambda}}) \rightarrow 0$ при $\bar{\lambda} \rightarrow (\lambda_0, \mu_1)$ для всех $\lambda_0 \in (\lambda_1, \lambda^*)$;

Д) Если $f(x) \leq 0$, $p, q \geq 2$ и $\max\{p, q\} > 2$, то $E_{\bar{\lambda}}(u_{\bar{\lambda}}, v_{\bar{\lambda}}) \rightarrow -\infty$ при $\bar{\lambda} \rightarrow (\lambda^*, \mu^*)$.

Литература

[1] Bobkov V., Il'yasov Y., Asymptotic behaviour of branches for ground states of elliptic systems, Electron. J. Differential Equations, 2013 (2013), 1-21.

ПОСТРОЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ ФУНКЦИИ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ СМЕШАННОГО ТИПА

Кучкарова А.Н., Гайдамак О.Г., Псарева А.А.
 Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Рассмотрим уравнение $Lu \equiv u_{xx} + \operatorname{sgn} y \cdot u_{yy} + \lambda u = 0$ (1), где λ - комплексный параметр, в области D , ограниченной простой кривой Γ , лежащей в полуплоскости $y > 0$ с концами в точках $A_1(-1;0)$ и $A_2(1;0)$, и характеристиками $A_1C_1(x+y=-1)$, $C_1O(x-y=0)$, $OC_2(x+y=0)$, $C_2A_2(x-y=1)$ уравнения (1) при $y < 0$, где $C_1(-1/2;-1/2)$, $O(0;0)$, $C_2(1/2;-1/2)$. Обозначим $D_0 = D \cap \{y > 0\}$, $D_1 = D \cap \{x < 0, y < 0\}$, $D_2 = D \cap \{x > 0, y < 0\}$. В области D для уравнения (1) поставим следующую спектральную задачу (Задачу G_λ): Найти значения комплексного параметра λ и соответствующие функции $u(x, y)$, удовлетворяющие условиям:

$$u(x, y) \in C(\bar{D}) \cap C^1(D) \cap C^2(D_0 \cup D_1 \cup D_2), Lu(x, y) = 0,$$

$$(x, y) \in D_0 \cup D_1 \cup D_2, \quad \left. \frac{\partial u(x, y)}{\partial N} \right|_\Gamma = 0, \quad u(x, y) = 0,$$

$$(x, y) \in C_1O \cup OC_2. \text{ Система собственных функций задачи } G_\lambda \text{ имеет вид:}$$

$$u_{nm}(x, y) = \begin{cases} c_{nm} J_{\mu_n} [\sqrt{\lambda_{nm}(x^2 + y^2)}] \cos \mu_n \varphi + \sin \mu_n \varphi, (r, \varphi) \in D_0, \\ (-1)^{n+1} c_{nm} \left(\frac{x-y}{x+y}\right)^{\mu_n/2} J_{\mu_n} [\sqrt{\lambda_{nm}(x^2 - y^2)}] (x, y) \in D_1, \\ c_{nm} \left(\frac{x+y}{x-y}\right)^{\mu_n/2} J_{\mu_n} [\sqrt{\lambda_{nm}(x^2 - y^2)}] (x, y) \in D_2, \end{cases}$$

где $\mu_n = n - 1/2$, $c_{nm} = \text{const}$, $n \in N$, λ - m -й корень уравнения.

ИНТЕГРИРУЕМЫЕ ДИСКРЕТНЫЕ УРАВНЕНИЯ.

Хакимова А.Р.
 Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В настоящей работе предложен метод построения разложения, позволяющий находить законы сохранения для дискретных динамических систем, ассоциированных с заданным линейным оператором.

Будем рассматривать систему дискретных уравнений

$$\begin{cases} u_{0,1} - u_{1,0} + u_{1,1}((u_{0,1} - u_{1,0})v_{1,0} + \varepsilon) = 0 \\ v_{1,0} - v_{0,1} + v((v_{1,0} - v_{0,1})u_{0,1} + \varepsilon) = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Система (1) это условие коммутирования двух дискретных операторов $L = D_n^{-1}f u M = D_m^{-1}g$, где $f = \begin{pmatrix} \lambda + uv & v \\ u & 1 \end{pmatrix}$, $g = \begin{pmatrix} \lambda + \varepsilon + u_{-1,1}v & v \\ u_{-1,1} & 1 \end{pmatrix}$.

Здесь введены обозначения $y_{1,0} = D_n y$, $y_{0,1} = D_m y$, $u_{-1,1} = D_n^{-1} D_m u$.

Оператор L легко приводится к специальному виду $L = D^{-1}P(\lambda)Z$. Для этого достаточно положить $f = PZ$. При этом функция $P(\lambda)$ аналитична на бесконечности по λ , а главные миноры матрицы $P(\infty)$ отличны от нуля $P = \begin{pmatrix} 1 + uv\lambda^{-1} & v \\ u\lambda^{-1} & 1 \end{pmatrix}$, $Z = \begin{pmatrix} \lambda & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$, причем существуют формальные ряды $T = T_0 + T_1\lambda^{-1} + T_2\lambda^{-2} + \dots$ и $h = h_0 + h_1\lambda^{-1} + h_2\lambda^{-2} + \dots$ такие, что $L_0 := T^{-1}LT$ будет диагональным оператором вида $L_0 = D^{-1}hZ$.

Операторы диагонализуются следующим образом

$$h = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} uv & 0 \\ 0 & -uv \end{pmatrix} \lambda^{-1} + \begin{pmatrix} u_{-1,0}v & 0 \\ 0 & u^2v^2 - uv_{1,0} \end{pmatrix} \lambda^{-2} + \dots$$

$$S := D_m(T^{-1})gT = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \lambda + \begin{pmatrix} \varepsilon + u_{-1,1}v & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} u_{-1,0}v & 0 \\ 0 & -u_{-1,1}v \end{pmatrix} \lambda^{-1} + \dots$$

Выпишем два закона сохранения из бесконечной последовательности, полученной путем диагонализации.

$$(D_m - 1)u_{-1,1}v = (D_m - 1)uv,$$

$$(D_m - 1)\left(u_{-1,0}v - \frac{1}{2}(\varepsilon + u_{-1,1}v)^2\right) = (D_m - 1)\left(u_{-1,0}v - \frac{1}{2}u^2v^2\right),$$

Литература

- [1] E.A.Koddington, N.Levinson, Theory of ordinary differential equations, McGraw-Hill Book Company, INC/ New-York, Toronto, London, 1955.
- [2] В.Вазов, Асимптотические разложения решений обыкновенных дифференциальных уравнений. М., Мир, 1968.

ПОИСК ИНТЕГРАЛОВ ДИСКРЕТНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ЯКОБИ.

Хакимова А.Р.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В настоящей работе изучается построение первых интегралов для дискретного нелинейного уравнения:

$$u_{n+1,m+1}u_{n,m} + b_2 u_{n+1,m}u_{n,m+1} + 1 = 0, \quad b_2 = \pm 1$$

Введем

обозначения

$u_{n,m} = u, u_{n+1,m+1} = u_{1,1} = f, u_{n+1,m} = u_1, u_{n,m+1} = \bar{u}_1$ и перепишем наше уравнение в виде: $f = u_{1,1} = -\frac{(b_2 u_1 \bar{u}_1 + 1)}{u}$.

Для исходного уравнения строим характеристическую алгебру Ли $L = \{X_1, X_2, Y_1, Y_2\}$ конечной размерности.

Запишем получившуюся систему уравнений в частных производных:

$$\begin{cases} X_1 I = 0 \\ X_2 I = 0 \\ Y_1 I = 0 \\ Y_2 I = 0 \end{cases}$$

Независимых уравнений 4, поэтому переменных 5: $\bar{u}_{-2}, \bar{u}_{-1}, u, u_1, u_{-1}$, т.е. $I = I(\bar{u}_{-2}, \bar{u}_{-1}, u, u_1, u_{-1})$. Из первых двух уравнений следует, что $I = I(u, u_1, u_{-1})$ и учитывая, что $X_j = \frac{\partial}{\partial u_{-j}}, j = 1, 2$, эту систему можно

записать в виде:

$$\begin{cases} Y_1 I = \frac{\partial I}{\partial u} + \frac{u_1 \bar{u}_{-1} + 1}{u \bar{u}_{-1}} \frac{\partial I}{\partial u_1} + \frac{b_2 \bar{u}_{-1} u_{-1} + 1}{b_2 \bar{u}_{-1} u} \frac{\partial I}{\partial u_{-1}} = 0 \\ Y_2 I = \frac{u_{-2} - b_2 u}{u_{-1}^2 \bar{u}_{-2}} \frac{\partial I}{\partial u_{-1}} + \frac{b_2 u_{-2} - u}{b_2^2 \bar{u}_{-1}^2 \bar{u}_{-2}} \frac{\partial I}{\partial u_{-1}} = 0 \end{cases}$$

Получили систему из двух уравнений с тремя неизвестными. Поскольку кольцо конечномерно, то эта система замкнута. Данная система Якобиева, следовательно, для её решения можно применить метод Якоби.

Таким образом, наше уравнение имеет нетривиальные интегралы по обоим направлениям: $W_1 = (-b_2)^m \frac{u}{u_1 - b_2 u_{-1}}$ и $W_2 = (-b_2)^n \frac{u}{u_{-1} - b_2 \bar{u}_{-1}}$,

поэтому оно интегрируемо по Дарбу.

Литература

[1] А.В.Жибер, В.В.Соколов, Метод каскадного интегрирования Лапласа и уравнения, интегрируемые по Дарбу, БГУ, Уфа, 1996.
 [2] Статья I. T. Habibullin, Characteristic Algebras of Fully Discrete Hyperbolic Type Equations, 2005.
 [3] Н.М. Гюнтер, Интегрирование уравнений первого порядка в частных производных, Гостехиздат. М.-Л., 1934.

ИНВАРИАНТЫ УРАВНЕНИЯ КЛАССА 5 СПИСКА ГАМБЬЕ

Юрьева А.М.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Уравнение класса 5 списка Гамбье имеет вид:

$$y'' = (-2y + q(x))y' + q'(x)y, \quad \text{где } q(x) - \text{произвольная функция.}$$

Это уравнение используется в работе [2] для описания 2-ионной системы электродиффузии.

Заметим, что оно содержится в классе уравнений:

$$y'' = P(x, y) + 3Q(x, y)y' + 3R(x, y)y'^2 + S(x, y)y'^3,$$

замкнутом относительно точечных преобразований общего вида

$$\bar{x} = \bar{x}(x, y), \bar{y} = \bar{y}(x, y).$$

Процедура вычисления инвариантов таких уравнений приведена в работе [3], см. также обзор [4].

Согласно классификации, представленной в работе [3], наше уравнение относится к первому случаю промежуточного вырождения, так как $A = \frac{4}{3} \cdot (2y - q(x)) \neq 0, B = 0, F = 0, M = \frac{12R}{4S}$.

Принимая во внимание уточнение вышеупомянутой классификации, приведенное в обзоре [4], видно, что наше уравнение попадает в случай 1.2, так как $\Omega = -\frac{2}{3}, Z = 0$.

Базовые инварианты имеют следующий вид:

$$I_1 = \frac{18}{5}, \quad I_2 = \frac{1}{2}, \quad I_3 = -\frac{3}{5} \left(6 + \frac{q(x)q'(x) - q''(x)}{(q(x) - 2y)^2} \right),$$

$$I_6 = -\frac{27}{5} \cdot \frac{q(x)q'(x) - q''(x)}{(q(x) - 2y)^2}$$

В случае, если в уравнении $q(x) = const$, тогда $I_3 = -\frac{18}{5}$, все базовые инварианты – константы и уравнение имеет 2-мерную алгебру точечных симметрий.

В случае, если $q(x) \neq const$, между инвариантами I_6 и I_3 есть функциональная связь: $5I_6 = 45I_3 + 162$.

Литература

[1] Э. Л. Айнс, “Обыкновенные дифференциальные уравнения”, ОНТИ, Харьков, 1939 г.
 [2] R Conte, C Rogers and W.K. Schief, “Painleve structure of a multi-ion electrodiffusion system”, J. Phys. A: Math. Theor. 40 F1031-F1040
 [3] R.A. Sharipov, "Effective procedure of point classification for the equations $y''=P+3Q.y'+3R\{y'\}^2+S\{y'\}^3$ ", Electronic arxiv{Math\DG/9802027}, 1998.
 [4] V.V. Kartak, "Point classification of the second order ODE's by Ruslan Sharipov and its application to Painleve equations", Electronic arxiv{1204.0174}, 2012.

УДК 517

**СОБСТВЕННЫЕ ФУНКЦИИ И СОБСТВЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ
ОДНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ В ПОЛОСЕ**

Нугаева И.Г.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В настоящей работе изучается вопрос исследования кратности собственных значений двумерного оператора гармонического осциллятора в полосе $\Pi = \{(x, y), x \in R, 0 \leq y \leq \pi\}$. Рассмотрим оператор: $L_0 u = -\Delta u + x^2 \cdot u, -\infty < x < \infty, 0 \leq y \leq \pi, u|_{\Gamma} = 0$. Через λ_{mn} обозначим собственные значения оператора L_0 , через f_{mn} собственные функции оператора L_0 , через P_{mn} - проекторы на собственные подпространства оператора L_0 .

Лемма 1. Кратность собственных значений λ_{mn} при каждом m равна n .

Лемма 2. Проекторы на собственные подпространства для оператора

L_0 имеют следующий вид: $P_{mn}^{(1)} = \sum_{k=1}^n P_{2(n^2-k^2)+m}^{(1)} \otimes P_{2k}^{(2)}$,

$P_{mn}^{(2)} = \sum_{k=0}^{n-1} P_{2(n^2-k^2-k)+m-1}^{(1)} \otimes P_{2k+1}^{(2)}$, $P_{mn}^{(3)} = \sum_{k=1}^n P_{2(n^2-k^2+n-k)+m}^{(1)} \otimes P_{2k+1}^{(2)}$

$P_{mn}^{(4)} = \sum_{k=1}^n P_{2(n^2-k^2+n)+m}^{(1)} \otimes P_{2k}^{(2)}$, где $P_l^{(2)}$ - ортонормированный проектор

на собственное подпространство оператора Лапласа задачи Дирихле, а $P_s^{(1)}$ - ортонормированный проектор на собственное подпространство оператора одномерного гармонического осциллятора

Литература

[1] Фазуллин З. Ю., Муртазин Х. Х. Регуляризованный след двумерного гармонического осциллятора: // Математический сборник 2001 Т.192 №5 С. 87-124

[2] Муртазин Х.Х., Фазуллин З.Ю. Спектр и формула следов двумерного оператора Шрёдингера в однородном магнитном поле // Дифференциальные уравнения 2009 Т.45 №4 С. 549-563.

УДК 532.5; 519.6

**ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ И РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ЭМУЛЬСИЙ МЕТОДОМ ГРАНИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Абрамова О.А.^{1,2}, Иткулова Ю.А.^{1,2}

¹Центр «Микро- и наномасштабная динамика дисперсных систем», БашГУ, г. Уфа, Россия

²Институт механики им. Р.Р. Мавлютова УНЦ РАН, г. Уфа, Россия

Изучение взаимодействия большого количества деформируемых капель необходимо для более точного предсказания реологических свойств и микроструктуры систем «жидкость-жидкость», встречающихся в нефтяной, пищевой промышленности и других сферах экономики.

В работе рассмотрена математическая модель трехмерного течения смеси двух ньютоновской жидкостей каплевой структуры в неограниченной области при малых числах Рейнольдса. Разработан и реализован эффективный подход для расчета динамики большого количества деформируемых капель. В основе используемой численной методики лежит метод граничных элементов с применением быстрого метода мультиполей (FMM) для случая произвольных деформируемых границ. Кроме того, реализованные алгоритмы ускорены с использованием многоядерных CPU и графических процессоров (GPU).

Проведены тестовые расчеты для нескольких тысяч капель в сдвиговом потоке. Исследованы реологические функции разбавленных эмульсий. В частности, проведен расчет эффективной вязкости, первой и второй разности нормальных компонент тензора напряжений при различных капиллярных числах. Полученные результаты для одиночной капли в сдвиговом потоке при различных отношениях вязкостей внутренней и внешней жидкостей сравнены с численными результатами, опубликованными в литературе. Также проведены тестовые расчеты для упорядоченной суспензии, приведены графики зависимостей относительной вязкости от объемного содержания дисперсной фазы. Всё это позволяет проводить исследования реологических свойств эмульсий в широком диапазоне отношения вязкостей и подробно изучать влияние деформации капель и полидисперсности на эффективную вязкость эмульсий в целом.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (грант 11.G34.31.0040). Авторы выражают благодарность профессору Университета штата Мэриленд, США, д.ф.-м.н. Н.А. Гумерову и профессору Университета штата Северная Дакота, США, д.ф.-м.н. И.Ш. Ахатову за руководство данной работой.

МОДЕЛИРОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОГО ПОЛЯ ДЛЯ ЧИСТОЙ ЖИДКОСТИ

Гильманова Г.И.

Центр «Микро- и наномасштабной динамики дисперсных систем»,
Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Интерес к акустической кавитации связан с сопровождающими её физическими и химическими эффектами, такими как эрозия (механическое повреждение поверхности), шум, управление химическими реакциями и т.п. При воздействии акустического поля пузырьки образуют различные структуры. Это явление получило название самоорганизация. В работе [1] показано численное исследование явления самоорганизации.

На данном этапе решения задачи о самоорганизации, реализован решатель для трехмерного уравнения Гельмгольца в кубе для чистой жидкости. Рассматривается кубик размером $40 \times 40 \times 27$ мм, заполненный водой, в основании которого, пьезоэлемент радиуса R , смоделированный как диск S_i . Требуется найти распределение амплитуды давления,

$$\Delta^2 A + k_l^2 A = 0 \quad (1)$$

$$A|_{\omega \in S_i} = 0, \quad \left. \frac{\partial A}{\partial n} \right|_{S_i} = k_l \quad (2)$$

где n - нормаль к поверхности, k_l - волновое число. Для решения задачи (1)-(2) применяется метод сеток. Полученные результаты в данной работе будут служить основой для решения других более сложных постановок.

Автор выражает благодарность профессору Университета штата Мэриленд, д.ф.-м.н. Н.А. Гумерову и профессору Университета штата Северная Дакота, д.ф.-м.н. И.Ш. Ахатову за руководство данной работой, выполненной в Центре «Микро- и наномасштабной динамики дисперсных систем» при Башкирском Государственном Университете. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Министерства образования и науки РФ (11.G34.31.0040).

Литература

[1] N.A. Gumerov, On self-organization of voids in acoustic cavitation //Third International Conference on Multiphase Flow, ICMF'98, Lyon, France, June 8-12, 1998.

ФРАГМЕНТАЦИЯ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ ПРИ СОУДАРЕНИИ С ЖЕСТКОЙ ПРЕГРАДОЙ

Горбушин Н.А.

Санкт-Петербургский государственный университет,
г. Санкт-Петербург, Россия

Проблема фрагментации частиц при ударе с жесткой преградой остается еще до конца не изученной и ее моделирование является одной из важных фундаментальных задач. В зависимости от использования, процесс фрагментации может быть полезным или нежелательным. И в тех и других случаях необходима некоторая качественная и количественная модель описания дробления частиц при ударе.

В работе [1] проведена серия экспериментов по определению пороговой скорости разрушения сферических частиц при фрагментации. В настоящей работе построена аналитическая модель описывающая поведение пороговой скорости в зависимости от продолжительности ударного воздействия. Данная модель была основана на основе структурно-временной механики разрушения, то есть в качестве условия разрушения частицы был выбран критерий:

$$\frac{1}{\tau} \max_t \int_{t-\tau}^t \sigma(s) ds = \sigma_c \quad (10),$$

где σ_c - статическая прочность материала на растяжение, τ - инкубационное время разрушения. Инкубационное время τ характеризует продолжительность подготовки среды к разрушению или фазовому переходу и также является константой материала, определяемой экспериментально [2].

Полученная модель хорошо согласуется с экспериментальными данными и может в дальнейшем использоваться в приложениях.

Работа выполнена при поддержке Совета по грантам Президента РФ.

Литература

1. Andrews E. A., Kim K.-S. Threshold conditions for dynamic fragmentation of ceramic particles // Mech. Mat., 1998, v. 29, pp. 161-180.
2. Petrov Yu.V. On the Incubation Stage of Fracture and Structural Transformations under Pulse Energy Injection // Mech. Solids, 2007, v. 42, N. 5, pp. 692-699

**ДВУХФАЗНОЕ ТЕЧЕНИЕ ВОЗДУХА И ВОДЫ В ШИРОКОЙ ЩЕЛИ В
ОДНОМЕРНОМ ПРИБЛИЖЕНИИ**

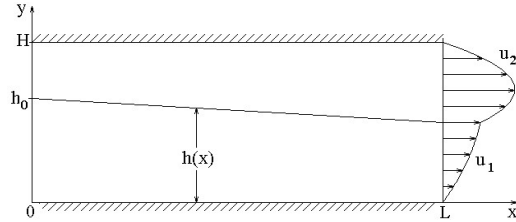
Назмутдинов А.Ф., Назмутдинов А.Ф.
СПбГУ, г. Санкт-Петербург, МГУ, г. Москва, Россия

Исследуется влияние инерциальных членов на решение системы двух уравнений Навье-Стокса (по сути - четырех) для совместного течения жидкости и газа. Приближение, в котором решается - одномерное, установившееся. Первоначальная система, где каждое из уравнений записывается отдельно для газа, отдельно для жидкости:

$$V_x = u, \quad V_y = v;$$

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = \mu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right);$$

$$u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} = \mu \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right);$$



После опущения инерциальных членов:

$$\frac{\partial p}{\partial x} = \mu \frac{\partial^2 u}{\partial y^2};$$

$$\frac{\partial p}{\partial y} = 0.$$

Решили систему численно, методом Рунге-Кутты-4.

Затем, инерциальные члены усредним по сечению, получим обобщенные уравнения Рейнольдса для смазочного слоя:

$$\rho W'' + p' = \mu \frac{\partial^2 u}{\partial y^2};$$

Добавляется к системе уравнение состояния Клапейрона (для газа). И решается тоже численно, методом Рунге-Кутты-4.

Влияние осредненных инерциальных членов (разность решений) для данной системы оказалось незначительным: менее 4%. И в стационарном случае нет смысла их учитывать.

Литература

Гинзбург И.П. Гидрогазодинамика; Валландер С.В. Лекции по гидроаэромеханике.

УДК 517.85 534.83+532.552

СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ РОТОРА С ВИБРОГАСИТЕЛЕМ

Новиков А.В., Сафина Г.Ф.
Нефтекамский филиал БашГУ, г. Нефтекамск, Россия

В работе рассмотрены свободные колебания, возникающие при вращении ротора с гироскопическим виброгасителем (рисунок 1).

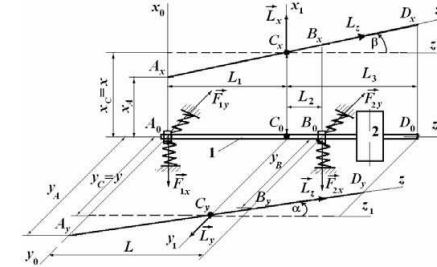


Рис. 1 – Схема упругого подвеса оправки с виброгасителем; 1 – вал оправки (ротор), 2 – маховик с приводом

С помощью уравнений Лагранжа получена система дифференциальных уравнений свободных колебаний ротора:

$$\left. \begin{aligned} m\ddot{x} + (c_1 + c_2)x - (c_1L_1 - c_2L_2)\beta &= 0; \\ m\ddot{y} + (c_1 + c_2)y + (c_1L_1 - c_2L_2)\alpha &= 0; \\ J_e \ddot{\alpha} + J_z u^2 \omega \dot{\beta} + (c_1L_1^2 + c_2L_2^2)\alpha + (c_1L_1 - c_2L_2)y &= 0; \\ J_e \ddot{\beta} - J_z u^2 \omega \dot{\alpha} + (c_1L_1^2 + c_2L_2^2)\beta - (c_1L_1 - c_2L_2)x &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

С учетом того, что ротор совершает свободные колебания ($x = A \sin(pt + \varphi)$, $y = B \cos(pt + \varphi)$, $\alpha = C \cos(pt + \varphi)$, $\beta = D \sin(pt + \varphi)$, p – частота колебаний), найдена следующая система уравнений:

$$\left\{ \begin{aligned} (c_1 + c_2 - mp^2)A - (c_1L_1 - c_2L_2)D &= 0; \\ (c_1 + c_2 - mp^2)B + (c_1L_1 - c_2L_2)C &= 0; \\ (c_1L_1^2 + c_2L_2^2 - J_e p^2)C + (c_1L_1 - c_2L_2)B + J_z u^2 \omega p D &= 0; \\ (c_1L_1^2 + c_2L_2^2 - J_e p^2)D - (c_1L_1 - c_2L_2)A + J_z u^2 \omega p C &= 0, \end{aligned} \right.$$

из которой стандартными методами получено частотное уравнение свободных колебаний ротора с виброгасителем.

Литература

[1] Лапин А.Д. Резонансный поглотитель изгибных волн в стержнях и пластинах // А.Д.Лапин// Акустический журнал. – 2002. – №2. – С. 277–280.

ЕДИНСТВЕННОСТИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЛОПАТОК ТУРБИНЫ С БАНДАЖОМ

Сафина Г.Ф.

Нефтекамский филиал БашГУ, г. Нефтекамск, Россия

Моделируя колебательный процесс лопаток турбины, связанных бандажом приходим к задаче интегрирования уравнения [1]

$$\varphi^{IV}(x) - k^4 \varphi(x) = 0, \quad (1)$$

при краевых условиях

$$\varphi(0) = \dot{\varphi}(0) = 0, \quad (2)$$

$$(EI)_e \ddot{\varphi}(l) = -\frac{12(EI)_d}{d} \dot{\varphi}(l), \quad (EI)_e \ddot{\varphi}(l) = -m_d p^2 \varphi(l).$$

Здесь $k^4 = \mu p^2 / EI$, p – собственная частота, μ – масса единицы длины стержня лопатки, EI – жесткость стержня лопатки, EI_e и EI_d – жесткости на изгиб лопатки и бандажа, m_e и m_d – массы лопатки и бандажа, $\varphi(x)$ – собственная форма колебаний стержня, d – шаг бандажа, l – длина стержня лопатки.

Уравнение частот представлено к виду:

$$\Delta(k(p)) = f_1(k) + \beta \sigma f_2(k) + \beta f_3(k) - \sigma f_4(k) = 0,$$

$$\text{где } \alpha = kl, \quad \beta = \frac{12(EI)_d l}{d(EI)_e}, \quad \sigma = \frac{m_d}{m_e},$$

$$f_1(k) = k(\cosh kl \cos kl + 1), \quad f_2(k) = k(\cosh kl \cos kl - 1),$$

$$f_3(k) = \frac{\cosh kl \sin kl + \sinh kl \cos kl}{l},$$

$$f_4(k) = k^2 l (\cosh kl \sin kl - \sinh kl \cos kl).$$

Доказана теорема о единственности решения обратной задачи по диагностированию характеристик лопаток турбины с бандажом.

Получены аналитические формулы для определения массы лопатки и жесткости стержня лопатки турбины с бандажом. Рассмотрены методы решения обратной задачи по известным двум и известным трем частотам колебаний лопаток турбины.

Литература

[1] Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле. – М.: Физматгиз, 1959. – 440с.

К ОБОБЩЕНИЮ ТЕОРЕМЫ РАЗРЕШИМОСТИ И.М. ГАСЫМОВА И Б.М. ЛЕВИТАНА НА СЛУЧАЙ НЕРАСПАДАЮЩИХСЯ КРАЕВЫХ УСЛОВИЙ

Султанаев Я.Т., Ахтямов А. М., Султанова Э.И.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В [1] были получены теоремы, обобщающие теорему разрешимости И.М. Гасымова и Б.М. Левитана [2] и теорему единственности Борга [3] на случай нераспадающихся краевых условий. В настоящей работе снято одно из условий этих теорем, касающееся существования и единственности решения одной нелинейной системы уравнений.

Литература

1. Садовничий В.А., Султанаев Я.Т., Ахтямов А.М. Обобщение теорем разрешимости Б.М. Левитана и М.Г. Гасымова на случай нераспадающихся краевых условий // Доклады Академии наук, 2012, Т. 443, № 6, С. 668–670.

2. Левитан Б.М. и Гасымов М.Г. Определение дифференциального уравнения по двум спектрам // УМН. 1964. Т. 19. № 2(116). С. 3–63.

3. Borg G. Eine Umkehrung der Sturm-Liouvilleschen Eigenwertanfgabe. Bestimmung der Differentialgleichung durch die Eigenwerte // Acta Math. 1946. V.78. N 1. S.1–96.

HOMOGENISATION OF PERIODIC COMPOSITE ELASTIC PLATES

Cherdantsev M.I.
Cardiff University, Cardiff, UK

The appearance of the geometric rigidity theorem [1] stimulated a recent interest to various problem related to elastic plates. One of the important and interesting topics in this area is the periodic composite elastic plates. In order to understand the effective behaviour of such plates when the period of the composite structure tends to zero one has to use the homogenisation theory. There are two small parameters h and l which describe the thickness of the plate and the period of the composite structure correspondingly. The total elastic energy corresponding to the bending regime is of order h^2 . Taking sequences of deformations of the plate corresponding to this energy one has to understand the structure of their limit as h and l tend to zero. To this end we use the two-scale convergence techniques, the multi-scale analysis and the Γ -convergence method to rigorously derive the proper variational limit of the elastic energy functional. The limit homogenised functional is defined on the Sobolev space of isometric immersions - two-dimensional isometric surfaces embedded in the three-dimensional space – which basically represent the deformations of an elastic plate of zero thickness.

References

1. Friesecke G., James R. D., Muller S. A Theorem on Geometric Rigidity and the Derivation of Nonlinear Plate Theory from Three-Dimensional Elasticity // Commun.Pure Appl. Math., 2002, LV, 1461-1506.

© Cherdantsev M.I., 2013 .г.

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ БАКЛИ-ЛЕВЕРЕТТА О ДВУХФАЗНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

Якупова Э.Р.
БашГУ, Центр «Микро- и наномасштабная динамика дисперсных систем»
г. Уфа, Россия

Интенсивная разработка газовых и нефтяных месторождений привела к тому, что легкодоступные запасы сырья исчерпываются. А значит, необходимы исследования, благодаря которым будет возможна максимальная нефтеотдача месторождений. Немаловажную роль в таких исследованиях играет теория фильтрации. Математическое описание и моделирование фильтрационных течений позволяет проводить теоретические исследования и решать современные научно-технические проблемы, возникшие в нефтегазовой отрасли.

Целью данной работы является теоретическое исследование фильтрационных потоков и численное решение задачи Бакли-Левретта о двухфазной фильтрации конечно-разностным методом на языке программирования MATLAB. На рис. 1 приведено сравнение численного решения с аналитическим. Видно, что численное решение согласуется с аналитическим решением. При этом точность численного решения возрастает при более мелком разбиении сетки. Результаты работы будут полезны для решения более сложных задач теории фильтрации с использованием средств параллельного программирования.

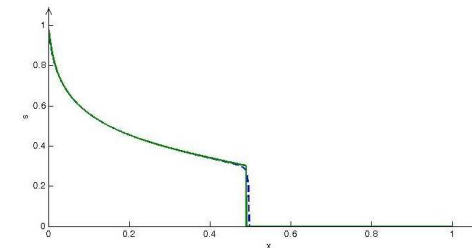


Рис. 1. Решение задачи Бакли-Левретта: сплошная линия характеризует аналитическое решение, штриховая - численное решение.

Работа выполнена при поддержке гранта Министерства образования и науки Российской Федерации (11.G34.31.0040).

Литература

1. Басниев К. С., Кочина И. Н., Максимов В. М. Подземная гидромеханика: Учебник для вузов.-М.: Недра, 1993. 416 с.

© Якупова Э.Р., 2013 г.

СЕКЦИЯ «ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРИАДНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ЗВЕНЬЕВ В ПОЛИСАХАРИДНОЙ ЦЕПИ

Богданова М.А., Арасланова Д.И, Понеделькина И.Ю.,
Губайдуллин И.М., Сафин Р.Р.
Институт нефтехимии и катализа РАН, г. Уфа, Россия

В настоящее время химическая модификация полисахаридов является эффективным методом синтеза соединений с новыми свойствами. На свойства полисахаридов влияют содержание модифицированных звеньев и их распределение в полисахаридной цепи.

Для описания распределения звеньев в цепи используются различные математические модели, позволяющие в дальнейшем перейти к кинетическому описанию процесса химической модификации.

Принимая во внимание, что простейшим примером статистического сополимера является полимер, подчиняющийся статистике Бернулли, с помощью программного комплекса был проведен расчет молярных долей триад в конъюгатах полигулуруновой кислоты с различным содержанием модифицированных звеньев **В**, соответствующих данному распределению (табл. 1).

Таблица 1.

Содержание звеньев В , мол. доля	Доли А-центрированных триад					
	P _{ААА}		P _{ААВ+ВАА}		P _{ВАВ}	
	Расчет	Эксперимент	Расчет	Эксперимент	Расчет	Эксперимент
0.06	0.83	0.80	0.11	0.14	0	0
0.15	0.61	0.71	0.22	0	0.02	0.13
0.29	0.36	0.36	0.29	0.35	0.06	0.08
0.40	0.22	0.24	0.29	0.36	0.01	0
0.52	0.11	0.13	0.24	0.27	0.13	0.12
0.55	0.09	0.14	0.22	0.27	0.14	0.10
0.60	0.06	0.08	0.19	0.22	0.14	0.15
0.80	0.01	0	0.06	0	0.13	0.13

P – вероятность нахождения триад.

Как видно из таблицы, рассчитанные доли А-центрированных триад в конъюгатах хорошо согласуются с экспериментальными данными. Это свидетельствует о том, что в процессе модификации полигулуруновой кислоты реализуется статистическое распределение триадных последовательностей.

УДК 519.6

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В ЭЛЕКТРОЛИЗЕРАХ

Закиева Г.Н.
Нефтекамский филиал БашГУ, г. Нефтекамск, Россия

Разработка промышленных электролизеров для производства цветных металлов и оптимизация процессов электролиза требуют не только экспериментальных исследований, но и компьютерного моделирования электрических полей в трехмерных областях сложной геометрии. Для многих электрохимических технологий, в том числе и для процесса электролиза алюминия, одной из важнейших проблем является равномерность распределения потенциала и плотности тока по поверхности электродов.

Математическая модель электрического поля в электролизере сформулирована в виде краевой задачи для уравнения эллиптического типа с граничными условиями, обусловленными нелинейными зависимостями плотности тока от поляризации, построенными на основе экспериментальных данных. Область решения задачи представляет собой объединение трехмерных подобластей сложной конфигурации с кусочно-постоянными проводимостями среды.

Алгоритм решения трехмерной задачи построен на основе метода граничных элементов в комбинации с двухуровневым итерационным процессом последовательного уточнения решения в отдельных подобластях.

Программная реализация, выполненная на языке Free Pascal в среде быстрой разработки приложений Lazarus, распространяемой по лицензии GPL, дает возможность проведения вычислительных экспериментов для оценки влияния отдельных геометрических и электрохимических параметров на процессы электролиза цветных металлов.

Литература

[1] Болотнов А. М. Методы граничных элементов в расчетах электрических полей электрохимических систем. Уфа: РИО БашГУ, 2002. 143 с.

[2] Болотнов А.М., Закиева Г.Н. Численные исследования электрических полей в трехмерных электрохимических системах // Труды Второй Всероссийской конференции «Математическое моделирование и краевые задачи», Самара, 2005. Ч. 2. С. 53 – 56.

ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД В ПОЛУЧЕНИИ ЧАСТОТНОГО УРАВНЕНИЯ ДЛЯ ВАЛА С ПЯТЬЮ ДИСКАМИ

Каюмова Э.Х., Сафина Г.Ф.,

Нефтекамский филиал БашГУ, г. Нефтекамск, Россия

В работе рассмотрен вал, несущий пять дисков, для которого $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_5$ – углы закручивания вала в местах насадки дисков, k_1, k_2, \dots, k_4 – жесткости участков вала, I_1, I_2, \dots, I_5 – моменты инерции масс дисков.

Частотное уравнение крутильных колебаний такого вала с пятью дисками получено численным методом – методом Толле, а именно, матричной формой метода Толле с помощью рекуррентных формул:

$$\begin{aligned} \theta_2 &= \theta_1 - e_1 p^2 I_1 \theta_1, \\ \theta_3 &= \theta_2 - e_2 p^2 (I_1 \theta_1 + I_2 \theta_2), \\ \theta_4 &= \theta_3 - e_3 p^2 (I_1 \theta_1 + I_2 \theta_2 + I_3 \theta_3), \\ \theta_5 &= \theta_4 - e_4 p^2 (I_1 \theta_1 + I_2 \theta_2 + I_3 \theta_3 + I_4 \theta_4). \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь e_1, e_2, \dots, e_4 – податливости участков вала на кручении. Составлена матричная форма метода Толле для вала с пятью дисками, по которой получено частотное уравнение:

$$I_1 p^2 \theta_1 + I_2 p^2 \theta_2 + I_3 p^2 \theta_3 + I_4 p^2 \theta_4 + I_5 p^2 \theta_5 = 0.$$

С помощью формул (1) последнее уравнение преобразовано к виду:

$$\begin{aligned} & p^8 - \left(k_1 \frac{I_1 + I_2}{I_1 I_2} + k_2 \frac{I_2 + I_3}{I_2 I_3} + k_3 \frac{I_3 + I_4}{I_3 I_4} + k_4 \frac{I_4 + I_5}{I_4 I_5} \right) p^6 + \left(k_1 k_2 \frac{I_1 + I_2 + I_3}{I_1 I_2 I_3} + k_1 k_3 \frac{(I_1 + I_2)(I_3 + I_4)}{I_1 I_2 I_3 I_4} + \right. \\ & + k_1 k_4 \frac{(I_1 + I_2)(I_4 + I_5)}{I_1 I_2 I_4 I_5} + k_2 k_3 \frac{(I_2 + I_3 + I_4)}{I_2 I_3 I_4} + k_2 k_4 \frac{(I_2 + I_3)(I_4 + I_5)}{I_2 I_3 I_4 I_5} + k_3 k_4 \frac{I_3 + I_4 + I_5}{I_3 I_4 I_5} \left. \right) p^4 - \\ & - \left(k_1 k_2 k_3 \frac{I_1 + I_2 + I_3 + I_4}{I_1 I_2 I_3 I_4} + k_1 k_2 k_4 \frac{(I_1 + I_2 + I_3)(I_4 + I_5)}{I_1 I_2 I_3 I_4 I_5} + \right. \\ & \left. + k_1 k_3 k_4 \frac{(I_1 + I_2)(I_3 + I_4 + I_5)}{I_1 I_2 I_3 I_4 I_5} + k_2 k_3 k_4 \frac{I_2 + I_3 + I_4 + I_5}{I_2 I_3 I_4 I_5} \right) p^2 + k_1 k_2 k_3 k_4 \frac{I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5}{I_1 I_2 I_3 I_4 I_5} = 0 \end{aligned}$$

Литература

[1] Бабаков, И.В. Теория колебаний / И.В. Бабаков – М: Дрофа, 2004.

УДК 517.97+669.046

ВЛИЯНИЕ ВЕЛИЧИНЫ КРИТЕРИЯ БИО НА ТОЧНОСТЬ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ НАГРЕВА.

Морозкин Н.Н.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В работе анализируется метод оптимизации процесса нагрева неограниченной пластины, предложенный в [1]. Метод запрограммирован, получены конкретные результаты. Исследована зависимость точности полученного решения от критерия Био. На рисунках 1,2 представлены графики распределения управления, температуры пластины на оси и границе при различных критериях Био.

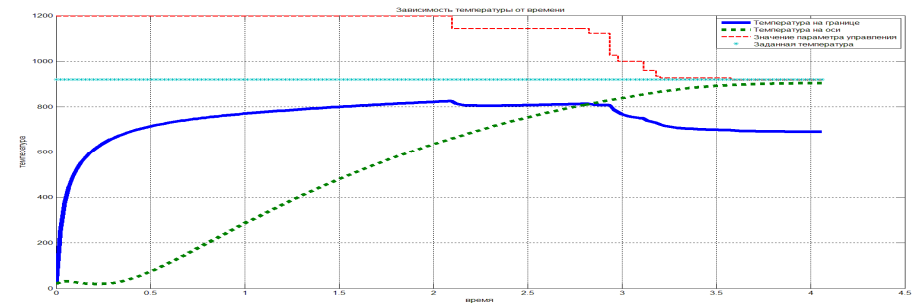


Рис. 1. $Bi=10$

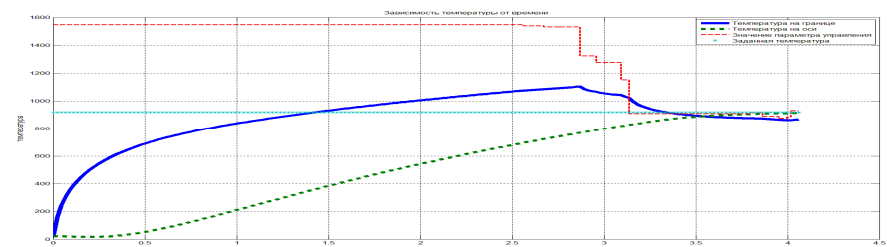


Рис. 2. $Bi=2.174$

Литература

1. Морозкин Н.Д. Оптимальное управление процессами нагрева с учетом фазовых ограничений. Уфа, 1997, 114 с.

**СИММЕТРИЙНЫЙ ПОДХОД К ЗАДАЧЕ
О СОВЕРШЕННОМ КУБОИДЕ**

Шарипов Р.А.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Совершенный кубоид - это прямоугольный параллелепипед, длины всех рёбер которого, а также длины диагоналей на гранях и длина пространственной диагонали представлены целыми числами. Он описывается системой из шести диофантовых уравнений с семью переменными.

Вопрос о существовании совершенного кубоида не решён и остаётся открытым в течение около 300 лет. Отметим, что он был известен Эйлеру.

Автором доклада были предложены два новых подхода к решению задачи о совершенном кубоиде. В первом подходе уравнения кубоида сводятся к одному диофантовому уравнению 12-ой степени. При анализе этого уравнения возникает разветвление на три случая, в которых были сформулированы три гипотезы о неприводимости трёх семейств целочисленных полиномов. В итоге задача свелась к доказательству всех трёх этих гипотез одновременно либо к опровержению одной из них и нахождению совершенного кубоида, связанного с решением отвечающего этой гипотезе полиномиального диофантового уравнения (см. [1]).

Второй подход основан на естественной дискретной S_3 -симметрии уравнений кубоида, состоящей в одновременных перестановках его ребер и соответствующих граней. После факторизации по этой симметрии возникает совершенно новая система диофантовых уравнений, которая, тем не менее, сохраняет эквивалентность исходной задаче. Многочисленные результаты, касающиеся этих уравнений, часть из которых была получена в сотрудничестве с Джоном Рамсденом, изложены в серии публикаций [2]. В работе с уравнениями кубоида использовались методы компьютерной алгебры и в отдельных случаях производилась проверка наиболее громоздких выражений численным счётом.

Литература

1. Шарипов Р. А., Неприводимые полиномы в задаче о совершенном кубоиде. // Уфимский математический журнал, 2012, Т. 4, № 1, С. 153-160; см. также e-принты arXiv:1104.1716, arXiv:1108.5348, arXiv:1109.2534, arXiv: 1201.1229, arXiv:1203.2567 в архиве <http://arXiv.org>.
2. Ramsden J. R., Sharipov R. A., Series of e-prints arXiv:1205.3135, arXiv:1206.6769, arXiv:1207.2102, arXiv:1207.4081, arXiv:1207.5339, arXiv: 1207.6764, arXiv:1208.0308, arXiv:1208.1227, arXiv:1208.1859, arXiv: 1208.2587, arXiv:1209.0723, arXiv:1209.5706, arXiv:1303.0765 in <http://arXiv.org>.

**СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И
СТАТИСТИКА»**

УДК 544.4

**ИНДЕКСАЦИЯ ВЕРШИН ГРАФА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ
МАРШРУТОВ СЛОЖНЫХ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ**

Исмагилова А.С.

Башкирский государственный университет, Уфа, Россия

Центральным понятием теории стационарных реакций является понятие маршрута [1]. Маршрут был введен как вектор, умножение элементов которого на соответствующие стадии механизма сложной реакции вместе с последующим сложением стадий приводит к суммарному уравнению реакции, которое уже не содержит промежуточных веществ.

В работе [2] приведена геометрическая интерпретация маршрутов реакции на основе анализа матрицы инцидентности.

В [3] описан алгоритм индексации вершин графа. Пусть задано множество X_0 некоторых X -вершин графа, называемых начальными вершинами. Всем вершинам множества X_0 припишем индекс 0. Индекс 0 приписываем тем W -вершинам, у которых все непосредственно предшествующие X -вершины имеют индекс 0. Далее индексация проводится по индукции. Пусть известно какие X - и W -вершины получили индекс, меньший, чем i . Тогда индекс i приписываем всем X -вершинам, не имевшим индекса, для которых существует непосредственно предшествующие W -вершины с индексом $i-1$. Индекс i принимают также все W -вершины, не имевшие индекса, у которых все непосредственно предшествующие X -вершины имеют индекс. Не все вершины графа могут получить индекс в этом процессе. Такие вершины называют недостижимыми из X_0 . Вершины с конечным индексом называют достижимыми.

Индексация вершин графа позволяет составить матрицу индексов и отыскать цикл в графе Вольперта, что является результатом данной работы. Преимущество метода состоит в том, что обрабатываемых данных - индексов вершин графа - значительно меньше.

Литература

- [1] Темкин М.И. // Механизм и кинетика сложных каталитических реакций. Лекции, прочитанные на первом симпозиуме Международного конгресса по катализу. М.: Наука, 1970. С. 57-76.
- [2] Спивак С.И., Исмагилова А.С., Хамитова И.А. // ДАН. 2010. Т. 434. №4. С. 499-501.
- [3] Вольперт А.И., Худяев С.И. Анализ в классах разрывных функций и уравнения математической физики. М: Наука. 1975. 394 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ КРЕДИТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ

Сафина И.И.

МГИМО (У) МИД России, г. Москва, Россия

В работе проведен эмпирический анализ кредитоспособности предприятий на основе метода главных компонент.

Построена математическая модель, которая включает параметры: X_1 – оборотный капитал / сумма активов; X_2 – балансовая прибыль / сумма активов; X_3 – операционная прибыль / сумма активов; X_4 – выручка / сумма активов; X_5 – коэффициент текущей ликвидности / сумма активов; X_6 – коэффициент абсолютной ликвидности; X_7 – коэффициент финансовой устойчивости; X_8 – коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности; X_9 – коэффициент рентабельности активов; X_{10} – коэффициент рентабельности собственного капитала.

Решение задачи методом главных компонент сводится к поэтапному преобразованию матрицы исходных данных:

$$X \rightarrow Z \rightarrow R(S) \langle V \rangle. \quad (1)$$

Здесь X – матрица исходных данных размерностью $(n \times m)$; Z – матрица центрированных и нормированных значений признаков; R – матрица парных корреляций; $R = \frac{1}{n} \cdot Z \cdot Z^T$; Λ – диагональная матрица собственных чисел; V – матрица нормированных собственных векторов.

После проведенных преобразований модель Z получена в виде:

$$Z = -0,362X_1 - 0,25X_2 - 0,22X_3 + 0,17X_4 + 0,5X_5 + 0,5X_6 + 0,3X_7 + 0,3X_8 + 0,16X_9 + 0,32X_{10}.$$

Подставляя значения X_1, X_2, \dots, X_{10} в функцию Z , найдены следующие значения в среднем для четырех предприятий, работающих в одной отрасли: $Z(\text{ид} \ddot{a} \ddot{a} \ddot{a} \ddot{e} \ddot{y} \ddot{u} \ddot{e} \ddot{a} _1) = 1,475$; $Z(\text{ид} \ddot{a} \ddot{a} \ddot{a} \ddot{e} \ddot{y} \ddot{u} \ddot{e} \ddot{a} _2) = 3,57$; $Z(\text{ид} \ddot{a} \ddot{a} \ddot{a} \ddot{e} \ddot{y} \ddot{u} \ddot{e} \ddot{a} _3) = 2,505$; $Z(\text{ид} \ddot{a} \ddot{a} \ddot{a} \ddot{e} \ddot{y} \ddot{u} \ddot{e} \ddot{a} _4) = 0,706$.

Приведенная методика позволяет определить наименее значимые параметры модели и проводить сравнительный анализ финансового состояния различных предприятий, отслеживать динамику кредитоспособности предприятия с целью принятия адекватных мер.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕАКЦИИ С УЧЕТОМ ПАРАМЕТРА ДЕЗАКТИВАЦИИ КАТАЛИЗАТОРА

Берзина Д.В., Мустафина С.А.

Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета,
г. Стерлитамак, Россия

На примере каталитической реакции тримеризации хлорциана на активном угле рассмотрена постановка оптимизационной задачи и алгоритм решения краевой задачи принципа максимума Понтрягина, основанный на методе последовательных приближений. Найден оптимальный температурный режим, доставляющий максимум выхода продукта (цианурхлорида). Математическая модель реакции с учетом падения активности катализатора в процессе химического превращения представляет собой систему двух дифференциальных уравнений в частных производных

$$[4]: \quad \frac{\partial c}{\partial \tau} = -\frac{k_1(T)c\theta}{1+k_2(T)c} \left[1 - \sqrt{\frac{1-c}{c^3 k_p(T)}} \right] \frac{(3-2c)^2}{3}, \quad \frac{\partial \theta}{\partial t} = -\frac{k_3(T)c\theta}{1+k_2(T)c}, \quad \text{где } \tau \in [0, \tau_k] -$$

текущее время контакта, c ; $t \in [0, t_k]$ – астрономическое время, c – безразмерная концентрация компонента (хлорциана); θ – безразмерная функция, характеризующая падение активности катализатора; $k_i(T)$ – константы скоростей реакций, c^{-1} ; $k_p(T)$ – константа скорости реакции отравления катализатора, c^{-1} ; T – температура, зависящая от τ и t , K .

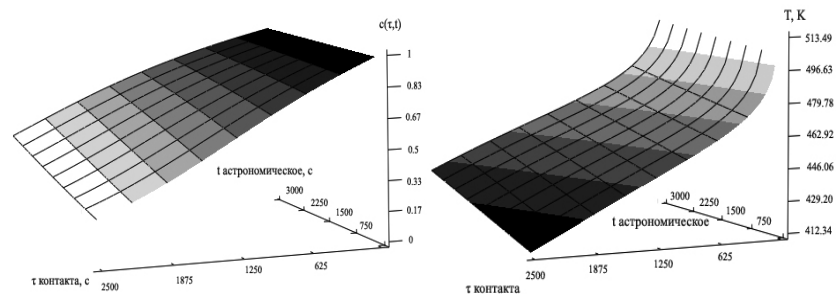


Рис.1. Значения концентрации хлорциана $c(\tau, t)$

Рис.2. Температурный режим $T(\tau, t)$

МОДЕЛИРОВАНИЕ В ДИАГНОСТИРОВАНИИ ЖЕСТКОСТЕЙ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ОПОР РОТОРА

Иванова Е.А., Сафина Г.Ф.

Нефтекамский филиал БашГУ, г. Нефтекамск, Россия

В работе рассмотрены свободные колебания жесткого ротора [1], имеющего подшипники на податливых опорах (рисунок 1).

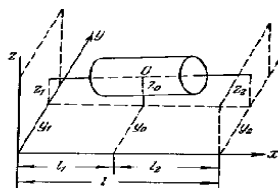


Рис. 1 – Ротор на податливых опорах

Частотное уравнение в прямой спектральной задаче представлено в виде:

$$\Delta(p) = f_1(p)c_1c_2 + f_2(p)c_1 + f_3(p)c_2 + f_4(p) = 0, \quad (1)$$

в котором функции $f_i(p)$ ($i=1, \dots, 4$) выражаются через физические параметры жесткого ротора, c_1 и c_2 – жесткости горизонтальных опор, p – частота свободных колебаний ротора.

Получены аналитические формулы для коэффициентов жесткостей горизонтальных опор ротора:

$$c_1 = -\frac{f_4(p_1) - f_4(p_2) + c_2 f_3(p_1) - c_2 f_3(p_2)}{c_2 f_1(p_1) - c_2 f_1(p_2) + f_2(p_1) - f_2(p_2)}$$

$$c_2 = \frac{-f_1(p_1)f_4(p_2) - f_2(p_1)f_3(p_2) + f_2(p_2)f_3(p_1) + f_1(p_2)f_4(p_1) + \sqrt{D}}{2(-f_3(p_2)f_1(p_1) + f_1(p_1)f_3(p_1))}$$

$$D = (-f_4(p_2)f_1(p_1) - f_3(p_2)f_2(p_1) + f_2(p_2)f_3(p_1) + f_1(p_2)f_4(p_1))^2 - 4(-f_3(p_2)f_1(p_1) + f_1(p_2)f_3(p_1))(-f_2(p_1)f_4(p_2) + f_4(p_1)f_1(p_2))$$

Найден метод решения задачи диагностирования жесткостей горизонтальных опор ротора по известным значениям двух частот колебаний ротора.

Литература

[1] Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле. – М.: Физматгиз, 1959. – 440с.

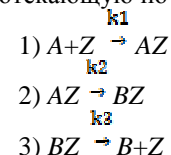
ТЕОРЕТИКО-ГРУППОВАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ В ОБРАТНЫХ ЗАДАЧАХ ХИМИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ

Исмагилова А.С., Хабибуллина Э.Б.

Башкирский государственный университет

Рассмотрим обратную задачу определения параметров математических моделей кинетики сложных химических реакций [1]. Под идентифицируемостью модели понимается возможность однозначно определить оценки всех параметров модели. Различают локально и глобально неидентифицируемые модели. Эти модели инварианты по отношению к некоторому функциональному преобразованию их параметров. Такие преобразования могут составлять группу. Поэтому при решении обратных задач химической кинетики для исследования неидентифицируемости моделей важно использовать аппарат групповых преобразований.

Исследование проводится на примере простой модельную реакцию, протекающую по следующему механизму:



Предполагается, что измеряется концентрация исходного вещества А и продукта реакции В. Решение задачи идентификации, построенное на основе теории групповых преобразований [2], является система функций:

$$\begin{cases} c_1 = k_1 \\ c_2 = (k_2 + k_3)/k_2 k_3 \end{cases} \quad (1)$$

Т.е. однозначно идентифицируются не индивидуальные константы k_1 , k_2 , k_3 , а их комбинации, задаваемые системой (1). Устранение неоднозначности возможно только путем получения дополнительной экспериментальной информации о промежуточных веществах.

Литература

[1] Яблонский Г.С., Спивак С.И. Математические модели химической кинетики. – М.: Знание, 1977.

[2] Кунцевич А.Д., Кудашев В.Р., Спивак С.И., Горский В.Г. Групповой анализ идентифицируемости параметров математических моделей нестационарной химической кинетики // Доклады Академии наук, 1992, Т.326; №4. – С.658-661. УДК 004

THE EVOLUTION OF INFORMATION SECURITY GOALS FROM THE 1960S TO TODAY FROM THE CIA-TRIAID TO THE INFOSEC OCTAVE

Cherdantseva Y.V.¹, Hilton J.²

¹Cardiff University, Cardiff, UK

²Cranfield University, Cranfield, UK

This paper discusses an approach to the evolution of Information Security (InfoSec) with the focus on security goals. The term security goal refers to a desirable property of information or an ability of an information system. We use the term security goal to refer to confidentiality, integrity, availability and the like. Security goals deeply characterize InfoSec, form a fundamental part of the holistic InfoSec concept, and serve as evaluation criteria for information systems and IT security. The value of the security goals examination is in: (1) enhancing understanding of the present state of InfoSec; (2) justifying the adequacy of security evaluation criteria; and (3) helping to predict future security threats and goals. The paper outlines the evolutionary circles of InfoSec and illustrates the change of security goals over the past 50 years. The thorough analysis of the security goals evolution conducted in this paper leads to an important conclusion: the set of security goals is not fixed and requires regular revision. Since the CIA-triad (Confidentiality-Integrity-Availability) has been proved by the previous research to be inadequate for the present environment, in this paper we attempted to develop a currently relevant set of security goal – the InfoSec octave. In the conclusion, we endeavor to identify the burning areas of InfoSec that should be addressed by new security goals in the near future. The paper may be of interest to anyone dealing with InfoSec (managers, system and software developers, technical computer and network specialists), since it seeks an answer to a fundamental question: What is a secure information system?

© Cherdantseva Y.V., 2013г

УДК 534.1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ТУПИКОВЫХ ВЕРШИНАХ СТРУННОГО ГРАФА

Аксенова З.Ф., Ахтямов А.М.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Рассматривается граф G в виде звезды из n ребер-струн с одним общим концом в нуле. Длина i -й струны равна l_i . Тупиковые концы струн упруго закреплены, причем на тупиковых концах подвешены сосредоточенные массы m_i . Решается задача восстановления масс m_i по известному набору $n+1$ собственных частот свободных колебаний графа. Количество решений этой задачи меняется от одного до n -факториал и зависит от количества струн-ребер графа одинаковой длины и количества одинаковых

коэффициентов жесткостей пружин на тупиковых вершинах графа. Полученные результаты применимы в областях современной техники, поскольку позволяют проектировать виброзащитные крепления механических систем, а также механические системы со спектром частот, безопасным для слуха человека. Целью данного исследования является восстановление сосредоточенных масс, подвешенных на тупиковых вершинах звездного струнного графа по известному набору собственных частот. Ранее подобные задачи не рассматривались. Решались прямые и обратные спектральные задачи для задач Штурма–Лиувилля ([1,2]), в том числе и заданных на графе [3,4]. Однако в этих работах коэффициенты крайних условий идентифицировались вместе с коэффициентами дифференциальных уравнений. Причем в качестве данных восстановления в этих работах использовалась не часть спектра, как в нашей работе, а несколько спектров, или же спектр и дополнительные спектральные данные (функция Вейля, матрица Вейля, спектральная функция, весовые числа и т.п.). В некоторых работах (см. [5] и библиографию к этой работе) решались задачи идентификации креплений струн, стержней, пластин и оболочек по конечному набору собственных частот. В [5] решалась также задача восстановления коэффициентов жесткости пружин, закрепляющих струнный граф, по собственным частотам его колебаний. Однако задачи идентификации сосредоточенных масс на графе по конечному набору

собственных частот ранее не рассматривались. Важность решения такого рода задач связана с необходимостью создания таких виброзащитных систем, которые бы обладали нужными частотами колебаний.

Литература

1. Марченко В.А. Операторы Штурма – Лиувилля и их приложения. Киев: Наукова думка, 1977.
2. Левитан Б.М. Обратные задачи Штурма – Лиувилля. М.: Наука, 1984. 240 с.
3. Покорный Ю.В., Пенкин О.М., Прядиев В.Л., Боровских А.В., Лазарев К.П., Шабров С.А. Дифференциальные уравнения на геометрических графах. М.:Физматлит, 2004. 272 с.
4. Юрко В.А. Введение в теорию обратных спектральных задач. М.: Физматлит, 2007. 384 с.
5. Ахтямов А.М. Теория идентификации крайних условий и ее приложения. М.: Физматлит, 2009. 272 с.
6. Аксенова З.Ф., Ахтямов А.М.. Восстановление сосредоточенных масс на тупиковых вершинах графа.//В мире научных открытий.-2013.-№2.1(38).

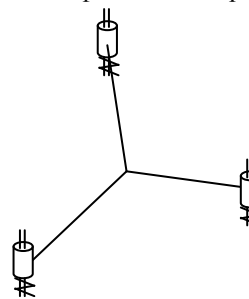


Рис. 1. Пучок из трех струн

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКОНОМИКЕ»

УДК 538.7

ПОВЕДЕНИЕ АГЕНТОВ-ПРЕДПРИЯТИЙ В РАМКАХ АГЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННОЙ МОДЕЛИ ГОРОДА

Газизова К.А.

Институт социально-экономических исследований Уфимского Научного
Центра Российской Академии Наук, г. Уфа, Россия

Контролирование и прогнозирование процессов растущей урбанизации стало одной из важнейших задач для органов управления всех стран. Для полного и сбалансированного анализа современных городов используются различные подходы, в том числе очень успешно и математические методы моделирования. В настоящее время для моделирования функционирования сложных систем активно применяется новый класс экономико-математических моделей – агент-ориентированные модели.

В рамках агент-ориентированной модели, построенной на примере города Уфы и реализованной в программе Anylogic, выделяется 2 типа агентов: люди, предприятия, функционирующих в среде районов проживания.

Агенты-предприятия и агенты-люди располагаются на территории одного из семи районов города, к которому прикреплены. Конкуренция на рынке предложения труда обеспечивается за счет дифференциации индивидуальных трудовых потенциалов агентов-людей, так как очевидно, что агенты-предприятия отдадут свое предпочтение при принятии на работу агенту-человеку с более высоким трудовым потенциалом. Существует также и спрос на труд со стороны агентов-предприятий, в приоритете для агентов-людей оказываются предприятия с более высокой средней заработной платой.

Агенты-предприятия, как важная часть модели, должны быть детально проанализированы, с целью выявления их основных характеристик, а также принципов взаимодействия их с другими агентами модели и средой.

УДК 519.863

ОБЗОР АКТУАЛЬНЫХ ЗАДАЧ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ

Рамазанова Р.Р.

Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы,
г. Уфа, Россия

Большой вклад в решение задач транспортной логистики внес лауреат Нобелевской премии по экономике 1975 года «За вклад в теорию оптимального распределения ресурсов» Л.В. Канторович, заложивший основы линейного программирования.

Современные проблемы отечественной экономики предлагают большое число практических задач, связанных с оптимизацией транспортных издержек. В первую очередь это связано с тем, что с подобного рода издержками связано до 30% себестоимости продукции.

Транспортные задачи относятся к математическим задачам линейного программирования. В общем случае, большинство задач сводятся к нахождению оптимального плана перевозки груза из пункта отправления в пункт потребления с минимальными затратами на перевозки.

Классическая транспортная задача заключается в поиске оптимального плана перевозок однородного продукта из однородных пунктов наличия в однородные пункты потребления на однородных транспортных средствах (в предопределённом количестве) со статичными данными и в рамках линейного подхода. Классическую транспортную задачу можно решать при помощи симплекс-метода, однако в силу ряда особенностей постановки задачи можно найти более простые методы решения. Основой для оптимизации процесса является опорный план (метод северо-западного угла, наименьшего элемента).

Задача коммивояжёра заключается в отыскании наиболее выгодного маршрута, проходящего через указанные города хотя бы по одному разу с последующим возвратом в исходный город. Все эффективные (сокращающие полный перебор) методы решения задачи коммивояжёра – эвристические.

Задача оптимизации прокладки дорог имеет очень большое экономическое значение. Ее решение, особенно актуальное в условиях освоения сибирского Севера, обладающего огромными запасами природных ресурсов, может принести большой экономический эффект. Задача может быть решена методом динамического программирования.

Задачи транспортной логистики известны давно, но в связи с NP-трудностью изучение математических моделей данных задач, разработка и исследование эффективных методов их решения, представляется актуальным как с теоретической, так и с практической точки зрения.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО
ПРИ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИОБРЕТЕНИЯ
ЛИЦЕНЗИОННЫХ УЧАСТКОВ**

Хашпер Б.Л., Можчиль А.Ф.
Башкирский государственный университет, ООО «БашНИПИнефть»,
г. Уфа, Россия

Приобретение новых лицензионных участков является основой долгосрочной стратегии развития нефтедобывающих компаний. Но при оценке эффективности приобретения нового лицензионного участка необходимо учитывать множество рисков. Поэтому актуальной задачей является оценка эффективности приобретения лицензионного участка.

Эффективность характеризуется чистым дисконтированным доходом (ЧДД), представляющим собой приведение к текущему моменту времени (моменту оценки инвестиционного проекта) денежного потока:

$$ЧДД = \sum_{i=1}^N \frac{ДП_i}{(1+r)^i}, \quad (1)$$

где $\frac{1}{(1+r)^i}$ – коэффициент дисконтирования, r – ставка дисконта, i –

порядковый номер периода, ДП – денежный поток [1]. На денежный поток влияет множество факторов, точные значения которых оценить на долгосрочную перспективу невозможно. Для решения этой проблемы в работе предлагается использовать метод Монте-Карло.

Метод Монте-Карло – это метод моделирования случайных величин с целью вычисления характеристик их распределений [2]. Для оценки эффективности методом Монте-Карло выбирают параметры, влияющие на ЧДД, по наиболее вероятным значениям и коридорам возможных отклонений параметров генерируют наборы их значений, для каждого набора рассчитывают ЧДД, анализируют полученные результаты. Т. о., использование метода Монте-Карло возможно в условиях неопределенности, когда значения факторов неизвестны точно, но могут быть заданы наиболее вероятными значениями и интервалами.

Предложенный метод реализован для оценки эффективности разработки лицензионного участка, приобретаемого ОАО АНК «Башнефть».

Литература

1. Волков И.М., Грачева М.В. Проектный анализ. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1998. – 423 с.
2. Ермаков С.М. Метод Монте-Карло и смежные вопросы. – М.: Наука, 1975 г. – 472 с.

**СЕКЦИЯ «МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ И
ИНФОРМАТИКИ»**

**РАЗРАБОТКА ИГРОВЫХ ПРОГРАММ
КАК МОТИВАЦИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

Лысенко Д.В.
Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета,
г. Стерлитамак, Россия

Все более значимую роль в человеческом обществе приобретают информационные технологии, которые проникли во все сферы нашей деятельности. Поэтому содержание, особенности умственной деятельности обучающихся в процессе изучения программирования должны быть направлены на развитие системного, конструктивного, алгоритмического мышления, на формирование тех качеств и особенностей, которые позволят впоследствии молодым специалистам строить свою профессиональную деятельность наиболее эффективным образом.

В настоящее время при изучении программирования, как школьникам, так и студентам предлагается для решения большое разнообразие задач для отработки конкретных тем курса [1], причем такие задачи, как правило – чисто математические. Со временем решение только таких задач приводит к снижению интереса к программированию: решения этих задач не наглядны, а визуальный результат на фоне современных графических приложений и игр может полностью разочаровать.

Очень хорошим способом мотивировки изучения программирования является идея использования заданий, вызывающих наибольший интерес при работе с компьютером. Как правило, в качестве таких заданий выступают всевозможные задачи на разработку компьютерных игр. В этом случае в процессе обучения активно развиваются аналитическое, абстрактное и конструктивное мышление, способность к достижению цели, а элемент творчества является важнейшим компонентом для обеспечения мотивации обучающихся.

Как показывает практика, при работе над игровыми проектами мотивация обучающегося на протяжении всего времени разработки находится на очень высоком уровне. Поэтому такой подход способен внести реальный вклад в повышение эффективности обучения программированию, и методически верно вносить разработку компьютерных игр в процесс обучения.

Литература

1. Дмитриев В.Л. Теория и практика решения задач по программированию. Ч.1. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2010. – 264 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

СЕКЦИЯ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА»

Кудрявцев Р.В., Абакумова Н.Н., Богомазова О.Б., Гумеров А.М.	3
КИНК-ПРИМЕСНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В МОДЕЛИ СИНУС-ГОРДОНА	
Загидулин Т.Р.	4
АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О ЦИЛИНДРЕ КОНЕЧНОЙ ДЛИНЫ В ПОСТОЯННОМ ОДНОРОДНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ	
Шарипов Р.А.	7
МОДЕЛЬНАЯ ЗАДАЧА С ДВУМЯ КВАНТОВЫМИ ЧАСТИЦАМИ, НАПОМИНАЮЩАЯ АТОМ ВОДОРОДА	
Гущарина Н.В., Соколовский В.В.	8
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СВЕРХУПРУГОСТИ В ОДНООСНО-НАПРЯЖЕННОМ КУБИЧЕСКОМ КРИСТАЛЛЕ С ЭФФЕКТОМ ПАМЯТИ	
Муртазин Р.Р.	9
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАРОЖДЕНИЯ МАГНИТНЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ В МАГНЕТИКАХ С НЕОДНОРОДНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ	
Ахметова А.А., Харисов А.Т.	10
РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ПРОХОЖДЕНИЯ СПИНОВОЙ ВОЛНЫ ОТ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА ДВУХ ПОЛУБЕСКОНЕЧНЫХ ФЕРРОМАГНЕТИКОВ С ОТЛИЧАЮЩИМИ ПАРАМЕТРАМИ	
Хайбуллина А.Р., Измаилов Р.Н.	11
SCHWARZSCHILD-ELLIS WORMHOLE STABILITY ANALYSIS	
Рысаева Л.Х., Сучков С.В.	12
ФАЗОВАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БРИЗЕРОВ В РТ-СИММЕТРИЧНОМ ОПТИЧЕСКОМ КАПЛЕРЕ	

Гумеров А.М., Кудрявцев Р.В., Абакумова Н.Н., Богомазова О.Б.	14
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ДОМЕННЫХ ГРАНИЦ С ДЕФЕКТАМИ В МОДЕЛИ СИНУС-ГОРДОНА	

Екомасов А.Е., Степанов С.В.	15
МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАТИЧЕСКОГО И ДИНАМИЧЕСКОГО СЦЕНАРИЕВ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИИ КОРОВ СВЯЗАННЫХ ВИХРЕВЫХ СОСТОЯНИЙ В НАНОСТОЛБЧАТОЙ ПРОВОДЯЩЕЙ ТРЕХСЛОЙНОЙ СТРУКТУРЕ	

Мингазова Р.Ф., Измаилов Р.Н.	16
ГРАВИТАЦИОННОЕ ЛИНЗИРОВАНИЕ ЧЕРНЫМИ ДЫРАМИ В ТЕОРИИ «МИРА НА БРАНЕ»	

Цветанский А.С.	17
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СПИНОВОЙ ПЛОТНОСТИ В МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКОМ АНТИФЕРРОМАГНЕТИКЕ	

Синицын Вл.Е., Овчинников А.С., Бострем И.Г., Кишине Дж.	18
ГЕНЕРАЦИЯ СПИН ДВИЖУЩЕЙ СИЛЫ В МАГНИТНОЙ СОЛИТОННОЙ РЕШЕТКЕ	

Солонецкий Р. В.	21
УСТОЙЧИВЫЕ СОСТОЯНИЯ 0^0 ДГ, ЗАРОЖДАЮЩИХСЯ НА ДЕФЕКТАХ ОДНООСНОГО ФЕРРОМАГНЕТИКА	

Ахтарьянова Г.Ф., Измаилов Р.Н.	23
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЛИВНЫХ СИЛ ВБЛИЗИ ЧЕРНЫХ ДЫР	

Даукаев Т.Р., Закирьянов Ф.К.	24
ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХСОЛИТОННОГО РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ СИНУС-ГОРДОНА	

Шаяхметов Д.В., Исаев Р.Р., Измаилов Р.Н.	25
РЕШЕНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ ИСКРИВЛЕНИЯ СВЕТА В ГАЛО ГАЛАКТИКИ	

СЕКЦИЯ «ФИЗИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОФИЗИКА»

Файзуллин Н.Ф.	26
ДИНАМИКА УДАРНЫХ ВОЛН В ЖИДКИХ СРЕДАХ	

Пахомов А.С. 27
ПРОГРАММА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛА СМАЧИВАНИЯ

Пахомов Е.С. 29
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПУЛЬСАЦИЙ ИЗЛУЧЕНИЯ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Ганеев Д.Б. 31
РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОПТОЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ СЕРДЕЧНО – СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Захаров Ю.А. 32
РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ФЛУКТУАЦИЙ С КОНТРОЛИРУЕМОЙ РЕГЕНЕРАЦИЕЙ ЭНЕРГИИ

Симанов Е.В. 34
КАЛИБРОВОЧНЫЕ РЕШЕТКИ

Шукин П.В., Файзуллин М.Г., Муфтахов М.В. 35
РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ ПРОГРЕССИИ ДЛЯ ИОНОВ (M–H) ИЗ 4-НИТРОФЕНОЛА

Бикбулатов А.Р. 36
ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ КРЫЛЬЕВ НАСЕКОМЫХ МЕТОДАМИ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ

Космылин Д.В. 37
ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ГЕНЕРАТОР НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Карпей Т.В., Зиннатуллина Л.Д. 38
ИЗГОТОВЛЕНИЕ МИКРОЖИДКОСТНЫХ СИСТЕМ МЕТОДОМ МЯГКОЙ ЛИТОГРАФИИ

СЕКЦИЯ «ПРОБЛЕМЫ РАДИОТЕХНИКИ И СВЯЗИ»

Лопатюк А.В. 39
МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ 8-МИ КАНАЛЬНОГО ИНТЕГРАЛЬНО-ОПТИЧЕСКОГО РАЗВЕТВИТЕЛЯ

Султанова З.А., Лопатюк А.В. 40

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ОПТОВОЛОКОННОЙ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ, СОДЕРЖАЩЕЙ ШЕСТЬ ОПТИЧЕСКИХ НЕСУЩИХ

Дельмухаметов О.Р., Валиуллин А.Ф. 41
АНАЛИЗ ВАРИАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕДАЧИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ МИКРОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ДЕФЕКТАХ КОНСТРУКЦИИ

Шамсутдинова Л.Р., Лопатюк А.В. 42
МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОКАНАЛЬНОЙ ВОЛП С УСИЛИТЕЛЕМ EDFA

СЕКЦИЯ «ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

Коннов А.В. 43
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ СИГНАЛА ВИХРЕТОКОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НАД СВАРНЫМ ШВОМ СТАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА

Таскаев С.В., Ховайло В.В., Скоков К.П., Бучельников В.Д., Пелленен А.П., Ульянов М.Н., Батаев Д.С., Максимова А.И. 44
МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ Nd И Sm, ПОДВЕРГНУТЫХ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Абдрахманова Л.Р., Самарбаева Г.И. 45
ИЗУЧЕНИЕ ДВУМЕРНЫХ СУПЕРИОННЫХ ПРОВОДНИКОВ CUCRS₂ И CUCRSE₂

Байжанова Г.Х., Котышева И.Ю. 46
ТЕКСТУРА ЦИНКОВЫХ ПОКРЫТИЙ ПОСЛЕ КОРРОЗИИ

Габдрахманова Л.А. 47
ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЛАКСАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОМ КОБАЛЬТЕ

Файзуллина А.М. 48
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ЧАСТИЦ КОБАЛЬТИТА ЛИТИЯ LiCoO₂

Ильясов Р.Р., Автократова Е.В., Валеев И.Ш., Ситдиков О.Ш., Маркушев М.В. 49
ОБ ЭФФЕКТЕ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО НАГРЕВА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ХОЛОДНОКАТАНОГО АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА 1570С

- Ильясов Р.Р., Автократова Е.В., Маркушев М.В.** 50
ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ШВА ПРИ СВАРКЕ ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ ЛИТЕЙНОГО И ДЕФОРМИРУЕМОГО АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ
- Тимиров Ю.И., Скалдин О.А., Гареева Е.Р., Каюмов И.Р.** 51
ВЛИЯНИЕ ХИРАЛЬНОГО ДОПАНТА НА СТРУКТУРУ НЕМАТОХОЛЕСТЕРИЧЕСКИХ КАПЕЛЬ
- Важенина В.В., Мировщикова В.А.** 52
КИНЕТИКА ТВЕРДОФАЗНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СИСТЕМЕ ПОЛИТИТАНАТ КАЛИЯ - $Fe_2(SO_4)_3$
- Валитова Э.В., Лутфуллин Р.Я., Мухаметрахимов М.Х.** 53
СВАРКА ДАВЛЕНИЕМ НИКЕЛЕВОГО СПЛАВА ХН58МБЮД В УСЛОВИЯХ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СВЕРХПЛАСТИЧНОСТИ
- Габдуллин А.Н., Ишембетов Р.Х., Ногай А.С.** 55
ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕРМО-ЭДС ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $Cu_2S_{0.5}Se_{0.5}$, $Cu_2S_{0.15}Se_{0.85}$, $Cu_2S_{0.85}Se_{0.15}$
- Давлетшина А.Д.** 56
ЗОННАЯ СТРУКТУРА ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ ХАЛЬКОГЕНИДОВ МЕДИ И СЕРЕБРА
- Габидуллин Т.Р., Ишембетов Р.Х., Нурахметов Т.Н.** 58
ЭЛЕКТРОННЫЙ ЭФФЕКТ ЗЕЕБЕКА В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРАХ $Cu_2S_{0.25}Te_{0.75}$, $Cu_2S_{0.5}Te_{0.5}$
- Чалая О.А., Курьлева Ю.Н.** 59
ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ СИЛИКАТ-АНТИМОНАТОВ СТРОНЦИЯ ПРИ КОМНАТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ
- Халилова Г.Г., Ишембетов Р.Х., Кутербеков К.Т.** 60
ЭЛЕКТРОННАЯ ПРОВОДИМОСТЬ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $Cu_2S_{0.25}Te_{0.75}$, $Cu_2S_{0.5}Te_{0.5}$
- Швец К.С., Халикова Г.Р., Трифонов В.Г.** 61
ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ И ПОСЛЕДУЮЩЕГО ОТЖИГА НА СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ И СВОЙСТВА АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АК21

- Акчурина А.Г., Каравасева М.В., Абрамова М.М.** 62
ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ВСЕСТОРОННЕЙ КОВКОЙ И ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА МИКРОСТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОДШИПНИКОВОЙ СТАЛИ 110Х18М-ШД
- Корзникова Е.А.** 64
ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ НА СПЛОШНОСТЬ ДВУМЕРНОГО НАНОКРИСТАЛЛА В ПРОЦЕССЕ ДЕФОРМАЦИИ СДВИГОМ
- Корзникова Е.А.** 65
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЕФОРМАЦИИ НАНОЛЕНТЫ ГРАФЕНА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЩЕЛЕВОГО ДИСКРЕТНОГО БРИЗЕРА
- Корзникова Е.А., Сергеев С.Н., Ишдавлетова Л.Н.** 66
ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ И МИКРОТВЕРДОСТИ ЛАТУНИ Л60 ПОСЛЕ КРУЧЕНИЯ ПОД ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ
- Мажитова Ф., Ишембетов Р.Х., Кутербеков К.Т.** 67
ЭЛЕКТРОННАЯ ПРОВОДИМОСТЬ И ТЕРМО-ЭДС $Cu_2Se_{0.25}Te_{0.75}$
- Мунасипов А.З., Ишембетов Р.Х., Кутербеков К.Т.** 68
ЭЛЕКТРОННАЯ ПРОВОДИМОСТЬ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $Cu_2S_xSe_{1-x}$ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ ФЕРМИ И РАЗМЕРОВ ЗЕРЕН
- Мунасипов А.З., Ишембетов Р.Х., Кутербеков К.Т.** 69
ЭЛЕКТРОННАЯ ПРОВОДИМОСТЬ ПОЛУПРОВОДНИКОВ $Cu_2S_{0.15}Se_{0.85}$, $Cu_2S_{0.85}Se_{0.15}$
- Слобода А.А., Астанин В.В.** 70
ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ШТАМПОВКИ В УСЛОВИЯХ СВЕРХПЛАСТИЧНОСТИ
- Шакиров Р., Ишембетов Р.Х., Нурахметов Т.Н.** 71
ВЛИЯНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАНИЯ НА ЭЛЕКТРОННУЮ ПРОВОДИМОСТЬ ПОЛУПРОВОДНИКА $Cu_2S_{0.5}Se_{0.5}$
- Неустроев А.С.** 72
ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОНИЦАЕМОСТЬ КОМПОЗИТОВ СРАА/KDP

Грешняков В.А. 73
СТРУКТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СВОЙСТВА
АЛМАЗОПОДОБНЫХ ФАЗ C-SA12 И Si-SA12

Уракаев Б., Балапанов М.Х., Ногай А.С. 74
ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕРМО-ЭДС
ОКСИДА $Ba_{0.5}Sr_{0.5}Co_{0.8}Fe_{0.2}O_{3-\delta}$

Хазгалиев Р.Г., Мухаметрахимов М.Х., Шаяхметов Р.У. 75
СВАРКА ДАВЛЕНИЕМ ТИТАНОВОГО СПЛАВА С НЕРЖАВЕЮЩЕЙ
СТАЛЬЮ ЧЕРЕЗ НИКЕЛЕВУЮ ПРОСЛОЙКУ

Конкин Д.А., Литвинов Р.В. 76
ФОРМИРОВАНИЕ ЛЕВООРИЕНТИРОВАННОЙ СРЕДЫ В РАСТВОРЕ
ТИМОЛОВЫЙ СИНИЙ В ИЗОПРАПОНОЛЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ
ФОКУСИРОВАННОГО ЛАЗЕРНОГО ПУЧКА

Хасанова Г.Ф., Валиахметов О.Р., Галеев Р.М., Мулюков Р.Р. 77
СТРУКТУРА СПЛАВА Zr-2,5%Nb, СФОРМИРОВАННАЯ МЕТОДОМ
ВСЕСТОРОННЕЙ ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ КОВКИ

Шакиров Р., Ишембетов Р.Х., Ногай А.С. 78
ИОННАЯ ПРОВОДИМОСТЬ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ТРОЙНЫХ
ХАЛЬКОГЕНИДОВ $Cu_2S_{0.15}Se_{0.85}$, $Cu_2S_{0.85}Se_{0.15}$, $Cu_2S_{0.5}Se_{0.5}$

СЕКЦИЯ «НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОСИСТЕМЫ»

Мухтаров И.А. 79
ХИМИЧЕСКИЕ СЕНСОРЫ НА ОСНОВЕ НАНОПОЛИМЕРНЫХ ПЛЁНОК

Кулбакова А., Гареева З.В. 80
ДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФЕРРИТА ВИСМУТА КАК
МАГНОННОГО КРИСТАЛЛА

Салихов Т.Р. 81
ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА НОВЫХ ПОЛИМЕРАХ

Мухаметгалина А.А., Самигуллина А.А. 82
ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ С РАЗЛИЧНОЙ
АМПЛИТУДОЙ НА МИКРОСТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ
СВОЙСТВА УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТОГО НИКЕЛЯ

Габбасов Р.Ф., Гареева З.В., Серегин С.В., Дорошенко Р.А. 83
ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА МАГНИТНУЮ
ВОСПРИИМЧИВОСТЬ НАНОКЕРАМИКИ ИТТРИЙ-ЖЕЛЕЗИСТОГО
ГРАНАТА

Басырова Р.М. 84
ВЛИЯНИЕ КРИОГЕННОЙ ПРОКАТКИ И ПОСЛЕДУЮЩЕГО
СТАРЕНИЯ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ МЕЖКРИСТАЛЛИТНОЙ
КОРРОЗИИ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА Д16

Беленкова Т.А., Чернов В.М. 85
СЛОЕВАЯ СТРУКТУРА ПОЛИМОРФОВ ГРАФИНА

Бухалов А.В., Беленков Е.А. 86
МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИБРИДНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР ИЗ
 $SP+SP^3$ ГИБРИДИЗИРОВАННЫХ АТОМОВ

Коченгин А.В., Беленков Е.А. 87
МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ РАЗНОВИДНОСТЕЙ
ГРАФЕНОВЫХ СЛОЕВ

Новых К.В., Невгод В.С., Саптарова Л.А., Беленков Е.А. 88
МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ КРИСТАЛЛОВ ГРАФИНА

Ахтарьянов Г.Ф., Гареева З.В. 89
ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ В ПЛЕНКАХ ФЕРРИТА ВИСМУТА

Султангужина А.Б., Букреева К.А. 90
ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА НЕОДНОРОДНУЮ УПРУГУЮ
ДЕФОРМАЦИЮ НАНОПЛЕНКИ ИЗ СПЛАВОВ NiAl И FeAl

Терегулова Р.Х. 91
СРАВНЕНИЕ ТВЕРДОСТИ ПО БЕРКОВИЧУ СО СТАНДАРТНЫМИ
МЕТОДАМИ ЕЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Янбеков Э. М. 92
ИОННО-ПЛАЗМЕННЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК
МЕТАЛЛА

Букреева К.А. 93
НЕОДНОРОДНОРОДНАЯ УПРУГАЯ ДЕФОРМАЦИЯ НАНОПЛЕНКИ И
НАНОВОЛОКНА ИЗ СПЛАВОВ NiAl И FeAl

Поленов С.А., Галиев А.Ф. 94
КВАНТОВЫЕ ТОЧКИ РbS В ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЕ

Зайнитдинова Р.М., Массалимов И.А. 94
ОБРАЗОВАНИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЫ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ПОЛИСУЛЬФИДОВ И ИХ БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Юсупов А.Р., Тамеев А.Р., Ванников А.В. 96
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА CELIV И МЕТОДА, ОСНОВАННОГО НА ТОКАХ, ОГРАНИЧЕННЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫМ ЗАРЯДОМ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПОДВИЖНОСТИ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛАХ

Зимовец И.А. 97
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ДИОДЕ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРЫ N+-SI/N-SI:ER/P+-SI ПРИ ОБРАТНОМ СМЕЩЕНИИ

Самсонов М., Ахметшин Б., Массалимов И.А., Ильясова Р.Р. 98
ПОЛУЧЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИ АКТИВИРОВАННОГО И НАНОДИСПЕРСНОГО ГЕМАТИТА И ИХ АДСОБЦИОННЫЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Зарипова Л. Р., Зайнитдинова Р.М., Массалимов И.А. 99
РОСТРЕГУЛИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА НАНОДИСПЕРСИИ СЕРЫ И ГЕМАТИТА

Шайхинурова А.Р., Аминова Н.А., Массалимов И.А., Боева М.К. 100
СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ В ВОДНОЙ СУСПЕНЗИИ

Абдрахманов Н.И. 101
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИТА НА ПОЛИСУЛЬФОНЕ

СЕКЦИЯ «ГЕОФИЗИКА»

Якин М.В. 102
МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГИС В ПРОЦЕССЕ ДОБЫЧИ НЕФТИ

Исламов Д.Ф. 103

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ В МНОГОПЛАСТОВОЙ СКВАЖИНЕ

Хашпер А. Л., Линд Ю. Б. 105
ПРОГРАММНОЕ РАСПОЗНАВАНИЕ ДАННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН

Яруллин А.Р. 106
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХФАЗНОГО НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОГО ПОТОКА НА ГИДРОСТЕНДЕ

Гафуров А.И. 108
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СКВАЖИН КАДЫРОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Нафикова Р.А. 109
АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ БВОДНИВШИХСЯ СКВАЖИН

Бухаров А.Р. 110
ЗАВИСИМОСТЬ ГЛУБИНЫ ТОЧКИ ИНВЕРСИИ ОТ ПРИЕМИСТОСТИ СКВАЖИНЫ

Романов В.В., Рахматуллин И.И. 112
МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ЕСТЕСТВЕННЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ СИГНАЛОВ НАД НЕФТЕГАЗОВЫМИ ЗАЛЕЖАМИ

Романов В.В., Рахматуллин И.И. 113
ОБРАБОТКА ЗАПИСЕЙ МИКРОСЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ

Гатауллин Р. М., Азаров П.П. 114
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ «НЕДОВСКРЫВШИХ» СКВАЖИН

Гараев М.Р. 116
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЛИ ВОДЫ ПРИ ИЗВЕСТНОМ УРОВНЕ ЖИДКОСТИ В СТВОЛЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ

Хабиров Т.Р. 117
ОСОБЕННОСТИ РАССЛОЕННОГО РЕЖИМА ТЕЧЕНИЯ В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЕ

Зарипов А.Р., Сушко Б.К. 118
ИЗМЕРЕНИЕ СВЯЗАННОЙ ВОДЫ КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ В МАТЕРИАЛЕ КЕРНА

Акчурин Р.З. 119
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ПЛАСТЕ ПРИ ИСПЫТАНИИ СКВАЖИНЫ

Шабрина Ю. А. 121
УТОЧНЕНИЕ СЕЙСМОГЕОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НИЖНЕГО КАРБОНА НА ОСНОВЕ ИНВЕРСИИ ДАННЫХ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ 3D В КУБЫ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Афанасьев Д.К. 123
ОПРЕДЕЛЕНИЕ БОЛЬШИХ СКОРОСТЕЙ ПОТОКА ЖИДКОСТИ В НАГНЕТАТЕЛЬНЫХ СКВАЖИНАХ ПО ИЗМЕРЕНИЯМ ТЕРМОДЕБИТОМЕРОМ

Шарипов А.М. 125
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВНУТРИПЛАСТОВОГО ГОРЕНИЯ В СЛУЧАЕ ОДНОРОДНОГО И ИЗОТРОПНОГО ПЛАСТА

Белошицкий Т.А. 126
ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РОСТ КРИСТАЛЛОВ ГАЗОВОГО ГИДРАТА

Альмухаметов Ф.Ф., Гайнанов И.М. 127
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕФТЕНАСЫЩЕННОЙ МОДЕЛИ ПОРИСТОЙ СРЕДЫ ОТ КОЭФФИЦИЕНТА ПОРИСТОСТИ

Алачев А.Р., Ишемгулов А.А. 128
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕФТЕНАСЫЩЕННОГО КЕРНА

СЕКЦИЯ «ПРИКЛАДНАЯ ФИЗИКА»

Юмагулова Ю.А., Рафикова Г.Р. 129
СНИЖЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ ПАРОГАЗОВОЙ СМЕСИ ВСЛЕДСТВИЕ КОНДЕНСАЦИИ ПРИ КОНТАКТЕ С ЖИДКОСТЬЮ

Юмагулова Ю.А., Калимуллин И.Р. 130
ДИНАМИКА ДАВЛЕНИЯ ЖИДКОСТИ В ЗАМКНУТОМ ОБЪЕМЕ ПРИ ЕЕ ЗАМЕРЗАНИИ

Чиглинцева А.С., Русинов А.А., Шепелькевич О.А. 131
К ПРОБЛЕМЕ РАЗРАБОТКИ ГАЗОГИДРАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Хузин М.А. 132
КОНТРОЛЬ КОНУСО- И ГРЕБНЕОБРАЗОВАНИЯ МЕТОДОМ ЗАКАЧКИ ОТОРОЧКИ ПРЕСНОЙ ВОДЫ НИЖЕ ВОДОНЕФТЯНОГО КОНТАКТА

Фатхуллина Ю.И., Мусин А.А. 134
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЧ ПОЛЯ НА ЭМУЛЬСИОННУЮ КАПЛЮ В ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КООРДИНАТАХ

Асалхузина Г.Ф. 135
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛЕЙ ДАВЛЕНИЯ В ЭЛЕМЕНТАХ РАЗРАБОТКИ В НИЗКОПРОНИЦАЕМЫХ КОЛЛЕКТОРАХ

Белова О.В. 136
К ТЕОРИИ НЕЛИНЕЙНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ С ПРЕДЕЛЬНЫМ ГРАДИЕНТОМ ДАВЛЕНИЯ

Тазетдинов Б.И. 137
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ГАЗОГИДРАТА В ФИЛЬТРАЦИОННОМ РЕЖИМЕ

Нурiev Р.И. 138
ЗАДАЧА О ПРИТОКЕ К СКВАЖИНЕ С ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫМИ ТРЕЩИНАМИ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА

Каримова И.М. 139
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ АДСОРБЦИИ В ПОИСТОЙ СРЕДЕ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОНИЦАЕМОСТИ

Насыров А. А., Чиглинцева А.С. 140
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАПОЛНЕНИЯ КУПОЛА–ЛОВУШКИ УГЛЕВОДОРОДНЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

Фазлытдинов Р.Ф. 141

МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОФАЗНЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА VOF	
Шарифуллина А.Ш.	142
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПЛОСКУЮ МЕЖФАЗНУЮ ГРАНИЦУ РАЗДЕЛА ЖИДКОСТЬ-ПАР ДВУХФАЗНОЙ ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ СИСТЕМЫ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ	
Кашапова Л.В.	143
ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА МЕЖФАЗНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ	
Каракинова А.И.	144
МОДЕЛЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН В ПОРИСТЫХ СРЕДАХ, НАСЫЩЕННЫХ ГАЗОМ	
Ишкин Д.З.	145
АНАЛИЗ ДАННЫХ ПО ФИЛЬТРАЦИОННЫМ ЭКСПЕРИМЕНТАМ С НЕЛИНЕЙНОЙ ФИЛЬТРАЦИЕЙ ПРИ ЗАКАЧКЕ ВОДЫ В СВЕРХНИЗКОПРОНИЦАЕМЫЙ КОЛЛЕКТОР	
Альмухаметова А.Р., Мирошниченко В.Ю., Сельтикова Е.В.	147
ТЕЧЕНИЕ ВОДОУГЛЕВОДОРОДНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ В МИКРОКАНАЛАХ ПЕРЕМЕННОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ	
Сельтикова Е.В. Мирошниченко В.Ю.	148
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ НА ПРИМЕРЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО АДГЕЗИИ ТРОМБОЦИТОВ	
Хисамов А.А.	149
РАЗРАБОТКА САЙТА КАФЕДРЫ ПФ: ФИЗИКА+ENGLISH	
Литвинова Э.Н.	150
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕХМЕРНОГО ДВИЖЕНИЯ ОБЛАКА ТЯЖЕЛОГО ГАЗА	
Карпей Т.В, Зиннатуллина Л.Д., Саметов С.П.	151
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПУЗЫРЬКОВ В ГЛИЦЕРИНЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПОЛЯ	

Бухмастова С.В., Хисамов А.А.	152
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЧ ПОЛЯ НА ВОДУ (H ₂ O) И ГЕПТАН (C ₇ H ₁₆)	
Закирова Г.А.	153
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОТАИВАНИЯ МЕРЗЛОГО ГРУНТА ПОД ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫМИ СЛОЯМИ	
Харитонов И.В.	155
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ НЕФТИ В ТРУБОПРОВОДЕ	
СЕКЦИЯ «МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ»	
Шушпанова Н.Л., Михайлов С.Н., Исмаилов Р.Н.	156
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТИВНЫХ КУРСАХ ШКОЛЬНОЙ АСТРОНОМИИ	
Сафин Д.Р.	157
ПРОБЛЕМА ИЗУЧЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ВУЗЕ	
Баймуратова Г.У.	158
МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ПРАВИЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ РЕЧИ	
Валитова А.Ф.	159
ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ТИПА КАК СРЕДСТВО ПОДГОТОВКИ УЧАЩИХСЯ К НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
Гильманова М.Л.	160
РОЛЬ И МЕСТО ДОМАШНИХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ	
Каримов И.И., Акманова Г.Р.	161
ПОСТАНОВКА ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО МЕХАНИКЕ «ИЗУЧЕНИЕ МОМЕНТОВ ИНЕРЦИИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕЛ»	
Кузибаева А.А.	162
ГРАФИЧЕСКИЙ СПОСОБ РЕШЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ	
Земсков М.	163

К ПОСТАНОВКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ В КАДЕТСКИХ ШКОЛАХ

Гайнутдинова А.Н. 164
ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВ АСТРОФИЗИКИ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

Кулбакова А.К. 165
ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВЫДАЮЩИХСЯ РОССИЙСКИХ УЧЕНЫХ

Гафуров И.Г., Сарваров Р.Т., Гафуров А.И. 167
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВЫПРЯМЛЕНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

ХИМИЯ

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИЧЕСКАЯ И КВАНТОВАЯ ХИМИЯ»

Еникеева Л.В. 168
МОДЕЛИРОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ТИТАНОСИЛИКАТОВ В РЕАКЦИИ РАЗЛОЖЕНИЯ ПЕРЕКИСИ ВОДОРОДА

Байбулова Г.Ш., Галиев А.Ф., Жданов Э.Р., Калимуллина Л.Р. 169
КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАДМОЛЕКУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ ТОНКИХ СУБМИКРОННЫХ ПЛЕНОК ПОЛИДИФЕНИЛЕНФТАЛИДА

Борисова Н.С., Терентьев А.О., Хамитов Э.М., Зимин Ю.С. 170
КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСО-ОБРАЗОВАНИЯ 6-МЕТИЛУРАЦИЛА С ЯНТАРНОЙ И ФУМАРОВОЙ КИСЛОТАМИ

Калимуллина Л.Р., Нафикова Е.П., Лачинов А.Н., Байбулова Г.Ш., Жданов Э.Р., Чижов Ю.В. 172
ОЦЕНКА СРОДСТВА К ЭЛЕКТРОНУ ПРОИЗВОДНЫХ ХИНОНА ПО ДАННЫМ РАСЧЕТОВ МЕТОДОМ ФУНКЦИОНАЛА ПЛОТНОСТИ

Муштакова С.П., Перфилова О.А., Бурмистрова Н.А., Вакулин И.В. 173
АНАЛИЗ ГРАНИЧНЫХ ОРБИТАЛЕЙ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ СТРУКТУРЫ ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ЗОНДА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ H_2O_2

Муштакова С.П., Перфилова О.А., Бурмистрова Н.А., Вакулин И.В. 174

КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОТОНИРОВАНИЯ НА ТУШЕНИЕ ФОТОИНДУЦИРОВАННОГО ПЕРЕНОСА ЭЛЕКТРОНОВ ВО ФЛУОРЕСЦЕНТНЫХ ЗОНДАХ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ H_2O_2

Файзуллина Р.Р. 175
ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОТОНИРОВАННЫХ ФОРМ АМИКАЦИНА С ОЛИГОМЕРАМИ ХИТОЗАНА

Шаяхметова Р.Х., Хамитов Э.М. 176
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА САМОСБОРКИ 5-ГИДРОКСИ-6-МЕТИЛУРАЦИЛА

СЕКЦИЯ «ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ»

Борисова О.И., Ушмарин Н.Ф., Кольцов Н.И. 177
ВЛИЯНИЕ ЭТАНОЛАМИНОВ НА ТЕПЛОАГРЕССИВОСТОЙКОСТЬ РЕЗИН НА ОСНОВЕ БУТАДИЕН-НИТРИЛЬНЫХ КАУЧУКОВ

Дашкина Э.Ф., Кузьмичева Е.О., Прочухан К.Ю., Прочухан Ю.А. 178
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ Р-30 И СРАВНЕНИЕ ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТИ С АНАЛОГИЧНЫМИ ПАВ

Гурина М.С., Чернова В.В. 180
ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА ХИТОЗАНА В ПРИСУТСТВИИ АНТИБИОТИКА АМИКАЦИНА.

Галина А.Р. 181
РЕОЛОГИЯ РАСТВОРОВ ХИТОЗАНА В УКСУСНОЛЙ КИСЛОТЕ

Диниахметова Д.Р., Фризен А.К. 182
О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ФУЛЛЕРЕНА C_{60} С ПОЛИСТИРОЛЬНЫМИ РАДИКАЛАМИ

Каримова Р.Д. 183
ИЗУЧЕНИЕ СТЕПЕНИ ПРОТОНИРОВАНИЯ РАСТВОРОВ ХИТОЗАНА В РАЗЛИЧНЫХ КИСЛОТАХ

Крупеня И.В., Лаздин Р.Ю., Валиев Д.Р. 184
БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ ПЛЁНКИ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНА НИЗКОЙ ПЛОТНОСТИ, МОДИФИЦИРОВАННОГО ХИТОЗАНОМ

Назарова А.Ю., Шарипова Э.А., Хайруллина А.И. 185
КОМПОЗИЦИЯ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН НА
ОСНОВЕ ПРОДУКТОВ ДЕСТРУКЦИИ ХИТОЗАНА И ЕГО
ПРОИЗВОДНЫХ

Lazdin R.Yu, Chernova V.V. 186
THE SIGNIFICANCE OF OBTAINING MEDICINAL PREPARATIONS
FROM BIODEGRADABLE CHITOSAN-BASED SYSTEMS

Опаркин А.В., Шиян Д.А., Улитин Н.В., Дебердеев Т.Р. 187
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА В РЕАКТОРЕ СМЕШЕНИЯ ПРИ
ПРОТЕКАНИИ RAFT-ПОЛИМЕРИЗАЦИИ СТИРОЛА

**Салимгареева Д.С., Габитов И.Т., Ахметханов Р.М., Черезова Е.Н.,
Мукменева Н.А.** 188
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФЕНОЛЬНЫХ СТАБИЛИЗАТОРОВ ПРИ
ДЕСТРУКЦИИ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА

**Дебердеев Р.Я., Широких Е.Б., Улитин Н.В., Терещенко К.А.,
Дебердеев Т.Р.** 189
ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ
ОЛИГОМЕРНОЙ СЕРЫ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ
ГИДРОАКУСТИЧЕСКОЙ КАВИТАЦИИ

**Улитин Н.В., Терещенко К.А., Сидельникова В.А., Набиев Р.Р.,
Дебердеев Р.Я.** 190
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ И МОЛЕКУЛЯРНО-МАССОВЫХ
ХАРАКТЕРИСТИК БУТИЛКАУЧУКА, ПОЛУЧЕННОГО В ТРУБЧАТОМ
ТУРБУЛЕНТНОМ РЕАКТОРЕ

**Терещенко К.А., Улитин Н.В., Набиев Р.Р., Шиян Д.А., Дебердеев Т.Р.,
Дебердеев Р.Я.** 191
МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФОРМАЛИЗМ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА
БУТИЛКАУЧУКА В ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ПОСТАНОВКЕ ЗАДАЧИ

Туктарова И.Ф., Кулиш Е.И. 193
ФЕРМЕНТАТИВНЫЙ ГИДРОЛИЗ ХИТОЗАНА В ПРИСУТСТВИИ
АМИКАЦИНА СУЛЬФАТА

СЕКЦИЯ «ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Аминова Э.К., Михайлова Н.Н., Казакова А.Н. 194
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АМИНОВ С ПОЛИГАЛОГЕНЦИКЛОПРОПАНАМИ

**Гайнетдинова Л.М., Мухаметьянова А.Ф., Сергеева Н.А., Сахаутдинов
И.М.** 195
1,3- ДИПОЛЯРНОЕ ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЕ ДИАЗОМЕТАНА С
МЕТИЛ-4-(N-ФТАЛИЛ) БУТА-2,3-ДИЕНОАТА В СРЕДЕ ТГФ.

**Гимадиева А.Р., Фаттахов А.Х., Туйгунова Ф.З., Мустафин А.Г.,
Абдрахманов И.Б.** 196
СИНТЕЗ КОНЬЮГАТА ФТОРУРАЦИЛ-1-ИЛУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ С
ГЛИЦИНОМ

Выдрин В.А., Галкина Ю.А., Кравченко А.А., Ишмуратов Г.Ю. 197
ОКИСЛЕНИЕ ТЕРПЕНОВЫХ КЕТОНОВ ПО БАЙЕРУ-ВИЛЛИГЕРУ
НАДМУРАВЬИНОЙ КИСЛОТОЙ

Гарифуллина Л.Р., Легостаева Ю.В. 199
ОЗОНОЛИТИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ (-)- α -ПИНЕНА В УКСУСНОЙ
КИСЛОТЕ И В СИСТЕМЕ УКСУСНАЯ КИСЛОТА-ВОДА

Гибадуллина Г.Г., Гумеров А.М., Маликова Р.Н., Сахаутдинов И.М. 200
1,2-ДИЕНОАТЫ НА ОСНОВЕ N-ФТАЛИЛ- α , β , γ - АМИНОКИСЛОТ ПРИ
КОНВЕКЦИОННОМ НАГРЕВЕ В ВОДЕ

Калимуллина А.А., Вафина Г.Ф., Галин Ф.З. 201
СИНТЕЗ (16*R*,20*R*)-4-ИЗОПРОПИЛ-16,20-ДИМЕТИЛ-9-ОКСО-6-
(СУЛЬФООКСО)ГЕПТАЦИКЛО[10.8.0.0^{3,7}.0^{4,11}.0^{5,10}.0^{8,12}.0^{15,20}]ИКОЗАН-16-
КАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ

**Биглова Ю.Н., Торосян С.А., Михеев В.В., Мустафин А.Г.,
Мифтахов М.С.** 202
НОВЫЙ ФУЛЛЕРЕНСОДЕРЖАЩИЙ МОНОМЕР ДЛЯ МЕТАТЕЗИСНОЙ
ПОЛИМЕРИЗАЦИИ

**Насибуллина Г.В., Кулабухов В.Е., Ишмуратова Н.М.,
Яковлева М.П.** 203
СИНТЕТИЧЕСКОЕ «МАТОЧНОЕ ВЕЩЕСТВО» КАК СРЕДСТВО ДЛЯ
ДЛИТЕЛЬНОГО МИРНОГО СОЖИТЕЛЬСТВА ДВУХ МАТОК В
ПЧЕЛОВСЕМЬЕ

Сяхов Р.Р., Матвеев Е.А., Расулов А.З., Вакулин И.В., Галипов Р.Ф. 205
КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИНТЕЗОВ
ПРОСТАГЛАНДИНА dI-PGF_{2α}

Гарифуллина Л.Р., Легостаева Ю.В., Ишемгулова Э.В. 207
ЭФФЕКТИВНЫЙ СИНТЕЗ (R)-3-ГИДРОКСИНОНАНОВОЙ КИСЛОТЫ –
МИКРОКОМПОНЕНТА ПЛАЗМЫ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА – ИЗ
КАСТОРОВОГО МАСЛА

Сагадиев Р.Ф., Вафина Г.Ф., Галин Ф.З. 208
СИНТЕЗ НОВОГО ГЛИКОЗИДА НА ОСНОВЕ 6-
ГИДРОКСИКАРКАСНОГО ПРОИЗВОДНОГО ХИНОПИМАРОВОЙ
КИСЛОТЫ

Петрова П.Р., Ковальская А.В., Цыпышева И.П. 209
3-БРОМ-12-N-МЕТИЛЦИТИЗИН В РЕАКЦИИ ХЕКА

Тухватшин В.С., Аллагулова А.В. 210
ЭПОКСИД (R)-4-МЕНТЕН-3-ОНА В РЕАКЦИИ С ГИДРОХЛОРИДОМ
ГИДРОКСИЛАМИНА

СЕКЦИЯ «АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Бапанина Г.Н., Бадикова А.Д. 211
ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ
ДОБЫЧИ НЕФТИ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ НЕФТЕХИМИИ

**Галяутдинова А.А., Бадикова А.Д., Кудашева Ф.Х.,
Галяутдинов А.А. 212**
НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИМИДАЗОЛИНИЕВЫХ
СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА
РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

**Grigoryeva A.V., Valinurova E.R., Kudasheva F.H., Kamaltdinov I.M.,
Mavletov M.V. 213**
STUDY OF COMPLEXES OF CHROMIUM WITH DIPHENYL CARBAZIDE
ON THE ACTIVATED CARBON FIBERS SURFACE

Григорьева А.В., Низамиева Э.Р., Бажина С.А., Валинурова Э.Р. 214
КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА
МОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКНАХ В
ДИНАМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ

Зильберг Р.А., Сидельников А.В. 215
ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ РЕГИСТРАЦИИ ВОЛЬТАМПЕРОГРАММ
АРОМАТИЧЕСКИХ НИТРОСОЕДИНЕНИЙ НА
МОДИФИЦИРОВАННЫХ СУЭ НА ВЕЛИЧИНЫ ТОКОВ

Зильберг Р.А., Сидельников А.В. 216
ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ НИТРОСОЕДИНЕНИЙ НА
СТЕКЛОУГЛЕРОДНЫХ ЭЛЕКТРОДАХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ
ПОЛИАРИЛЕНФТАЛИДКЕТОНАМИ

**Крымова А.З., Бикмеев Д.М., Сидельников А.В., Кудашева Ф.Х.,
Майстренко В.Н. 217**
ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА С
ТРУБЧАТЫМ ЭЛЕКТРОДОМ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ
СПИРТСОДЕРЖАЩИХ РАСТВОРОВ В ПОТОКЕ ЖИДКОСТИ

**Кутлугильдина А.З., Бикмеев Д.М., Сидельников А.В., Кудашева Ф.Х.,
Майстренко В.Н. 218**
ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ МОТОРНЫХ МАСЕЛ
ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Сарварова А.Ф., Ширяева Р.Н. 219
ВЛИЯНИЕ РЕАГЕНТА ОКН НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
ГЕРАСИМОВСКОЙ НЕФТИ

Султанова А.Х., Валинурова Э.Р. 220
ИЗУЧЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИКИ АДСОРБЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ
СОЕДИНЕНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ УГЛЕРОДНОГО ВОЛОКНА,
МОДИФИЦИРОВАННОГО МЕЛАМИНОМ.

Сухарева Д.А. 220
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МЕЗОСТРУКТУРИРОВАННОГО
СИЛИКАТА МСМ-41

Шаяхметова С.Т. 222
СИНДИОТАКТИЧЕСКИЙ – 1,2 ПОЛИБУТАДИЕН КАК НОВАЯ
НЕПОДВИЖНАЯ ФАЗА В ХРОМАТОГРАФИИ

Ялалова Р.А., Бадикова А.Д., Кудашева Ф.Х. 223
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА НАБУХАНИЯ ГЛИН КОМПОНЕНТА
БУРОВОГО РАСТВОРА

СЕКЦИЯ «ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

- Арсланбаева Г.А., Ильясова Р.Р.** 225
НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ СЕРЫ ИЗ ПОЛИСУЛЬФИДОВ
- Гайнуллина Ю.Ю., Гуськов В.Ю., Кудашева Ф.Х.** 226
ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПОРИСТЫХ ПОЛИМЕРНЫХ СОРБЕНТОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ УРАЦИЛОМ
- Гариева Г.Ф., Павлова И.Н.** 227
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОСТАБИЛЬНОСТИ ИОНООБМЕННЫХ ФОРМ ЦЕОЛИТА L5X МЕТОДОМ ИК – СПЕКТРОСКОПИИ
- Горшунова К.К., Сергеев А.Г., Травкина О.С.** 228
ВЛИЯНИЕ ИОННОГО ОБМЕНА НА АДСОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПОРОШКООБРАЗНОГО ЦЕОЛИТА ТИПА OFF
- Ганиева А.Г., Гуськов В.Ю., Кудашева Ф.Х.** 230
РАЗРАБОТКА МЕТОДА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ МИКРОПРИМЕСЕЙ НА ПОВЕРХНОСТИ АДСОРБЕНТОВ
- Гончаренко Е.А.** 231
ФРАКТАЛЬНЫЕ КЛАСТЕРЫ В НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЙ КОМПОЗИЦИОННОЙ КЕРАМИКЕ
- Исхакова Н.З., Гарифуллина Г.Г., Герчиков А.Я.** 233
ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК α - НАФТИЛАМИНА И УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНГИБИРОВАНИЯ НИТРОКСИЛЬНЫМ РАДИКАЛОМ
- Храмцова К.А., Ярополова Е.А.** 234
АНАЛИЗ МЕТОДИК ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ ПАРАФИНОВ В НЕФТЯХ
- Исхакова Н.З., Гарифуллина Г.Г., Герчиков А.Я.** 235
ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК КИСЛОТ НА ИНГИБИРУЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ НИТРОКСИЛЬНЫХ РАДИКАЛОВ
- Кутлугильдина Г.Г., Аннамередова М.М., Зиннатуллина Д.К., Зимин Ю.С.** 236

ОКИСЛЕНИЕ АРАБИНОГАЛАКТАНА ОЗОН-КИСЛОРОДНОЙ СМЕСЬЮ И ЕГО КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ С УРАЦИЛАМИ

- Набиуллин И.Р., Лачинов А.Н., Корнилов В.М.** 237
ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО БАРЬЕРА НА ГРАНИЦЕ МЕТАЛЛ/ПОЛИМЕР ПРИ СТРУКТУРНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЯХ В МЕТАЛЛАХ
- Назарова Д.Ф., Ильясова Р.Р.** 238
НАНОРАЗМЕРНЫЙ ГЕМАТИТ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ
- Пугачева С.Е., Долиннина А.С., Балмашнов М.А.** 239
ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ПРОДУКТА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ КАДМИЯ И МЕДИ В РАСТВОРЕ ХЛОРИДА НАТРИЯ
- Скобелкина А.В., Долиннина А.С., Горлушко Д.А., Гондарев А.А.** 240
ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ЭЛЕКТРОЛИТА НА ПРОЦЕСС ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ КАДМИЯ
- Тихонова М.В., Гарифуллина Г.Г., Герчиков А.Я., Спивак С.И.** 241
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРИОДА ИНДУКЦИИ В РЕАКЦИИ ИНГИБИРОВАННОГО ОКИСЛЕНИЯ Н-ДЕКАНА
- Хайруллина В.Р., Трынкина В.С., Таипов И.А., Герчиков А.Я., Зарудий Ф.С.** 242
МОДЕЛИРОВАНИЕ АКТИВНОГО ЦЕНТРА 5-ЛИПОКСИГЕНАЗЫ
- Хайруллина Л.Р., Насретдинова Р.Н., Зимин Ю.С.** 245
ОКИСЛЕНИЕ 6-МЕТИЛУРАЦИЛА ОЗОН- КИСЛОРОДНОЙ СМЕСЬЮ
- Хайруллина Л.Р., Насретдинова Р.Н., Зимин Ю.С.** 246
ХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ В РЕАКЦИИ ОЗОНА С УРАЦИЛАМИ
- Хайруллина В.Р., Таипов И.А., Васильев М.Н., Ишмухаметова А.Р., Герчиков А.Я., Зарудий Ф.С.** 246
МОДЕЛИРОВАНИЕ АКТИВНОГО ЦЕНТРА ГЕМОПРОТЕИНОВ НА ПРИМЕРЕ ПЕРОКСИДАЗНОГО ЦЕНТРА ЦИКЛООКСИНАЗА-1
- Шарипова Г.М., Ахатова Г.Р., Герчиков А.Я.** 248
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ 5-БРОМУРАЦИЛА С ПЕРОКСИДОМ ВОДОРОДА.

СЕКЦИЯ «МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ»

- Латыпова Э.Р. 249
ПРЕПОДАВАНИЕ «ПИЩЕВОЙ ХИМИИ» СТУДЕНТАМ
СПЕЦИАЛЬНОСТИ «СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ»
- Гарифуллина Г.Г., Насретдинова Р.Н. 249
ОСОБЕННОСТИ ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ
- Гарифуллина Г.Г., Кот Н.А. 251
УЧАСТИЕ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ФАКУЛЬТЕТА В ОЛИМПИАДАХ
ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
- Латыпова Э.Р., Тухватшин В.С. 252
ПРЕПОДАВАНИЕ «АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ» СТУДЕНТАМ
ИНЖЕНЕРНОГО ФАКУЛЬТЕТА ПО НАПРАВЛЕНИЮ «УПРАВЛЕНИЕ
КАЧЕСТВОМ»
- Ильина Е.Л., Ильясова Р.Р. 253
МЕТОДЫ ХИМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ
- Ляпина А.Р. 254
О НЕКОТОРЫХ НЕКОРРЕКТНО СОСТАВЛЕННЫХ ЗАДАНИЯХ ЕГЭ.
- Яубасаров Н.Р., Ильясова Р.Р. 255
СОВРЕМЕННЫЕ КОНЦЕПЦИИ ИЗУЧЕНИЯ КУРСА ХИМИИ В
СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

МАТЕМАТИКА

СЕКЦИЯ «КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ И ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ»

- Хабибуллина Э.Б. 256
ДВОЙСТВЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ВЫПУКЛЫХ ФУНКЦИЙ
- Багаутдинова А.Р., Луценко А.В., Луценко В.И. 257
ОЦЕНКИ ДЛЯ ВЕСОВЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ НОРМ ПРОИЗВОДНЫХ
АНАЛИТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ЗАДАННЫХ НА ОДНОСВЯЗНЫХ
ОБЛАСТЯХ С КУСОЧНО-ГЛАДКОЙ ГРАНИЦЕЙ
- Гайсин А. М., Бикбова Р.А. 258

К-ПОРЯДОК РЯДА ДИРИХЛЕ

- Богданова А.Ф., Луценко В.И., Мамбеткулова И.Г. 259
ЭКВИВАЛЕНТНОСТЬ ВЕСОВЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ НОРМ
ГАРМОНИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ И ИХ ПРОИЗВОДНЫХ, ЗАДАННЫХ
НА ОДНОСВЯЗНЫХ ОБЛАСТЯХ С КУСОЧНО-ГЛАДКОЙ ГРАНИЦЕЙ
- Гайсин Р.А. 260
ОБ УСЛОВИИ КВАЗИАНАЛИТИЧНОСТИ КЛАССА КАРЛЕМАНА ДЛЯ
СЛАБО РАВНОМЕРНЫХ ОБЛАСТЕЙ
- Нуртдинов Р.Р. 261
ИССЛЕДОВАНИЕ КРАТНОСТИ СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ
ДВУМЕРНОЙ ЗАДАЧИ НА ПОЛУПОЛОСЕ
- Талипова Г.Р. 262
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НУЛЕЙ ЦЕЛЫХ ФУНКЦИЙ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ
НА РОСТ ВДОЛЬ ВЕЩЕСТВЕННОЙ ОСИ
- Юнусов А.А., Юлмухаметов Р.С. 263
АППРОКСИМАЦИЯ СУБГАРМОНИЧЕСКИХ СЛАБЫХ ВЕСОВ

СЕКЦИЯ «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ»

- Суюндукова Э.С. 264
ПРИЗНАКИ СИНХРОНИЗАЦИИ НА СУБГАРМОНИКАХ В МОДЕЛИ
ДУФФИНГА
- Тошмуродова Д.Р., Картак В.В. 264
ИНВАРИАНТЫ УРАВНЕНИЯ КЛАССА 10 СПИСКА ГАМБЬЕ
- Бобков В.Е. 265
АСИМПТОТИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ ВЕТВЕЙ ОСНОВНЫХ
СОСТОЯНИЙ ДЛЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
- Кучкарова А.Н., Гайдамак О.Г., Псарева А.А. 267
ПОСТРОЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ ФУНКЦИИ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ
СМЕШАННОГО ТИПА
- Хакимова А.Р. 268
ИНТЕГРИРУЕМЫЕ ДИСКРЕТНЫЕ УРАВНЕНИЯ

Хакимова А.Р. 269
ПОИСК ИНТЕГРАЛОВ ДИСКРЕТНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ЯКОБИ

Юрьева А.М. 270
ИНВАРИАНТЫ УРАВНЕНИЯ КЛАССА 5 СПИСКА ГАМБЬЕ

СЕКЦИЯ «СПЕКТРАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ ОПЕРАТОРОВ»

Нугаева И.Г. 271
СОБСТВЕННЫЕ ФУНКЦИИ И СОБСТВЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ОДНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ В ПОЛОСЕ

СЕКЦИЯ «МЕХАНИКА»

Абрамова О. А , Иткулова Ю.А 272
ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ И РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭМУЛЬСИЙ МЕТОДОМ ГРАНИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Гильманова Г.И. 273
МОДЕЛИРОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОГО ПОЛЯ ДЛЯ ЧИСТОЙ ЖИДКОСТИ

Горбушин Н.А. 274
ФРАГМЕНТАЦИЯ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ ПРИ СОУДАРЕНИИ С ЖЕСТКОЙ ПРЕГРАДОЙ

Назмутдинов А.Ф., Назмутдинов А.Ф. 275
ДВУХФАЗНОЕ ТЕЧЕНИЕ ВОЗДУХА И ВОДЫ В ШИРОКОЙ ЩЕЛИ В ОДНОМЕРНОМ ПРИБЛИЖЕНИИ

Новиков А.В., Сафина Г.Ф. 276
СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ РОТОРА С ВИБРОГАСИТЕЛЕМ

Сафина Г.Ф. 277
К ЕДИНСТВЕННОСТИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЛОПАТОК ТУРБИНЫ С БАНДАЖОМ

Султанаев Я.Т., Ахтямов А. М., Султанова Э.И. 278

К ОБОБЩЕНИЮ ТЕОРЕМЫ РАЗРЕШИМОСТИ И.М. ГАСЫМОВА И Б.М. ЛЕВИТАНА НА СЛУЧАЙ НЕРАСПАДАЮЩИХСЯ КРАЕВЫХ УСЛОВИЙ

Cherdantsev M.I. 279
HOMOGENISATION OF PERIODIC COMPOSITE ELASTIC PLATES

Якупова Э.Р. 280
ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ БАКЛИ-ЛЕВЕРЕТТА О ДВУХФАЗНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

СЕКЦИЯ «ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ»

Богданова М.А., Арасланова Д.И, Понеделькина И.Ю., Губайдуллин И.М., Сафин Р.Р. 281
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРИАДНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ЗВЕНЬЕВ В ПОЛИСАХАРИДНОЙ ЦЕПИ

Закеева Г.Н. 282
КОМПЬЮТЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В ЭЛЕКТРОЛИЗЕРАХ

Каюмова Э.Х., Сафина Г.Ф. 283
ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД В ПОЛУЧЕНИИ ЧАСТОТНОГО УРАВНЕНИЯ ДЛЯ ВАЛА С ПЯТЬЮ ДИСКАМИ

Морозкин Н.Н. 284
ВЛИЯНИЕ ВЕЛИЧИНЫ КРИТЕРИЯ БИО НА ТОЧНОСТЬ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ НАГРЕВА.

Шарипов Р.А. 285
СИММЕТРИЙНЫЙ ПОДХОД К ЗАДАЧЕ О СОВЕРШЕННОМ КУБОИДЕ

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И СТАТИСТИКА»

Исмагилова А.С. 286
ИНДЕКСАЦИЯ ВЕРШИН ГРАФА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ МАРШРУТОВ СЛОЖНЫХ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Сафина И.И. 287

МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ КРЕДИТОСПОСОБНОСТИ
ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ

Д.В. Берзина, С.А. Мустафина 288
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ
РЕАКЦИИ С УЧЕТОМ ПАРАМЕТРА ДЕЗАКТИВАЦИИ КАТАЛИЗАТОРА

Иванова Е.А., Сафина Г.Ф. 289
МОДЕЛИРОВАНИЕ В ДИАГНОСТИРОВАНИИ ЖЕСТКОСТЕЙ
ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ОПОР РОТОРА

Исмагилова А.С., Хабибуллина Э.Б. 290
ТЕОРЕТИКО-ГРУППОВАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ В ОБРАТНЫХ ЗАДАЧАХ
ХИМИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ

Cherdantseva Y.V., Hilton J. 291
THE EVOLUTION OF INFORMATION SECURITY GOALS FROM THE
1960S TO TODAY FROM THE CIA-TRAID TO THE INFOSEC OCTAVE

Аксенова З.Ф., Ахтямов А.М. 291
ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ТУПИКОВЫХ
ВЕРШИНАХ СТРУННОГО ГРАФА

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКОНОМИКЕ»

Газизова К.А. 293
ПОВЕДЕНИЕ АГЕНТОВ-ПРЕДПРИЯТИЙ В РАМКАХ АГЕНТ-
ОРИЕНТИРОВАННОЙ МОДЕЛИ ГОРОДА

Рамазанова Р.Р. 294
ОБЗОР АКТУАЛЬНЫХ ЗАДАЧ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ

Хашпер Б.Л., Можчиль А.Ф. 295
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО ПРИ ОЦЕНКЕ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИОБРЕТЕНИЯ ЛИЦЕНЗИОННЫХ УЧАСТКОВ

СЕКЦИЯ «МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ»

Лысенко Д.В. 296
РАЗРАБОТКА ИГРОВЫХ ПРОГРАММ КАК МОТИВАЦИЯ К
ИЗУЧЕНИЮ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Научное издание

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ

Тезисы докладов
VI Международной школы-конференции
для студентов, аспирантов и молодых ученых

9-13 октября 2013 г.
г. Уфа

*Редактор А.Ф. Файзуллина
Корректор А.И. Николаева*

*Лицензия на издательскую деятельность
ЛР № 021319 от 05.01.99 г.*

Подписано в печать 7.10.2013 г. Формат 60x84/16.
Усл. печ. л. 17,48. Уч.-изд. л. 19,79.
Тираж 150 экз. Изд. № 175. Заказ 11а.

*Редакционно-издательский центр
Башкирского государственного университета
450076, РБ, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32.*

*Отпечатано на множительном участке
Башкирского государственного университета
450076, РБ, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32.*