

ISSN 2308-4804

SCIENCE AND WORLD

International scientific journal

№ 2 (66), 2019, Vol. I

Founder and publisher: Publishing House «Scientific survey»

The journal is founded in 2013 (September)

Volgograd, 2019

UDC 53:51+54+67.02+631+551
LBC 72

SCIENCE AND WORLD

International scientific journal, № 2 (66), 2019, Vol. I

The journal is founded in 2013 (September)
ISSN 2308-4804

The journal is issued 12 times a year

The journal is registered by Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications, Information Technology and Mass Communications.

Registration Certificate: III № ФС 77 – 53534, 04 April 2013

Impact factor of the journal «Science and world» – 0.325 (Global Impact Factor 2013, Australia)

EDITORIAL STAFF:

Head editor: Musienko Sergey Aleksandrovich

Executive editor: Manotskova Nadezhda Vasilyevna

Lukienko Leonid Viktorovich, Doctor of Technical Science

Borovik Vitaly Vitalyevich, Candidate of Technical Sciences

Dmitrieva Elizaveta Igorevna, Candidate of Philological Sciences

Valouev Anton Vadimovich, Candidate of Historical Sciences

Kislyakov Valery Aleksandrovich, Doctor of Medical Sciences

Rzaeva Aliye Bayram, Candidate of Chemistry

Matvienko Evgeniy Vladimirovich, Candidate of Biological Sciences

Kondrashihin Andrey Borisovich, Doctor of Economic Sciences, Candidate of Technical Sciences

Authors have responsibility for credibility of information set out in the articles.

Editorial opinion can be out of phase with opinion of the authors.

Address: Russia, Volgograd, Angarskaya St., 17 «G»

E-mail: info@scienceph.ru

Website: www.scienceph.ru

Founder and publisher: Publishing House «Scientific survey»

УДК 53:51+54+67.02+631+551
ББК 72

НАУКА И МИР

Международный научный журнал, № 2 (66), 2019, Том 1

Журнал основан в 2013 г. (сентябрь)
ISSN 2308-4804

Журнал выходит 12 раз в год

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

**Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС 77 – 53534 от 04 апреля 2013 г.**

Импакт-фактор журнала «Наука и Мир» – 0.325 (Global Impact Factor 2013, Австралия)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор: Мусиенко Сергей Александрович
Ответственный редактор: Маноцкова Надежда Васильевна

Лукиенко Леонид Викторович, доктор технических наук
Боровик Виталий Витальевич, кандидат технических наук
Дмитриева Елизавета Игоревна, кандидат филологических наук
Валуев Антон Вадимович, кандидат исторических наук
Кисляков Валерий Александрович, доктор медицинских наук
Рзаева Алия Байрам, кандидат химических наук
Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук
Кондрашихин Андрей Борисович, доктор экономических наук, кандидат технических наук

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

Адрес редакции: Россия, г. Волгоград, ул. Ангарская, 17 «Г»
E-mail: info@scienceph.ru
www.scienceph.ru

Учредитель и издатель: Издательство «Научное обозрение»

CONTENTS

Physical and mathematical sciences

<i>Aksenyushkina Ye.V.</i> SOLVING THE PROBLEM OF SAVINGS EXPENDITURE OPTIMIZATION	8
<i>Blinov A.P.</i> ON OSCILLATION OF AN ELASTIC PENDULUM ON A CONE.....	12
<i>Verkholomov V.K.</i> THE CRITICAL SURFACE TENSION OF WETTING AND ITS CONNECTIONS WITH SURFACE SPECIFICATIONS ON THE INTERPHASE BOUNDARIES	15
<i>Egamberdiyev B.E., Mallayev A.S., Mirshomilova M.A., Rakhimova N.M.</i> THE EFFECT OF ANNEALING ON A CRYSTAL STRUCTURE OF SILICON SURFACE DOPED BY NICKEL IONS.....	19

Chemical sciences

<i>Bobojanova M.M., Sharipov A.T., Aminov S.N.</i> QUALITATIVE AND QUANTITATIVE ANALYSIS OF ALLTROMBOSEPIN INJECTION.....	24
<i>Makhmudov F.T., Efendiyeva Sh.Z., Aliyeva V.Kh., Ragimli M.A., Abbasov M.A.</i> SORPTION EQUILIBRIUM OF ION EXCHANGE OF SOME NON-FERROUS METALS ON NATURAL AND SYNTHETIC SORBENTS.....	28
<i>Khazikhanova B.Kh.</i> DISSOLUTION RATE OF BORATES (INYOITE, HYDROBORACITE, INDERITE) IN THE PROPIONIC ACID SOLUTIONS.....	32

Technical sciences

<i>Abdrakhmanova N.B., Eselkhanova G.A.</i> THE SERVING OUT OF MILK TO WORKERS IN HARMFUL LABOUR CONDITIONS	35
<i>Bekeyeva S.A., Yesbenbetova J.H., Nurgaziyeva A.E.</i> ADAPTATION POTENTIAL OF DRIVERS OF THE LARGE DUMP TRUCKS IN MINING INDUSTRY	37
<i>Jumagulova N.G., Nurgaziyeva A.E.</i> IMPROVING THE SYSTEM OF ADVANCED TRAINING AND ASSESSMENT OF KNOWLEDGE ON SAFETY AND LABOR PROTECTION	40
<i>Kuanyshtbayev Zh.M., Arpabekov M.I., Zhanabayeva Sh.</i> CONFIDENCE LIMITS OF CRYPTOCURRENCY FEATHERCOIN IN THE INTERMODAL CONNECTION.....	43
<i>Metaksa G.P., Metaksa A.S., Bolenov E.M.</i> PINE NUTS LIGNIN IN COLD NUCLEAR FUSION (CNF) PROCESSES	50
<i>Metaksa G.P., Oryngozhin E.S., Alisheva Zh.N., Metaksa A.S., Bolenov E.M.</i> SOME FEATURES OF SYNTHESIS OF CHEMICAL ELEMENTS BY MEANS OF BIOLOGICALLY ACTIVE SOLUTIONS (BAR).....	53

Metaksa G.P., Metaksa A.S.
TECHNICAL STUDY ON THE CREATION
IN KAZAKHSTAN OF ROAD SURFACES FROM THE WASTE..... 57

Solomanichev M.A.
MATHEMATICAL SIMULATION OF THE CONTROL SYSTEM
OF THE INTERCONNECTED ELECTRIC DRIVE OF THE BATCHING MACHINE
PROVIDING STABILIZATION OF FABRIC WINDING DENSITY INTO A ROLL 61

Sukharnikov Yu., Bunchuk L., Dzhusupov S., Anarbekov K., Kablanbekov A.
PRODUCTION OF THE STABLE-COMPOSITION
SILICA-CARBON MATERIAL FROM RICE HULLS 66

Agricultural sciences

Karipov R.Kh.
THE INFLUENCE OF RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES
OF SOIL TILLAGE ON WATER REGIME OF DARK-CHESTNUT SOIL 72

Khalmanov N., Elmurodova M.
EFFECT OF GREEN MANURE APPLICATION ON SOIL FERTILITY,
GROWTH, DEVELOPMENT AND YIELD OF COTTON IN TYPICAL
SANDY LOAM SIEROZEM SOIL CONDITIONS OF ZARAFSHAN VALLEY 75

Earth sciences

Zhangozhina G.M., Talzhanov S.A., Dosmakhov S.M., Kozhakmetova L.T.
ANTHROPOGENIC CHANGE IN THE AQUATIC
ENVIRONMENT OF THE NURA RIVER BASIN (MID-20TH CENTURY) 78

СОДЕРЖАНИЕ

Физико-математические науки

<i>Аксенюшкина Е.В.</i> РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ РАСХОДА СБЕРЕЖЕНИЙ.....	8
<i>Блинов А.П.</i> О КОЛЕБАНИЯХ УПРУГОГО МАЯТНИКА НА КОНУСЕ.....	12
<i>Верхолотов В.К.</i> КРИТИЧЕСКОЕ ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ СМАЧИВАНИЯ И ЕГО СВЯЗИ С ПОВЕРХНОСТНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НА ГРАНИЦАХ РАЗДЕЛА ФАЗ.....	15
<i>Эгамбердиев Б.Э., Маллаев А.С., Миршомилова М.А., Рахимова Н.М.</i> ВЛИЯНИЕ ОТЖИГА НА КРИСТАЛЛИЧЕСКУЮ СТРУКТУРУ ПОВЕРХНОСТИ КРЕМНИЯ, ЛЕГИРОВАННОГО ИОНАМИ НИКЕЛЯ.....	19

Химические науки

<i>Бобожанова М.М., Шарипов А.Т., Аминов С.Н.</i> КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ИНЪЕКЦИИ АЛЛТРОМБОСЕПИНА	24
<i>Махмудов Ф.Т., Эфендиева Ш.З., Алиева В.Х., Рагимли М.А., Аббасов М.А.</i> СОРБЦИОННОЕ РАВНОВЕСИЕ ОБМЕНА ИОНОВ НЕКОТОРЫХ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ НА ПРИРОДНЫХ И СИНТЕТИЧЕСКИХ СОРБЕНТАХ	28
<i>Хазиханова Б.Х.</i> СКОРОСТЬ РАСТВОРЕНИЯ БОРАТОВ (ИНЬОИТА, ГИДРОБОРАЦИТА, ИНДЕРИТА) В РАСТВОРАХ ПРОПИОНОВОЙ КИСЛОТЫ.....	32

Технические науки

<i>Абдрахманова Н.Б., Еселханова Г.А.</i> ВЫДАЧА МОЛОКА РАБОТНИКАМ, ЗАНЯТЫМ ВО ВРЕДНЫХ УСЛОВИЯХ ТРУДА.....	35
<i>Бекеева С.А., Есбенбетова Ж.Х., Нургазиева А.Е.</i> АДАПТАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ВОДИТЕЛЕЙ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	37
<i>Джумагулова Н.Г., Нургазиева А.Е.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ И ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ ПО ВОПРОСАМ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ТРУДА	40
<i>Куанышбаев Ж.М., Арпабеков М.И., Жанабаева Ш.</i> ДОВЕРИТЕЛЬНЫЕ ГРАНИЦЫ КРИПТОВАЛЮТЫ FEATHERCOIN В ИНТЕРМОДАЛЬНОМ СООБЩЕНИИ	43
<i>Метакса Г.П., Метакса А.С., Боленов Е.М.</i> ЛИГНИН КЕДРОВЫХ ОРЕХОВ В ПРОЦЕССАХ ХОЛОДНОГО ЯДЕРНОГО СИНТЕЗА (ХЯС)	50
<i>Метакса Г.П., Орынгожин Е.С., Алишева Ж.Н., Метакса А.С., Боленов Е.М.</i> НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ РАСТВОРОВ (БАР).....	53

Метакса Г.П., Метакса А.С.
ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СОЗДАНИЯ
В КАЗАХСТАНЕ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ ОТХОДОВ 57

Соломаничев М.А.
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ ВЗАИМОСВЯЗАННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ НАКАТНОЙ МАШИНЫ,
ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ СТАБИЛИЗАЦИЮ ПЛОТНОСТИ НАМОТКИ ТКАНИ В РУЛОН..... 61

Сухарников Ю., Бунчук Л., Джусупов С., Анарбеков К., Кабланбеков А.
ПОЛУЧЕНИЕ КРЕМНЕУГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА
СТАБИЛЬНОГО СОСТАВА ИЗ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ..... 66

Сельскохозяйственные науки

Карипов Р.Х.
ВЛИЯНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ
ПОЧВЫ НА ВОДНЫЙ РЕЖИМ ТЕМНО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ 72

Халманов Н., Элмуродова М.
ВЛИЯНИЕ ВНЕСЕНИЯ СИДЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ НА ПЛОДОРОДИЕ
ПОЧВ, РОСТ, РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ХЛОПКА В ТИПИЧНОМ
СУПЕСЧАНОМ СЕРОЗЁМЕ В УСЛОВИЯХ ДОЛИНЫ ЗАРАВШАНА 75

Науки о земле

Жангожина Г.М., Талжанов С.А., Досмахов С.М., Кожакметова Л.Т.
АНТРОПОГЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ВОДНОЙ СРЕДЫ
БАССЕЙНА РЕКИ НУРА (СЕРЕДИНА XX ВЕКА)..... 78

УДК 517.977

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ РАСХОДА СБЕРЕЖЕНИЙ

Е.В. Аксеньюшкина, кандидат физико-математических наук, доцент
Байкальский государственный университет (Иркутск), Россия

***Аннотация.** В работе изучается задача оптимального управления, связанная с поиском стратегии потребления при условии полного расхода сбережений в течение планового периода с целью получения максимальной суммарной полезности потребления с учетом инфляции. Решение задачи оптимизации сбережений проводится в рамках принципа максимума для степенной функции полезности потребления. Рассматриваемая задача допускает аналитическое решение в зависимости от соотношений между параметрами модели. В результате получены оптимальные программы потребления (расхода денежных средств) в плане максимизации функционала полезности.*

***Ключевые слова:** оптимальное управление, функция полезности потребления, принцип максимума, оптимальный режим потребления.*

Рассмотрим линейную задачу оптимального управления, которую наиболее естественно интерпретировать как модель оптимизации сбережений [2]

$$\Phi(u) = \int_0^T e^{-\alpha t} g(u(t)) dt \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$\dot{x} = \rho x - u, \quad x(0) = x_0, \quad x(T) = 0$$

$$u(t) \geq 0, \quad t \in [0, T].$$

Здесь $x(t)$ – денежный капитал (сбережения); $u(t)$ – интенсивность потребления (объем расходов); $g(u)$ – функция полезности потребления; α – параметр дисконтирования (инфляция); ρ – банковская депозитная ставка (параметр роста сбережений).

Функцию полезности потребления $g(u)$, $u \geq 0$ определим следующими условиями:

- 1) $g(0) = 0$,
- 2) $g(u)$ строго возрастает для $u \geq 0$,
- 3) $g(u)$ строго вогнутая дифференцируемая функция в области $u \geq 0$.

Управление $u(t)$, $t \in [0, T]$ считаем кусочно-непрерывной функцией с условием неотрицательности.

Таким образом, задача (1) заключается в поиске такой стратегии потребления $u(t)$ с условием полного расхода сбережений $x(t)$ в течение планового периода $[0, T]$, чтобы обеспечить максимум суммарной полезности потребления $\Phi(u)$ с учетом инфляции.

Рассмотрим терминальное условие $x(T) = 0$. Согласно формуле Коши для фазового уравнения, имеем

$$x(t) = e^{\rho t} \left(x_0 - \int_0^t e^{-\rho \tau} u(\tau) d\tau \right), \quad t \in [0, T].$$

Следовательно,

$$x(T) = 0 \quad \Leftrightarrow \quad \int_0^T e^{-\rho t} u(t) dt = x_0 .$$

Проведем анализ задачи на основе принципа максимума.
Введем функцию Понтрягина

$$H(\psi, x, u) = \psi(\rho x - u) + g(u)$$

и образуем сопряженное уравнение

$$\dot{\psi} = \alpha \psi - H_x = (\alpha - \rho) \psi .$$

Его решение имеет вид

$$\psi(t) = \psi_0 e^{(\alpha - \rho)t}, \quad t \in [0, T],$$

где $\psi_0 = \psi(0)$, $\psi_0 \neq 0$.

Определим H – максимизирующее управление для $\psi = \psi(t)$

$$u_*(t, \psi_0) = \arg \max_{u \geq 0} (g(u) - \psi_0 e^{(\alpha - \rho)t} u), \quad t \in [0, T], \quad \psi_0 \neq 0.$$

Отметим, что в случае $\psi_0 < 0$ функция $g(u) - \psi_0 e^{(\alpha - \rho)t} u$ не ограничена сверху в области $u \geq 0$, поэтому $u_*(t, \psi_0) = \infty$, что не допустимо по смыслу задачи (1).

Сформулируем основное утверждение.

Принцип максимума. Для оптимальности управления $u_*(t) \geq 0$, $t \in [0, T]$ в задаче (1) необходимо и достаточно существование такого множителя $\psi_0^* > 0$, что выполняются условия

1. $u_*(t) = u_*(t, \psi_0^*)$, $t \in [0, T]$,

2. $\int_0^T e^{-\rho t} u_*(t) dt = x_0$.

Отсюда вытекает следующая схема решения задачи (1):

1. найти в явном виде управление $u_*(t, \psi_0)$, $t \in [0, T]$, $\psi_0 > 0$;

2. найти решение $\psi_0^* > 0$ уравнения $f(\psi_0) = x_0$ при $x_0 > 0$ (либо доказать его существование и единственность), где $f(\psi_0) = \int_0^T e^{-\rho t} u_*(t, \psi_0) dt$.

Рассмотрим конкретные реализации задачи (1) для некоторых функций $g(u)$.

Решим задачу (1) с функцией полезности

$$g(u) = \sqrt{u},$$

которая удовлетворяет условиям 1) – 3):

$$g(0) = 0; \quad g'(u) = \frac{1}{2\sqrt{u}} > 0, \quad u > 0;$$

$$g''(u) = -\frac{1}{4u\sqrt{u}} < 0, \quad u > 0.$$

Определим задачу на максимум для $\psi_0 > 0$, $t \in [0, T]$

$$\varphi(u) = \sqrt{u} - \psi_0 e^{(\alpha-\rho)t} u \rightarrow \max, \quad u \geq 0. \quad (2)$$

Целевая функция является строго вогнутой в области $u > 0$.

Найдем ее стационарную точку из условия $\varphi'(u) = 0$:

$$\frac{1}{2\sqrt{u}} - \psi_0 e^{(\alpha-\rho)t} = 0.$$

Решением этого уравнения является

$$u_*(t, \psi_0) = \frac{1}{4\psi_0^2 e^{2(\alpha-\rho)t}}, \quad t \in [0, T], \quad \psi_0 > 0.$$

Поскольку $u_*(t, \psi_0) > 0$, то получено решение задачи (2).

Для поиска ψ_0 составим уравнение

$$\frac{1}{4\psi_0^2} \int_0^T \frac{e^{-\rho t}}{e^{2(\alpha-\rho)t}} dt = x_0. \quad (3)$$

Вычислим значение интеграла

$$\int_0^T e^{(\rho-2\alpha)t} dt = \frac{e^{(\rho-2\alpha)T} - 1}{\rho - 2\alpha}, \quad \rho \neq 2\alpha.$$

В случае $\rho = 2\alpha$, значение интеграла равно T . Таким образом, из уравнения (3) получаем

$$\frac{1}{4\psi_0^2} = \frac{x_0(\rho - 2\alpha)}{e^{(\rho-2\alpha)T} - 1}.$$

В результате оптимальное управление в задаче (1) с функцией полезности $g(u) = \sqrt{u}$ выражается по формуле

$$u_*(t) = \frac{x_0 e^{2(\rho-\alpha)t} (\rho - 2\alpha)}{e^{(\rho-2\alpha)T} - 1}, \quad \rho \neq 2\alpha, \quad t \in [0, T].$$

В случае $\rho = 2\alpha$, оптимальное управление имеет вид

$$u_*(t) = \frac{x_0 e^{2\alpha t}}{T}, \quad t \in [0, T].$$

Отметим характер оптимального потребления в зависимости от параметров α , ρ :

1. $\rho < \alpha$ – рост сбережений меньше инфляции: расходы на потребление монотонно уменьшаются с течением времени;
2. $\rho > \alpha$ – рост сбережений больше инфляции: расходы на потребление монотонно возрастают с течением времени;
3. $\rho = \alpha$ – стабильность: потребление находится на постоянном уровне.

Во всех случаях капитал $x_*(t)$, $t \in [0, T]$ уменьшается до нуля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксеньюшкина, Е.В. Построение оптимальной инвестиционной политики фирмы / Е.В. Аксеньюшкина // Известия Байкальского государственного университета. – 2017. – Т. 27, № 2. – С. 274–280. DOI: 10.17150/2500-2759.2017.27(2).274-280.
2. Беленький, В.З. Оптимизационные модели экономической динамики / В.З. Беленький. – М.: Наука, 2007. – 259 с.
3. Габасов, Р. Принцип максимума в теории оптимального управления / Р. Габасов, Ф.М. Кирилова. – М: Книжный дом «Либроком», 2011. – 272 с.
4. Дыхта, В.А. Оптимальное управление в моделях экономики / В.А. Дыхта. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2015. – 100 с.
5. Красовский, А.А. Замена Бернулли в модели Рэмзи: оптимальные траектории при ограничениях на управление / А.А. Красовский, П.Д. Лебедев, А.М. Тарасьев // Журнал вычислит. матем. и мат. физики. – 2017. – Т.57, №5. – С.768-782.
6. Понтрягин, Л.С. Математическая теория оптимальных процессов / Л.С. Понтрягин, В.Г. Болтянский, Р.В. Гамкрелидзе и др. – М.: Наука, 1983. – 392 с.
7. Срочко, В.А. Итерационные методы решения задач оптимального управления / В.А. Срочко. – М.: Физматлит, 2000. – 160 с.

Материал поступил в редакцию 05.01.19.

SOLVING THE PROBLEM OF SAVINGS EXPENDITURE OPTIMIZATION

Ye.V. Aksenyushkina, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor
Baikal State University (Irkutsk), Russia

Abstract. The paper studies the optimal control problem associated with the search for a consumption strategy, subject to the full savings expenditure during the schedule date in order to obtain the maximum total consumption utility, taking into account inflation. The solution the problem of savings optimization is carried out in the framework of the maximum principle for the power function of consumption utility. The considered problem allows an analytical solution depending on the relations between the model parameters. As a result, optimal consumption programs (expenditure of funds) were obtained in terms of maximizing utility functionality.

Keywords: optimal control, function of consumption utility, maximum principle, optimal consumption mode.

УДК 531.36

О КОЛЕБАНИЯХ УПРУГОГО МАЯТНИКА НА КОНУСЕ

А.П. Блинов, кандидат физико-математических наук
 Российский государственный аграрный университет –
 Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, Россия

Аннотация. На гладкой и неподвижной конической поверхности определяется движение маятника, подвешенного на упругом и невесомом стержне в вершине конуса в сферическом шарнире. Задача сводится к выводу обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка, описывающего траекторию маятника на конусе при заданных начальных условиях. Исследованию плоских колебаний упругого маятника посвящена статья [5], книга [6] и другие работы.

Ключевые слова: конус, потенциальные силы, ортогональная сеть.

Пусть вершина неподвижного конуса, по которому скользит маятник, расположена в начале декартовой системы координат $Oxyz$, ось z которой направлена по вектору ускорения силы тяжести \mathbf{g} (фигура).

Положение маятника на конусе зададим с помощью угла α , заключённого между плоскостью Oxz и плоскостью, проходящей через ось z и маятник (точку M), и с помощью расстояния $l = OM$ на образующей конуса (фигура).

Так как точка M лежит на линии пересечения конуса со сферой радиуса l под прямым углом, то согласно теореме Иохимстала [4] линии пересечения $\alpha = const$ и $l = const$ образуют ортогональную координатную сеть на конусе. Радиус-вектор $\mathbf{r} = \mathbf{l}$ в декартовых координатах можно записать так:

$$\mathbf{r} = l(\cos \alpha \sin \theta, \sin \alpha \sin \theta, \cos \theta) \quad (1)$$

где угол $\theta = \theta(\alpha)$ заданная дифференцируемая 2π -периодическая функция. При $\theta(\alpha) > 0$ (фигура) при $0 \leq \alpha \leq 2\pi$ конус назовём знакоопределённым. Возможны такие случаи не 2π -периодических функций $\theta(\alpha)$ без самопересечений (спиральные конусы).

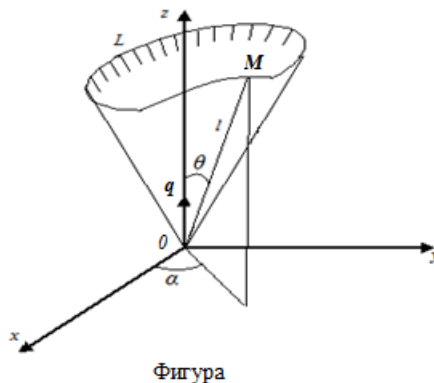
Приняв массу маятника за единицу массы, длину маятника в недеформированном состоянии l_* – за единицу длины, а величину $\sqrt{l_*g}$ за единицу времени t , запишем кинетическую энергию T и силовую функцию для маятника V в безразмерном виде и при сохранении прежних обозначений координат и параметров (за исключением, что теперь $m = 1$).

$$T = \frac{1}{2}v^2 = \frac{1}{2}(l^2 \sin^2 \theta \dot{\alpha}^2 + \dot{l}^2), \quad \dot{\alpha} = d\alpha/dt \quad (2)$$

$$V = gl \cos \theta + c \left(l - \frac{1}{2l_*} l^2 - \frac{1}{2} l_* \right) \quad (3)$$

где c – коэффициент упругости на расстоянии стержня маятника,

$$h = T - V \text{ – полная энергия маятника (интеграл системы)} \quad (4)$$



Далее, согласно методике статьи [1] и замечания на стр. 2 [3], для определения траектории маятника воспользуемся формулой (2.2) [3].

$$q'' = \frac{1}{2EG} [EE'_q - GG'_p q'^3 + (GE'_p - 2EG'_p)q' + (2GE'_q - EG'_q)q'^2] - \frac{E + Gq'^2}{2(V+h)} \left(\frac{V'_p}{E} q' - \frac{V'_q}{G} \right)$$

где в роли координат ρ, q надо использовать α и l соответственно, а E и G – коэффициенты первой квадратичной формы поверхности конуса.

$$E = (\partial r / \partial \rho)^2 = \left(\frac{\partial r}{\partial \alpha} \right)^2, G = (\partial r / \partial q)^2 = \left(\frac{\partial r}{\partial l} \right)^2 \quad (5)$$

После интегрирования уравнения (5) по начальным условиям α_0, l_0 в начальный момент времени $t = 0$ определяется траектория движения маятника и, с учетом, известной постоянной полной энергии h (4), определяется также скорость этого движения.

Замечание. Здесь переменные l и α рассматривались соответственно как «быстрая» и «медленная» переменные в смысле близком к принятому в теории усреднения, т.е. предполагается, что при некотором, одностороннем изменении (более одного раза). Это, к примеру, когда начальная составляющая скорости маятника из статического положения равновесия была направлена поперёк образующей конуса (колебания вращательного типа).

В этом случае, изменяя составляющую начальной скорости $d\alpha/dt$, можно добиться 2π -периодических по α движений.

В противоположном случае, когда α можно рассматривать как быструю, а l – как медленную переменную, надо воспользоваться формулой (1.3) [1].

В общем же случае, траекторию придется определять по кускам, используя формулы (1.2) и (1.3) [1].

Пример. Пусть $\cos \theta = a^2 \sin^2 \alpha, a^2 < 1$

Тогда в декартовых координатах вектор r и его производные имеют вид

$$r = l(\cos \alpha \sin \theta, \sin \alpha \sin \theta, \cos \theta) = l(\lambda(\alpha) \cos \alpha, \lambda(\alpha) \sin \alpha, a^2 \cos^2 \alpha)$$

где $\lambda(\alpha) = \sqrt{1 - a^4 \sin^4 \alpha}$.

$$r_\alpha = \left(\frac{\partial r}{\partial \alpha} \right) = l(-\lambda(\alpha) \sin \alpha - 4a^4 \cos^2 \alpha \sin^3 \alpha / \lambda(\alpha),$$

$$\lambda(\alpha) \cos \alpha - a^4 \sin^3 \alpha \sin 2\alpha / \lambda(\alpha), a^2 \sin 2\alpha,$$

$$r_l = \left(\frac{\partial r}{\partial l} \right) = (\lambda(\alpha) \cos \alpha, \lambda(\alpha) \sin \alpha, a^2 \sin^2 \alpha)$$

Коэффициент первой квадратичной поверхности

$$F = r_\alpha r_l = l \left[\begin{array}{l} -\frac{1}{2} \lambda^2(\alpha) \sin 2\alpha - a^4 \cos^2 \alpha \sin^2 \alpha \sin 2\alpha + \\ + \frac{1}{2} \lambda^2(\alpha) \sin 2\alpha - a^4 \sin^4 \alpha \sin 2\alpha + a^4 \sin^2 \alpha \sin 2\alpha \end{array} \right] \equiv 0$$

Тождественное равенство нулю коэффициента F следовало ожидать в силу ортогональности координат α и l .

Вычислив $F = E^2 G = \eta^2$, выражение силовой функции V и полной энергии маятника h и подставив в уравнение (5), получим (с учетом замечания после формулы (5)) уравнение траектории маятника на конусе

$$l' = \frac{1}{EG} [EE'_l - GG'_\alpha l'^3 + (GE'_\alpha - 2EG'_\alpha)l' + (2GE'_l)l'^2 - \frac{E+Gl'^2}{2(V+h)} \left(\frac{V'_\alpha}{E} l' - \frac{V'_l}{G} \right)], \quad (6)$$

где:

$$l' = \partial l / \partial \alpha, V_{\alpha}' = \partial V / \partial \alpha, V_l' = \partial V / \partial l,$$

При заданных начальных условиях l_0 и l_0' когда $\alpha = \alpha_0$ решение уравнения (6) определяет траекторию упругого маятника на конусе. Из интеграла энергии $h = T - V$ определяется скорость движения вдоль траектории в любой точке последней. Причём, если в области возможного движения $(-V) \leq h$ величина $l' = \partial l / \partial \alpha \neq \pm \infty$ при $0 \leq \alpha \leq 2\pi$, то маятник делает обход конуса, т.е. имеем движение ротационного типа. В противном случае возможны колебания в ограниченном угле $\alpha_1 \leq \alpha \leq \alpha_2$.

В последнем случае вместо уравнения (6) надо пользоваться уравнением относительно da/dl . Более подробно это изложено в статье [1].

Замечание. В некоторых случаях при $|\theta| < \pi/2$ удобно представить конус, задав его сечение плоскостью параллельной плоскости xu (вершина конуса по-прежнему совпадает с началом координат), проходящей через точку $(0,0,1)$.

Пусть проекция линии сечения конуса L_l этой плоскостью задана в полярных координатах $\rho = \rho(\alpha)$. Тогда $\theta = \arctg \rho(\alpha)$. (контур L_l в отличие от L (фигура) плоский).

Например, если проекция контура L -эллипс $x = a \cos \alpha, y = b \sin \alpha$ то

$$\theta = \arctg \sqrt{a^2 \cos^2 \alpha + b^2 \sin^2 \alpha}$$

В качестве другого примера можно взять «косой конус» [2], где $\rho = (1 + \Delta^2 \cos 2\alpha - 2\Delta \cos \alpha \sqrt{1 - \Delta^2 \sin^2 \alpha})^{1/2}$, $\Delta = const$ – смещение вершины конуса от нормали, проходящей через центр окружности – основания конуса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блинов, А.П. О движении материальной точки на поверхности / А.П. Блинов // МТТ. – 2007. – № 1.
2. Блинов, А.П. О косом столкновении частицы с упругой плёнкой / А.П. Блинов // ISSN2308 – Science and World. – 2017. – № 10.
3. Блинов, А.П. О тороидальном маятнике / А.П. Блинов // МТТ. – 2010. № 1.
4. Норден, А.П. Краткий курс дифференциальной геометрии / А.П. Норден. – Физматгиз, 1958
5. Старжинский, В.М. Об одном варианте метода определения периодических движений / В.М. Старжинский // МТТ. – 1968. – № 6. – Т. 4. – С. 46–30.
6. Старжинский, В.М. Прикладные методы нелинейных колебаний / В.М. Старжинский. – Изд. ф.-м. лит. Наука. – М., 1977. – 256 с.

Материал поступил в редакцию 17.01.19.

ON OSCILLATION OF AN ELASTIC PENDULUM ON A CONE

A.P. Blinov, Candidate of Physical and Mathematical Sciences
Russian Timiryazev State Agrarian University (Moscow), Russia

Abstract. On a smooth and stationary conical surface, the motion of the pendulum suspended on an elastic and weightless rod at the top of the cone in a spherical hinge is determined. The problem is reduced to a conclusion of the ordinary differential equation of the second order describing a trajectory of a pendulum on a cone at the set initial conditions. The article [5], book [6] and other works are devoted to the study of plane oscillations of an elastic pendulum.

Keywords: cone, potential forces, orthogonal network.

УДК 532.696.1

КРИТИЧЕСКОЕ ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ СМАЧИВАНИЯ И ЕГО СВЯЗИ С ПОВЕРХНОСТНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НА ГРАНИЦАХ РАЗДЕЛА ФАЗ

В.К. Верхоломов, кандидат технических наук
Лыткарино, Россия

***Аннотация.** На основе нового уравнения Юнга – Верхоломова краевого угла смачивания получено уравнение критического поверхностного натяжения. Установлено, что в случае смачивания неполярных твердых тел неполярными жидкостями (случай Зисмана) критическое поверхностное натяжение равно соответствующей величине поверхностной энергии твердого тела.*

***Ключевые слова:** смачивание, краевой угол смачивания, поверхностная энергия, критическое поверхностное натяжение смачивания, сила адгезии, полярная жидкость, полярное твердое тело.*

Введение

Значительный практический интерес в теории смачивания вызывает величина, называемая критическим поверхностным натяжением смачивания [1-6]. Понятие о критическом поверхностном натяжении в теорию смачивания введено Зисманом [8]. Оно основано на экспериментальных данных, которые были получены при смачивании низкоэнергетических твердых тел различными однокомпонентными низкоэнергетическими жидкостями. При этом рассматривался случай физического смачивания (отсутствие химических реакций, растворения и др.). Было получено, что при смачивании неполярных твердых тел (например, полиэтилена, тефлона) неполярными жидкостями (гомологический ряд n-алканов) косинус краевого угла возрастает при уменьшении поверхностного натяжения жидкостей. При этом получалась зависимость $\text{Cos}\theta = f(\sigma_{LV})$, близкая к линейной. Критическое поверхностное натяжение смачивания σ_C определялось, как абсцисса точки пересечения указанной зависимости с прямой $\text{Cos}\theta = 1$. Таким образом, критическое поверхностное натяжение по существу является граничной точкой, характеризующей переход от ограниченного смачивания ($\sigma_{LV} > \sigma_C$) к полному ($\sigma_{LV} \leq \sigma_C$). Было установлено также, что величина σ_C мало зависит от свойств смачивающих жидкостей, а зависит от поверхностных характеристик соответствующих твердых тел.

В настоящее время экспериментально найдены значения критического поверхностного натяжения σ_C многих твердых тел, в особенности полимеров. Химические аспекты вопроса о связи σ_C с поверхностными характеристиками твердых тел были исследованы во многих работах [3, 8]. Показано, например, что замещение водорода на хлор в молекуле полиэтилена приводит к возрастанию σ_C и, соответственно, к улучшению смачиваемости хлорзамещенных полимеров. Поэтому в настоящей работе остановимся только на физической стороне вопроса, попытаемся рассмотреть и выявить его связи с поверхностными характеристиками на границах раздела фаз при смачивании. При этом под поверхностными характеристиками на границах фаз будем понимать, как энергетические, так и силовые характеристики.

1. Связи критического поверхностного натяжения с поверхностными характеристиками на границах фаз при смачивании

Из уравнения Юнга краевого угла смачивания получается следующее соотношение, связывающее критическое поверхностное натяжение с поверхностными энергетическими характеристиками на границах фаз [6]:

$$\sigma_C = \sigma_{SV} - \sigma_{SL}, \quad (1)$$

где σ_{SV} , σ_{SL} – поверхностные энергии на границах фаз твердое тело/пар и твердое тело/жидкость соответственно.

Некоторые исследователи были склонны отождествлять σ_C с σ_{SV} , но сам Зисман был более осторожным и указывал, что σ_C пропорционально σ_{SV} , так как не был уверен, что $\sigma_{SL} = 0$.

Как нам представляется, наибольшая ясность в вопросе связи критического поверхностного натяжения с поверхностными характеристиками на границах фаз получается, если вместо термодинамического подхода к процессу смачивания и уравнения Юнга использовать механический подход и новое уравнение Юнга – Верхоломова краевого угла смачивания. При этом будут рассмотрены следующие четыре случая:

- I. Смачивание полярного твердого тела полярными жидкостями.
- II. Смачивание полярного твердого тела неполярными жидкостями.
- III. Смачивание неполярного твердого тела полярными жидкостями.
- IV. Смачивание неполярного твердого тела неполярными жидкостями (случай Зисмана).

При этом первый случай является общим, а остальные – частными. Рассмотрим последовательно эти случаи.

1.2. Смачивание полярного твёрдого тела полярными жидкостями

Из нового уравнения Юнга – Вероломова краевого угла смачивания [7]

$$\text{Cos}\theta_0 = (2\sigma_A - \sigma_{LV}) / \sigma_{LV} \tag{2}$$

получается следующее уравнение для определения величины критического поверхностного натяжения в общем виде:

$$\sigma_C = \sigma_{LV}^d + \sigma_{LV}^p = \sqrt{\sigma_{SV}^d \sigma_{LV}^d} + \sqrt{\sigma_{SV}^p \sigma_{LV}^p} = \sigma_A, \tag{3}$$

где $\sigma_{SV}^d, \sigma_{LV}^d$ – дисперсионные составляющие поверхностных энергий на границах твёрдое тело/пар и жидкость/пар соответственно; $\sigma_{SV}^p, \sigma_{LV}^p$ – полярные составляющие поверхностных энергий на границах твёрдое тело/пар и жидкость/пар соответственно.

Таким образом, из уравнения (3) следует важный вывод о том, что как в общем, так и в частных случаях величина критического натяжения *всегда* равна соответствующей силе адгезии (курсив автора). Можно отметить, что в отличие от величины свободной поверхностной энергии, сохраняющей постоянное значение для конкретного твёрдого тела ($\sigma_{SV} = \text{Const}$) возникающая при смачивании сила адгезии зависит от энергетических характеристик и твёрдого тела, и жидкости. Поэтому при смачивании конкретного твёрдого тела разными жидкостями сила адгезии будет переменной величиной ($\sigma_A = \text{var}$).

Рассмотрим связь критического поверхностного натяжения σ_C с поверхностной энергией σ_{SV} на примере конкретного твёрдого тела. В качестве такого фиксированного полярного тела примем пластик поливинилфторид ($\sigma_{SV}=36,7; \sigma_{SV}^d=31,3; \sigma_{SV}^p= 5,4$ мДж/м²), а неполярного тела – парафин ($\sigma_{SV}=25,4$ мДж/м²) [6]. В качестве полярных жидкостей были приняты: вода ($\sigma_{LV}=72,6; \sigma_{LV}^d=21,8; \sigma_{LV}^p=50,8$ мДж/м²), этиленгликоль ($\sigma_{LV}=48; \sigma_{LV}^d=29; \sigma_{LV}^p=19$ мДж/м²), диметилсилоксан ($\sigma_{LV}=19; \sigma_{LV}^d=16,9; \sigma_{LV}^p=2,1$ мДж/м²). Неполярные жидкости: н-гептан ($\sigma_{LV}=18,4$ мДж/м²), циклогексан ($\sigma_{LV}=25,5$ мДж/м²), декалин ($\sigma_{LV}=29,9$ мДж/м²) [2].

Для определения величины σ_C в каждом случае был использован расчётный метод, который можно назвать «методом гипотетических жидкостей». Он заключается в следующем. Для каждой из вышеперечисленных жидкостей получают ряд гипотетических жидкостей. Например, гипотетические жидкости на основе воды получают следующим образом. Зафиксируем одну из составляющих поверхностного натяжения и будем изменять другую составляющую таким образом, чтобы получить равенство по уравнению (3). Но при этом каждая гипотетическая жидкость должна оставаться полярной. Результаты расчета для ряда на основе воды приведены в табл. 1.

Таблица 1

Жидкости на основе воды ($\sigma_{LV}^d=21,8$ мДж/м²=Const)

$\sigma_{LV}^p, \text{мДж/м}^2$	30	20	15	13	12,6
$\sigma_A, \text{мН/м}$	38,8	36,6	35,2	34,6	34,4
$\sigma_{LV}, \text{мДж/м}^2$	51,8	41,8	36,8	34,8	34,4
$\text{Cos}\theta$	0,5	0,751	0,913	0,987	1

Как следует из табл., для ряда полярных жидкостей на основе воды критическое поверхностное натяжение составило $\sigma_C=34,4$ мН/м. Аналогичные результаты были получены для рядов других полярных жидкостей. На рис. 1 приведены графики зависимостей $\text{Cos}\theta=f(\sigma_{LV})$ для рассмотренных рядов жидкостей.

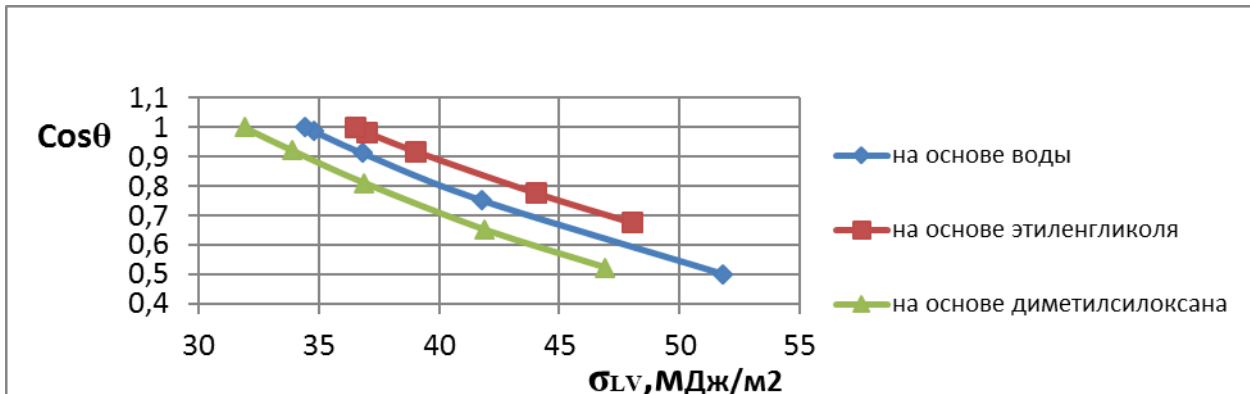


Рис. 1. Зависимости $\text{Cos}\theta = f(\sigma_{LV})$ для поливинилфторида

В табл. 2 представлены значения критических поверхностных натяжений.

Таблица 2

Критические поверхностные натяжения для поливинилфторида

Полярные жидкости	На основе воды	На основе этиленгликоля	На основе диметилсилоксана
σ_C , мН/м	34,4	36,5	31,9

Таким образом, полученные результаты показывают, что в общем случае смачивания полярного твёрдого тела полярными жидкостями отсутствует однозначная зависимость между σ_C и σ_{SV} : для каждого полярного тела можно получить множество значений σ_C .

1.2. Смачивание полярного твёрдого тела неполярными жидкостями

В этом случае поверхностные энергии неполярных жидкостей будут: $\sigma_{LV} = \sigma_{LV}^d$; $\sigma_{LV}^p = 0$. При подстановке этих значений в уравнение (3) получим

$$\sigma_C = \sigma_{LV} = \sqrt{\sigma_{SV}^d \sigma_{LV}} \quad (4)$$

Отсюда

$$\sigma_C = \sigma_{SV}^d. \quad (4')$$

Таким образом, в этом случае критическое поверхностное натяжение равно дисперсионной составляющей твёрдого тела

1.3. Смачивание неполярного твёрдого тела полярными жидкостями

В этом случае имеем: $\sigma_{SV} = \sigma_{SV}^d$; $\sigma_{SV}^p = 0$. При подстановке этих значений в общее уравнение критического поверхностного натяжения (3) получим следующее выражение:

$$\sigma_C = \sigma_{LV}^d + \sigma_{LV}^p = \sqrt{\sigma_{SV} \sigma_{LV}^d} = \sigma_A. \quad (5)$$

Отсюда можно получить соотношение для σ_{SV}

$$\sigma_{SV} = \sigma_C^2 / \sigma_{LV}^d = (\sigma_{LV}^d + \sigma_{LV}^p)^2 / \sigma_{LV}^d. \quad (5')$$

Полученные выражения не показывают явную однозначную зависимость между σ_C и σ_{SV} . Попробуем установить связь между этими величинами с помощью метода гипотетических жидкостей. Как уже было сказано, в качестве неполярного твёрдого тела выбран парафин ($\sigma_{SV} = 25,4$ мДж/м²). Будем рассматривать три ряда гипотетических жидкостей на основе воды, этиленгликоля и диметилсилоксана, которые уже применялись в первом случае. Естественно, что сами жидкости в рядах будут другими. В табл.3 представлены результаты расчётов для ряда жидкостей на основе воды.

Таблица 3

Жидкости на основе воды ($\sigma_{LV}^d = 21,8$ мДж/м² = Const)

σ_{LV}^p , мДж/м ²	8	6	4	2	1,7
σ_A , мН/м	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5
σ_{LV} , мДж/м ²	29,8	27,8	25,8	23,8	23,5
Cos θ	0,577	0,691	0,822	0,975	1

Таким образом, для ряда жидкостей на основе воды критическое поверхностное натяжение составило $\sigma_C = 23,5$ мН/м. Аналогичные расчёты проведены для жидкостей на основе этиленгликоля ($\sigma_C = 30,1$ мН/м) и диметилсилоксана ($\sigma_C = 23$ мН/м). Для этого случая, как и для первого случая, отсутствует однозначная зависимость между σ_C и σ_{SV} .

1.4. Смачивание неполярного твёрдого тела неполярными жидкостями (случай Зисмана)

В этом случае имеем: $\sigma_{SV} = \sigma_{SV}^d$; $\sigma_{SV}^p = 0$; $\sigma_{LV} = \sigma_{LV}^d$; $\sigma_{LV}^p = 0$.

При подстановке этих значений в уравнение (3) получим следующее уравнение:

$$\sigma_C = \sigma_{LV} = \sqrt{\sigma_{SV} \sigma_{LV}} \quad (6)$$

откуда

$$\sigma_C = \sigma_{SV}. \quad (6')$$

Таким образом, в случае Зисмана критическое поверхностное натяжение равно величине поверхностной энергии твёрдого тела.

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы.

Выводы

1. На основе нового уравнения Юнга – Верхолова краевого угла смачивания для общего случая смачивания полярных твердых тел полярными жидкостями получено уравнение критического поверхностного натяжения.

2. Установлено, что в общем случае смачивания полярных твердых тел полярными жидкостями между величинами критического поверхностного натяжения и поверхностной энергии отсутствует однозначная зависимость: для конкретного твёрдого тела существует множество значений σ_c .

3. Показано, что для случая Зисмана (смачивание неполярных твердых тел неполярными жидкостями) критическое поверхностное натяжение равно соответствующей величине поверхностной энергии твёрдого тела.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адамсон, А. Физическая химия поверхностей / А. Адамсон. – М.: Мир, 1979. – 568 с.
2. Григорьев, Г.А. Методы определения поверхностного натяжения жидкостей и поверхностной энергии твердых тел / Г.А. Григорьев, В.А. Киселев, В.С. Копытин. – М.: МИТХТ им. М.В. Ломоносова, 2005. – 70с.
3. Сумм, Б.Д. Физико-химические основы смачивания и растекания / Б.Д. Сумм, Ю.В. Горюнов. – М.: Химия, 1976. – 232 с.
4. Fowkes, F.M. Dispersion Force Contributions to Surface and Interfacial Tensions, Contact Angles, and Heats of Immersion / F.M. Fowkes // Advances in Chemistry Series. American Chemical Society, Washington. – 1964. – No. 43. – P. 99–111.
5. De Gennes, P.G. Wetting: Statics and Dynamics / P.G. Gennes // Rev. Mod. Phys. – 1985. – V. 57. – P. 827–863.
6. Owens, D.K. Estimation of the Surface Free Energy of Polymers / D.K. Owens, R.C. Wendt // J. Appl. Polym. Sci. – 1969. – V. 13. – P. 1741–1747.
7. Verkholomov, V.K. Physical Features of the New Equation (Equation Jung – Verkholomov) of Contact Angle / V.K. Verkholomov // Materials of the XII international research and practice conference “Science, Technology and Higher Education”. – December 21-22, 2016. – Westwood, Canada. – P. 97–110.
8. Zisman, W.A. Relation on the Equilibrium Contact Angle to Liquid and Solid Constitution / W.A. Zisman // Advances in Chemistry Series. American Chemical Society, Washington. – 1964. – No. 43. – P. 1–51.

Материал поступил в редакцию 31.01.19.

THE CRITICAL SURFACE TENSION OF WETTING AND ITS CONNECTIONS WITH SURFACE SPECIFICATIONS ON THE INTERPHASE BOUNDARIES

V.K. Verkholomov, Candidate of Technical Sciences
Lytkarino, Russia

Abstract. The equation of the critical surface tension was obtained on the basis of a new equation Young-Verkholomov contact angle. It is established that in the case of wetting of non-polar solids by non-polar liquids (the case of Zisman), the critical surface tension is equal to the corresponding value of the surface energy of the solid.

Keywords: wetting, contact angle, surface energy, critical surface tension of wetting, adhesive force, polar liquid, polar solid body.

УДК 53:51

ВЛИЯНИЕ ОТЖИГА НА КРИСТАЛЛИЧЕСКУЮ СТРУКТУРУ ПОВЕРХНОСТИ КРЕМНИЯ, ЛЕГИРОВАННОГО ИОНАМИ НИКЕЛЯ

Б.Э. Эгамбердиев¹, А.С. Маллаев², М.А. Миршомилова³, Н.М. Рахимова⁴

Ташкентский государственный технический университет им. Ислам Каримова, Узбекистан

Аннотация. Приводятся результаты исследования профилей распределения имплантированных атомов никеля в кремнии в зависимости от дозы облучения и температуры отжига методом резерфордского обратного рассеяния (РОР). Изучено влияние термического отжига на распределение никеля и в частности кислорода. Доказано, что при определенных условиях термической обработки и дозах облучения на поверхности монокристалла образуются так называемые эпитаксиальные силициды, которые могут играть роль проводящих слоев или металлических покрытий. Отмечена возможность использования метода РОР для анализа как концентрационного распределения легирующих примесей, так и взаимодействия примесей.

Ключевые слова: примеси, профили, влияние, термический отжиг, имплантированные атомы, тонкие слои, глубина, доза облучения, температура активации, ионная имплантация, эпитаксиальные силициды.

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, в кремнии, легированном элементами переходных групп, в частности никелем, наблюдаются ряд физических явлений, представляющих научный и практических интерес [1-3].

Получение тонких слоев имплантированных атомов в приповерхностной области кремния с заданными электрофизическими свойствами и определенной толщиной важно, в частности, для технологий создания различных датчиков и приборов высокой чувствительности. Наиболее интересными в этой области являются введение примеси элементов переходных групп, в частности никеля. С технологической точки зрения создать тонкие слои в кремнии с ограниченной глубиной и достаточной концентрацией диффузионным методом невозможно из-за большого значения коэффициента диффузии этих элементов. Поэтому прибегают к методу ионного легирования. Так как примеси никеля в кремнии могут находиться как в узлах, так и междуузлиях кристаллической решетки и взаимодействовать с дефектами решетки, то распределение их при ионной имплантации и механизм их активации представляют определенный интерес. Однако в литературе практически отсутствуют работы, посвященные ионной имплантации и исследованию профиля распределения по глубине никеля в кремнии.

Ионная имплантация в зависимости от дозы и энергии облучения приводит к существенному изменению состава, структур и свойств полупроводниковых материалов. В этом отношении монокристаллы кремния, легированные ионами Ni с энергией $E=20-40$ кэВ, представляют особый интерес, так как при низких дозах облучения ($D < 10^{15}$ см²) большой концентраций, которые невозможно получать методом термодиффузии; при высоких дозах ионов образуются силициды металлов новыми физическими свойствами. Однако такие силициды в настоящее время получают методами МЛЭ и ТФЭ. Получение скрытых проводящих пленок силицидов Ni методом ионной имплантации и исследования их физико-химических, электрофизических свойств пока ещё находятся в стадии развития. Кроме того, изучение структуры изменений в очень тонких слоях поверхности связано с определенными трудностями. Во-первых, использование рентгеновских лучей требует очень сложных методических процедур. Так как рентгеновские лучи проникают очень глубоко в кристалл, для получения достоверных результатов с интересующей нас глубины необходимо нанести на поверхность образца некоторый слой пленки известного и чистого элемента.

С другой стороны, очень трудно аналитически выделить рентгеновские рефлексы, связанные именно с интересующей нас глубиной. Поэтому не вдаваясь в подробности вида структуры и её параметры, для определения структурных изменений мы воспользовались обычным растровым электронным микроскопом РЭМ-200.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В данной работе приводятся ряд новых оригинальных результатов по исследованию свойств влияния отжига на кристаллическую структуру поверхности кремния, легированного ионами никеля. Как известно из числа переходных элементов в кремнии, никель обладает достаточно высокой растворимостью и большим коэффициентом диффузии. Выбор в качестве компенсирующей примеси никеля обусловлен тем, что в широкой области температур состояние атомов примеси в решетке кремния достаточно стабильно (100-450 °С) и соответствует параметрам кремния, легированного им. Технология легирования кремния никелем с заданными параметрами разработана и освоена нами практически на промышленном уровне и не требует дополнительных операций (механических, химических и т.д.) после диффузионного легирования. Можно легировать никелем кремневые пластины достаточно большой площади, более 100 см², что очень важно для промышленного и серийного выпуска преобразователей температуры с воспроизводимыми параметрами.

Были проведены экспериментальные исследования концентрационных профилей распределения атомов Ni, имплантированных в кремний с энергией $E_0 = 40$ кэВ с вариацией дозы облучения в интервале $10^{15}-10^{17}$ ион/см².

В качестве исходного материала использован кремний марки КДБ с удельным сопротивлением $\rho=10 \text{ Ом}\cdot\text{см}$., исследования проводились с использованием методов вторичной ионной масс-спектрометрии, обратного резерфордовского рассеяния и электронной Оже-микроскопии.

В качестве объектов исследований использовались слитки монокристаллического кремния *n* и *p* – типов, легированного бором или фосфором соответственно, с концентрацией от 10^{13} до 10^{18} см^{-3} , выращенным методом Чохральского и бестигельной зонной плавки. В качестве примесей были выбраны элементы переходной группы никеля. Выбор этих примесей диктовался тем, что, с одной стороны, их поведение и свойства кремния, легированного этими примесями, оставалось мало изученными, а с другой стороны, возможностями выявления новых особенностей, связанных с наличием у этих примесей незаполненной 3d-оболочки. Применялся метод ионной имплантации.

Имплантацию ионов Ni, в кремний осуществляли на установке ИЛУ-3 при энергии ионов 40 кэВ вдоль кристаллографической оси (111). Профиль распределения никеля, в кремнии измеряли на вторично-ионной масс-спектрометрической установке LAS-2200 фирмы «Riber» и на установке, описанной в [5].

Удельное сопротивление образцов измеряли четырехзондовым методом.

На рис. 1 представлена аналитическая камера. В состав комплекса входят три ростовые камеры (1, 2 и 3). В камере 1 осуществлялся эпитаксиальный рост кремния, силицида кобальта CoSi_2 и фторида кальция CaF_2 . Другая камера была оборудована тремя источниками молекулярных пучков: двумя электронно-лучевыми испарителями 2 и 3, служащими источниками кремния и никеля соответственно, и эффузивного источника для осаждения CaF_2 4. Образец 5, укрепленный на молибденовом держателе, помещали внутри камеры на манипуляторе 6. Манипулятор был оборудован нагревателем 7 и термопарой 8, позволяющими регулировать температуру образца в диапазоне температур от комнатной до $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ с точностью $\pm 0.5 \text{ }^\circ\text{C}$. Для обеспечения равномерного нагрева образца и равномерного осаждения испаряемых материалов было предусмотрено вращение держателя с образцом при помощи электромотора.

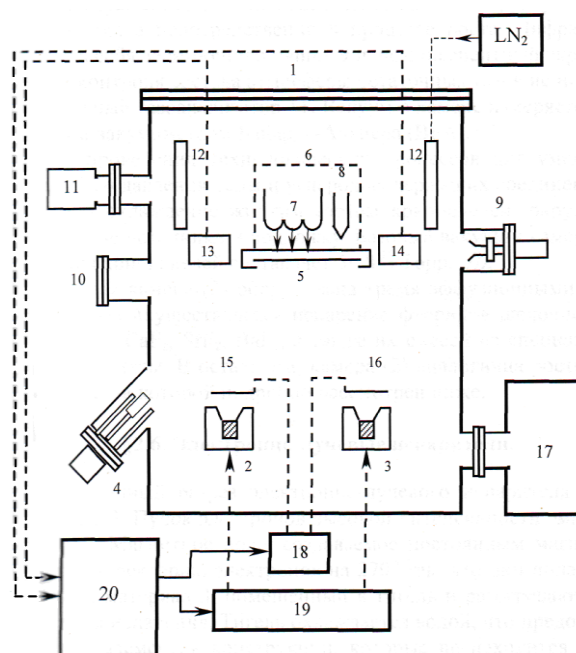


Рис. 1. Аналитическая камера роста: 1, 2, 3 – электронно-лучевые испарители; 4 – эффузивный источник; 5 – образец; 6 – манипулятор; 7 – нагреватель; 8 – «термопара»; 9 – электронная пушка дифрактометра быстрых электронов; 10 – люминесцентный экран; 11 – квадрупольный газоанализатор; 12 – криопанель; 13, 14 – кварцевые датчики скорости осаждения; 15, 16 – заслонки; 17 – ионный насос; 18 – управление заслонками с термоприводом; 19 – источники питания электронно-лучевых испарителей; 20 – ЭВМ

Ростовая камера была оборудована дифрактометром быстрых электронов на отражение, позволяющим анализировать структуру поверхности кристалла непосредственно в процессе роста. Дифрактометр включал в себя электронную пушку 9 и люминесцентный экран 10. Для контроля состава атмосферных остаточных газов использовали квадрупольный газоанализатор 11. В аналитической камере 3 исследовали выращенные эпитаксиальные структуры методами оже-электронной спектроскопии, вторично-ионной масс-спектрометрии. Вакуум в системе поддерживался на уровне $5 \times 10^{-9} \text{ Па}$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 2 представлены спектры обратного рассеяния ионов He^+ от монокристалла Si (111), имплантированного ионами Ni^+ с дозой от 10^{15} до $10^{17} \text{ ион}/\text{см}^2$.

Видно, что на спектре пик, характерный для Ni, начинает появляться при дозе $D \approx 10^{15} \text{ ион}/\text{см}^2$. Одновременно

изучались кристаллическая структура поверхности и электрофизические свойства ионно-легированных слоёв. Результаты этих экспериментов показали, что при $D \leq 10^{15}$ ион/см² пока ещё не происходит заметное разупорядочение в приповерхностном слое, а концентрация электроактивных атомов Ni не превышает $\approx 5 \cdot 10^{13}$ см⁻³.

Увеличение дозы до $5 \cdot 10^{15}$ ион/см² практически не приводит к увеличению концентрации электроактивных атомов Ni. При этом приповерхностная область частично разупорядочивается, а пик обратного рассеяния от Ni становится более чётким и интенсивным. При дозе 10^{16} ион/см² происходит аморфизация приповерхностного слоя и существенный рост пика Ni, а на отдельных участках ионно-легированного слоя начинают появляться кластерные фазы Ni + Si. Эти изменения происходят до дозы $(8-10) \cdot 10^{16}$ ион/см². Дальнейшее увеличение дозы не приводит к заметному изменению относительной интенсивности пиков Si и Ni. Поэтому дозу $D \approx 10^{17}$ ион/см² можно принимать как дозу насыщения.

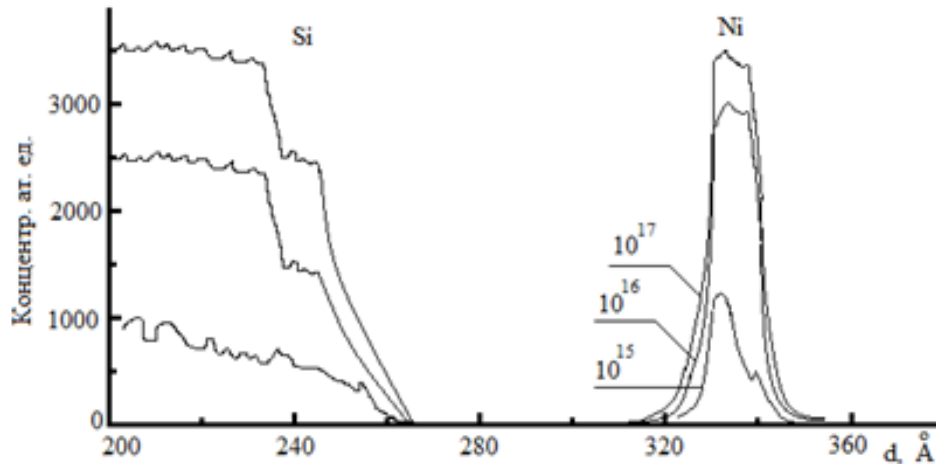


Рис. 2. Спектры POP ионов He⁺ на монокристалле Si, легированного ионами Ni с энергией 40 кэВ с дозами 10^{15} - 10^{17} ион/см²

Для целенаправленной модификации свойств ионно-легированных материалов во многих случаях требуется послеимплантационный отжиг. Как известно, даже при низких дозах облучения концентрация электрически активных металлов в Si в десятки раз меньше концентрации введённой примеси. Послеимплантационный отжиг может способствовать увеличению концентрации электроактивных атомов. Такой отжиг особенно необходим для образцов, имплантированных ионами высокой дозы. Поэтому при высоких дозах облучения приповерхностная область полностью аморфизуется и не формируются однородные соединения металлов.

На рис. 3 приведены профили распределения Ni в Si для двух доз облучения. Профили были получены методом ВИМС.

Как видно из рисунка, максимум распределения по глубине не очень сильно отличается от Fe в Si и составляет 335 Å.

Эксперименты показали, что и в случае Ni при больших дозах облучения 10^{17} ион/см² при отжиге при температуре 850°-900°С образуется эпитаксиальная плёнка силицида Ni.

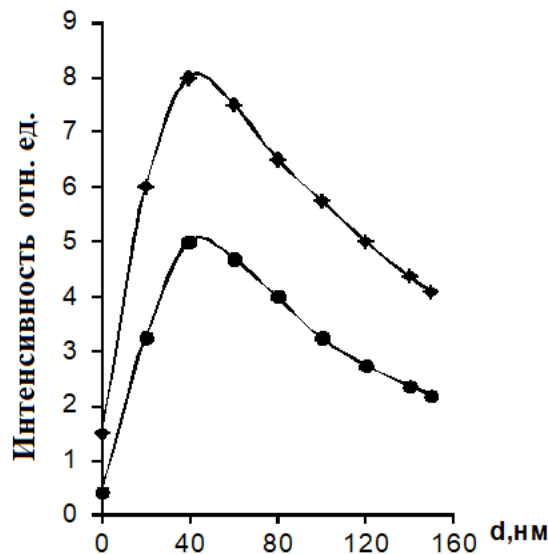


Рис. 3. Профили распределения легированных атомов Ni в Si, легированном с дозой 10^{16} - 10^{17} ион/м/см², полученные методом ВИМС

Результаты исследования показали, что при прогреве образцов до $T \geq 650$ °С, легированных дозой $D \leq 10^{15}$ ион/см², наблюдается резкое увеличение концентрации активных атомов в приповерхностном слое. Путём выбора температуры и длительности отжига можно достичь равномерного распределения примесей в объёме кристалла до определённой глубины.

На рис. 4 представлены электронно-микроскопические изображения поверхности *Si* до ионного легирования, после легирования, а также после обработки при разных температурах.

Как видно из рисунков, в случае чистого кремния поверхность гладкая и равномерная, так как образцы были отшлифованы и отполированы (рис. 4а). После ионного легирования, в зависимости от дозы облучения и типа ионов, электронно-микроскопическая картина существенно изменяется (рис. 4б).

Температурный отжиг сильно влияет на состояние имплантированных образцов. При малых дозах облучения и термическом отжиге до 800 °С в случае *Ni* существенных изменений не происходит. При температуре 800 °С и выше на электронно-микроскопическом изображении поверхности наблюдаются некоторые окантованные области, характерные для монокристаллов. Элементный анализ этих «окантовок» методом электронной Оже-спектроскопии показал, что они состоят в основном из атомов *Si* и *Ni* и частично – кислорода. Амплитудное распределение Оже-пиков кремния и никеля позволяет утверждать, что эти области являются силицидами типа $NiSi_2$.

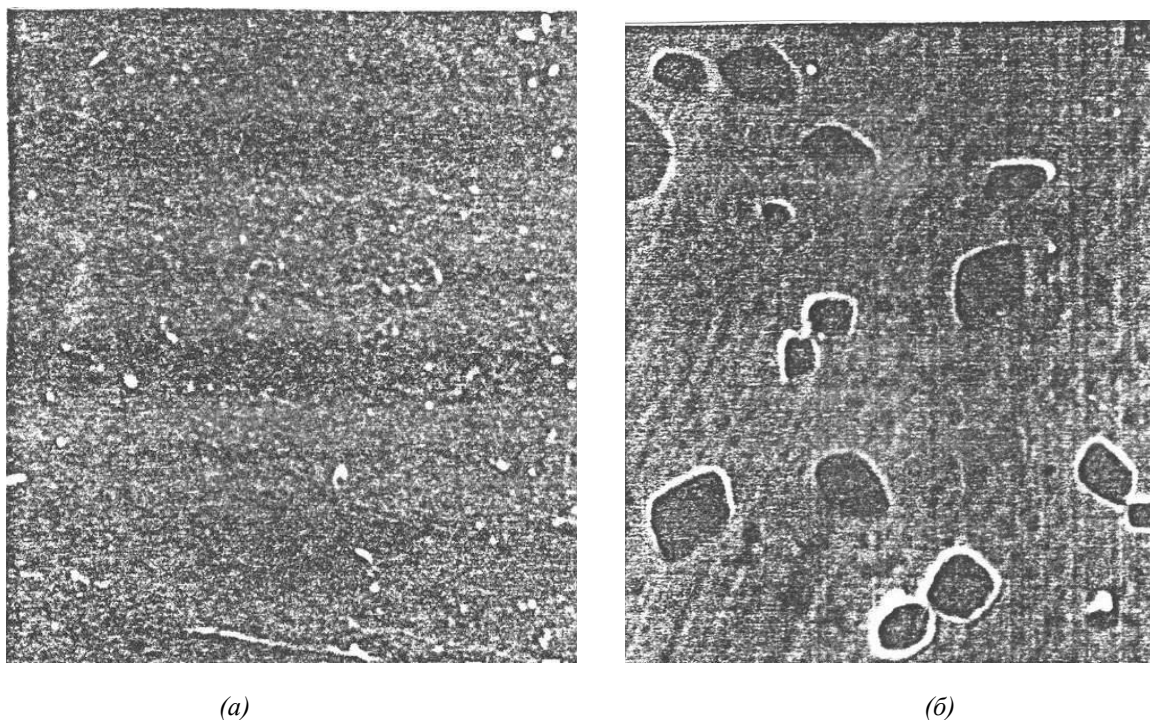


Рис. 4. Электронно-микроскопические картины поверхности чистого кремния (а) и поверхности, облучённой ионами Ni^+ дозой 10^{16} ион/см², после отжига при температуре 850 °С (б)

В процессе термообработки при $T \approx 750$ °С концентрация электроактивных атомов *Ni* увеличивается до $(2-5) \cdot 10^{15}$ см⁻³, что в 4-5 раза больше электроактивных атомов никеля, чем при диффузионном легировании. Дальнейшее увеличение температуры отрицательно влияло на концентрацию электроактивных атомов никеля. Начиная с температуры 1000 °С, она была сравнима с той концентрацией электроактивных атомов, которая получается при диффузионном легировании. Для образцов кремния, имплантированных *Ni* и заметное увеличение концентрации электроактивных атомов происходило при температурах отжига выше 600 °С. По мере увеличения температуры отжига (600-1250 °С) концентрация электроактивных атомов *Ni* увеличивалась монотонно в пределах 10^{15} - $6 \cdot 10^{17}$ см⁻³, и при том наибольшее значение концентрации электроактивных атомов, достигаемых при диффузионном легировании. Изучение профилей распределения показало, что для примесных атомов активация происходит в тонком приповерхностном слое. Причём распределение концентрации электроактивных атомов в тонком слое не гауссово, а монотонно убывающее в глубь кристалла.

Температурный отжиг сильно влияет на состояние имплантированных образцов. При малых значениях дозы облучения и термическом отжиге в случае *Ni* до 800 °С существенных изменений электронной картины не происходит. При температуре 800 °С и выше на картине наблюдаются некоторые окантованные области, характерные для монокристаллов. Дальнейшее повышение температуры отжига до 1100 °С приводит к существенному изменению состояния поверхности. Электронная картина переходит от «эпитаксиальной» до аморфной поверхности. Эти изменения относятся не только к структуре, но и к составу поверхности. Заметно уменьшаются

по амплитуде пики легирующих элементов, что свидетельствуют о разложении силицидных слоев и частично-му испарению легирующих примесей. Результаты этих экспериментов доказывают, что сложные поверхностные процессы зависят от температуры и дозы легирующих примесей [4, 5].

Анализ полученных результатов исследований показывает, что ионное легирование кремния переходными металлами имеет ряд преимуществ по сравнению с диффузионным легированием:

- активация примесей непосредственно в процессе имплантации или при низкотемпературном отжиге;
- резкое увеличение концентрации электроактивных атомов в тонком приповерхностном слое;
- получение резких n-p переходов;
- получение термостабильных легированных слоев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гельд, П.В. Силициды переходных металлов IV периода / П.В. Гельд, Ф.А. Сидоренко. – М.: Металлургия, 1971. – С. 584.
2. Лифшиц, В.Г. Электронная структура и силицид образование в тонких плёнках переходных металлов на кремнии / В.Г. Лифшиц. – Препринт, 1984. – С. 260.
3. Мьюрарка, Ш. Силициды для СБИС / Ш. Мьюрарка. – М.: Мир, 1986. – С. 176.
4. Эгамбердиев, Б.Э. Профили распределения по глубине имплантированных атомов переходной группы Ni в Si / Б.Э. Эгамбердиев, М.К. Бахадырханов. – В сб. I все российской конф. по материаловедению и физ. хим. основам техн. получения лег. кристаллов кремния. – М.: 1996. – С. 134-135.
5. Эгамбердиев, Б.Э. Электронно-спектроскопические исследования физических свойств эпитаксиальных комбинаций и ионно-имплантированных слоев в кремнии, дисс. ... докт. наук / Б.Э. Эгамбердиев. – М, 2003. – С. 243.

Материал поступил в редакцию 20.12.18.

THE EFFECT OF ANNEALING ON A CRYSTAL STRUCTURE OF SILICON SURFACE DOPED BY NICKEL IONS

B.E. Egamberdiyev¹, A.S. Mallayev², M.A. Mirshomilova³, N.M. Rakhimova⁴
Tashkent State Technical University, Uzbekistan

Abstract. *The profiles of distribution of implanted atom nickel atoms in silicon depending on radiation dose and annealing temperature by means of Rutherford backscattering are given. The influence of thermal annealing on distribution of nickel and other impurities, in particular oxygen, is investigated. It is proved that under certain conditions of heat treatment and radiation dose the crystal structure of a so-called epitaxial silicides are formed, which can play the role of the conductive layers or metallic coatings. The possibility of use of Rutherford backscattering for analyzing both of concentration distribution of doped impurities and the interaction of impurities is noted.*

Keywords: *impurities, profiles, influence, thermal annealing, implanted atoms, thin layers, depth, radiation dose, temperature of activation, ion-implant doping, epitaxial silicides.*

Chemical sciences
Химические науки

УДК 615.07: 615.322

КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ИНЪЕКЦИИ АЛЛТРОМБОСЕПИНА**М.М. Бобожанова¹, А.Т. Шарипов², С.Н. Аминов³**¹ студент третьего курса, ² заведующий кафедры неорганической, физической и коллоидной химии,³ профессор кафедры неорганической, физической и коллоидной химии

Ташкентский фармацевтический институт, Республика Узбекистан

***Аннотация.** Приведены результаты качественного и количественного анализа инъекционной лекарственной формы Аллтромбосепина, полученного на основе местного лекарственного сырья. Качественный и количественный метод анализа биоактивных веществ – серосодержащих органических соединений – осуществлен спектрофотометрическим анализом. Количество вспомогательного вещества – бензилового спирта – в составе инъекционного раствора определено методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, а также количество хлористого натрия – химическим методом.*

***Ключевые слова:** Аллтромбосепин, инъекция, спектрофотометрия, высокоэффективная жидкостная хроматография.*

По данным Всемирной организации здравоохранения, сердечно-сосудистые заболевания являются одной из основных причин преждевременной смерти населения планеты. Согласно статистике, «ежегодно от сердечно-сосудистых заболеваний умирают около 17 миллионов человек, что составляет 29 % от общей смертности, которая, по оценкам, достигнет 23,6 миллиона к 2030 году»[1]. Эти статистические данные показывают, что создание профилактических и терапевтических методов для сердечно-сосудистых заболеваний является актуальным.

Субстанция Аллтромбосепин была изобретена в Ташкентском фармацевтическом институте на базе Allium sera L., сырья которого в нашей стране достаточно [2]. Его фармакологическая активность была исследована методами *in vitro* и *in vivo*, и были обнаружены антикоагулянтные и антиагрегантные свойства [3]. Также была разработана структура и технология капсульной лекарственной формы на основе субстанции [4].

Дальнейшие исследования были сфокусированы на разработке и стандартизации препарата для инъекционных лекарств на основе субстанции Аллтромбосепина. В этой статье мы обобщили качественный и количественный анализ «инъекции Аллтромбосепин».

Экспериментальная часть

Состав объекта исследования – «инъекции Аллтромбосепин» выглядит следующим образом:

Субстанция Аллтромбосепин (ФСП 42 Уз-22175941-2908-2016)	– 5,0 г;
Бензиловый спирт (Брит. Ф., Евр. Ф., США Ф.)	– 9,0 г;
Хлорид натрия (Брит. Ф., Евр. Ф., США Ф.)	– 3,4 г;
Вода для инъекций	– до 1 л

1) Качественный анализ серосодержащих органических соединений (ССОС) в Аллтромбосепине основан на двух реакциях:

а) В 4 мл препарата были добавлены и смешаны 2 капли 0,1 моль/л перманганата калия. Цвет раствора перманганата калия (розовый) исчез (ненасыщенный ССОС).

б) Спектрофотометрический метод.

2) Подлинность бензилового спирта была протестирована с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) (по сравнению со стандартными образцами).

3) К иону натрия. К 2 мл препарату добавили 2 мл 150 г/л концентрированного карбоната калия и нагревали (без образования осадка), затем кипятили с 4 мл раствора пироантифоната калия и охлаждали на ледяной бане. Образовался белый осадок.

Таблица 1

Результаты определения хлорида натрия в инъекции Аллтромбосепина

№	Объем полученного препарата, мл (V)	Количество хлорида натрия, мг/мл (X)	Метрологическое описание
1	10,05	3,40	$X_{cp} = 3,44$; $F=4$ $S^2 = 0,00145$ $S = 0,0381$ $\Delta X = 0,1058$ $\Delta X_{cp} = 0,0473$ $\varepsilon = 3,08\%$ $\varepsilon_{cp} = 1,37\%$
2	10,08	3,42	
3	10,10	3,43	
4	10,12	3,45	
5	10,16	3,50	

4) К иону хлорида. К 2 мл препарата была добавлена разбавленная азотная кислота и образована кислая среда и затем смешана с 0,5 мл 0,1 мл/л раствора нитрата серебра; в результате образовался белый осадок, который растворяется в азотной кислоте, но не растворяется в концентрированном растворе аммиака.

Определение содержания NaCl в инъекции Аллтромбосепин. Переместили 10 мл препарата в чашу для титрования. Добавили 150 мл воды, 1,5 мл 5%-ного раствора хромата калия и титровали с 0,1 моль/л нитрата серебра до образования красного осадка.

1 мл 0,1 моль/л нитрата серебра соответствует с 5,844 мг хлорида натрия.

Количество хлорида натрия в мг/мл рассчитывается по следующей формуле:

$$X = \frac{V_1 \times 5,844 \times K}{V}$$

где: X – хлорид натрия, мг; V_1 – количество нитрата серебра 0,1 моль/л, расходуемого на счет, мл; V – объем препарата, взятый для титрования, мл; K – коэффициент коррекции титра.

Анализ серосодержащих органических соединений (ССОС). Было добавлено 5 мл лекарственного средства в 50 мл термостойкого стекла, и к нему добавляли 2 мл щелочного раствора цинка натрия. Затем при температуре 200 ± 10 °C сушили в рефрижераторе и сушильном шкафу до высыхания. Остаток растворяли в 60 мл 2%-ной уксусной кислоты и погружали в измерительную колбу с объемом 100 мл и добавляли к полученному раствору 10 мл 0,1% п-амино N,N-диметиланилина, перемешивали и затем добавляли 0,5 М безводный раствор железа и оставляли на 20 минут до получения синего цвета. Через 20 мин объем увеличивали до 100 мл и оптическую плотность раствора измеряли на спектрофотометре с плотностью 10 мм на длине волны 665 нм. В дополнение к экстракту лекарственного средства в качестве вспомогательного раствора использовали раствор, содержащий все реагенты.

Формула для расчета количества ССОС в инъекции Аллтромбосепина:

$$x = \frac{D_1 \times 0,0001 \times 100}{D_0 \times 5}$$

где: D_1 – оптическая плотность анализируемого раствора; D_0 – оптическая плотность стандартного решения.

Количественный анализ ССОС в инъекции Аллтромбосепина приведен в таблице 2.

Таблица 2

Результаты определения количества СОВ в инъекции Аллтромбосепина

№	Объем полученного препарата, мл (V)	Количество ССОС* (серосодержащее органическое соединение), мг/мл (X)	Метрологическое описание
1	8,00	0,150	$X_{cp} = 0,1546$; $F=4$; $S^2 = 0,0000158$; $S = 0,00397$; $\Delta X = 0,01105$; $\Delta X_{cp} = 0,0049$; $\varepsilon = 7,1476\%$; $\varepsilon_{cp} = 3,1965\%$
2	8,10	0,152	
3	8,12	0,154	
4	8,15	0,157	
5	8,19	0,160	

*перерасчет относительно к 3,3'- дитиодипропановой кислоты

Количественный анализ бензилового спирта. Количественный анализ бензилового спирта проводили на высокоэффективной жидкостной хроматографической аппаратуре Agilent 1200, оборудованной спектрофотометрическим детектором. Размер колонки составляет $150 \times 4,6$ мм, BDS Hypersil C18 с размером частиц 5 мкм, сорбентом Hypersil ODS. Процесс хроматографии проводили в изократическом режиме с использованием смеси ацетонитрила и воды (22:78) в качестве подвижной фазы, скорость потока составляла 1 мл/мин, температура колонки

составляла 250 °С. Размер образца составлял 20 мкл, а хроматографический профиль контролировали при 257 нм [5].

Оценивание системной пригодности:

Хроматографическая система должна соответствовать следующим требованиям:

- эффективность хроматографической колонки рассчитывается на пике стандартного образца (СО) бензилового спирта в хроматограмме не менее 3000 теоретических пластинок;
- асимметричный коэффициент вознесения рассчитывается на пике хроматографии СО раствора бензилового спирта, не превышающем 2;
- стандартная относительная дедукция, рассчитанная по пику раствора СО бензилового спирта в хроматограмме, не превышающая 2 %.

Чтобы адаптировать вышеупомянутые критерии, можно изменить соотношение ацетонитрила и воды в подвижной фазе.

Приготовление раствора бензилового спирта СО. 100 мг бензилового спирта переносили в измерительную колбу с объемом 50 мл и перемешивали, добавляя 40 мл подвижной фазы.

Приготовление испытуемого раствора (ИР). 5 мл испытуемого препарата вводили в измерительную колбу с объемом 25 мл и пропускали в фазу движения до знака и перемешивали.

СО и полученный раствор последовательно хроматографировали и полученные хроматограммы были показаны на рис. 1 и 2.

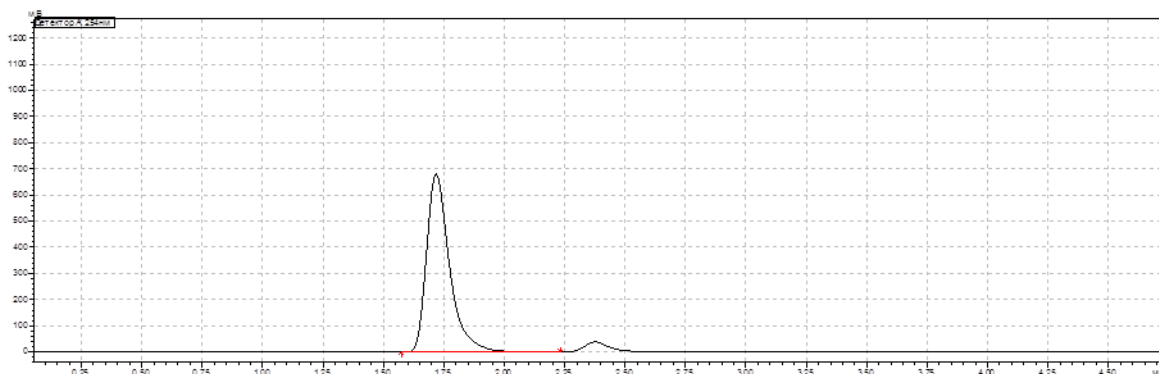


Рисунок 1. Хроматограмма стандартного образца бензилового спирта

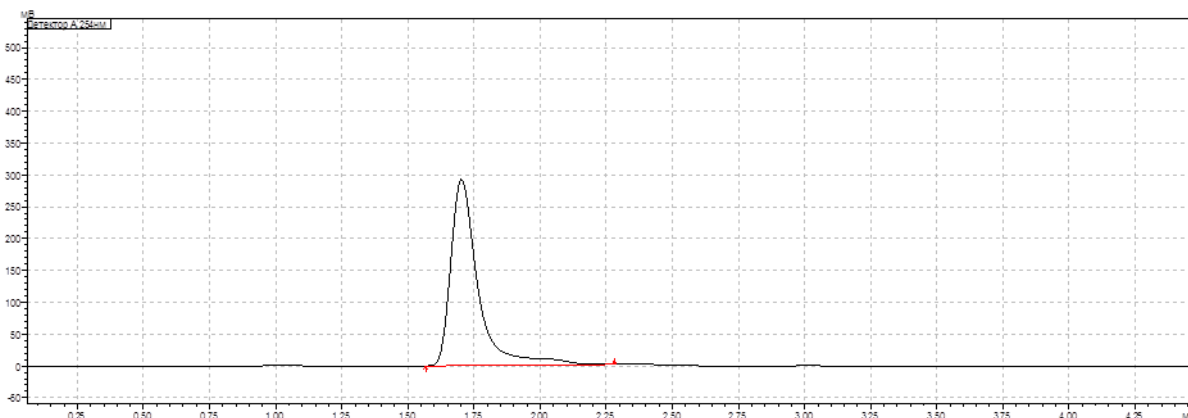


Рисунок 2. Хроматограмма бензилового спирта испытуемого раствора

Этот процесс повторяли три раза. Концентрацию бензилового спирта в препарате (мг/мл) рассчитывали по следующей формуле:

$$X = \frac{S \times a \times P \times 25}{S_0 \times 50 \times 5}$$

где: S – площадь пика бензилового спирта в хроматограмме испытуемого раствора; S_0 – область пика бензилового спирта в хроматограмме СО раствора; a – бензиловый спирт СО, мг; P – количество бензилового спирта в растворе СО, %;

Результаты определения количества бензилового спирта, содержащегося в растворе для инъекций Ал-лтромбосепина, приведены в таблице 3.

Определение количества бензилового спирта, содержащегося в инъекции Аллтромбосепина

№	Объем полученного препарата, мл (V)	Количество ССОС*, мг/мл(X)	Метрологическое описание
1	5,00	9,38	$X_{\text{ср}} = 9,42$; $F=4$; $S^2=1,63 \cdot 10^{-3}$; $S=0,040$; $\Delta X=0,1738$; $\Delta X_{\text{ср}}=0,1003$; $\varepsilon=1,84\%$; $\varepsilon_{\text{ср}}=1,07\%$;
2	5,00	9,41	
3	5,10	9,46	

Обзор раствора для инъекций Аллтромбосепин для качественного и количественного анализа: самым важным ингредиентом в Аллтромбосепине являются органические соединения, содержащие серу. Их подлинность была продемонстрирована двумя разными способами, включая первую реакцию в результате окисления ненасыщенного СОВ, вызванного раствором перманганата калия, его цвет изменился с розового на бесцветный. Второй метод основан на реакции количественного анализа Аллтромбосепина, где соединения СОВ были превращены в метиленовый синий с помощью нескольких реакций. Во всем спектре поглотителя метиленового синего света два наших конкретных максимума (длина волны 618 ± 2 и 665 нм) подтвердились в наших исследованиях.

Бензиловый спирт был добавлен в качестве консерванта в инъекцию Аллтромбосепина, это было доказано методом ВЭЖХ. Исследования были проведены в сравнении бензилового спирта с СО. В результате повторных исследований было обнаружено время захвата бензилового спирта, которое равно $1,7 \pm 0,2$ минуте.

Хлорид натрия использовался в качестве средства для обеспечения изотоничности инъекции Аллтромбосепина. Это было достигнуто за счет реакций Na^+ и Cl^- , в его точности с ГФ и были получены положительные результаты.

Количество содержания ССОС в «инъекции Аллтромбосепина» было спектрофотометрически определено путем методической-статистической обработки результатов в присутствии $0,15 \pm 0,05$ мг/мл ССОС в его составе. Количество бензилового спирта, содержащегося в этом препарате, определяли по методу ВЭЖХ, и было установлено, что его содержание составляло $9,42 \pm 1,2$ мг в 1 мл раствора для инъекций. Кроме того, количество хлорида натрия, содержащегося в растворе для инъекций Аллтромбосепина, определяли по аргентометрическому методу. Результаты были обработаны математически и статистически, путем повторения титрования 5 раз. Полученные результаты показали, что раствор для инъекций Аллтромбосепин содержал $3,44 \pm 0,4$ мг хлорида натрия в 1 мл.

Заключение. Впервые была разработана идентификация ингредиентов в составе Аллтромбосепина: серосодержащие органические соединения, бензиловый спирт и хлорид натрия. Количество содержащегося ССОС в «инъекции Аллтромбосепина» анализировалось спектрофотометрически, а математическая и статистическая обработка полученных результатов заключалась в том, что она содержала от 0,01 до 0,05 мг/мл ССОС. Количество содержащегося в нем бензилового спирта составляло $9,42 \pm 1,2$ мг/мл, которое определяли по методу ВЭЖХ. Количество хлорида натрия была определено способом аргентометрии и составляло $3,44 \pm 0,4$ мг/мл.

Качественные и количественные методы анализа для употребления инъекции Аллтромбосепина были использованы для создания фармакопейной статьи предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голубицкий, Г.Б. Количественный анализ некоторых лекарственных препаратов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии / Г.Б. Голубицкий, В.М. Иванов // Вестник Московского университета. Серия 2. Химия. – 2009. – Т. 50, № 4. – С. 261-266.
2. Попова, Е.И. Использование Allium Cera L. для определения токсичности растительных экстрактов / Е.И. Попова, Р.В. Кайгородов // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 5; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=27030>.
3. Benkeblia, N. Antimicrobial activity of essential oil extracts of various onions (*Allium cepa*) and garlic (*Allium sativum*) / N. Benkeblia // Food Science and Technology Volume 37, Issue 2, March 2004, Pages 263-268
4. Fossen Atle T. Pedersen, Oyvind M. Andersen Flavonoids from red onion (*Allium cepa*) // Phytochemistry. Volume 47, Issue 2, January 1998, Pages 281-285.

Материал поступил в редакцию 30.01.19.

QUALITATIVE AND QUANTITATIVE ANALYSIS OF ALLTROMBOSEPIN INJECTION

M.M. Bobojanova¹, A.T. Sharipov², S.N. Aminov³

¹ Third year Student, ² Head of the Department of Inorganic, Physical and Colloid Chemistry,

³ Professor of the Department of Inorganic, Physical and Colloid Chemistry

Tashkent Pharmaceutical Institute, Republic of Uzbekistan

Abstract. The results of the qualitative and quantitative analysis of the injection dosage form of Alltrombosepin obtained on the basis of local medicinal raw materials are presented. The qualitative and quantitative method for the analysis of bioactive substances, sulfur-containing organic compounds, were carried out by spectrophotometric analysis. The amount of the auxiliary substance – benzyl alcohol – in the injection solution was determined by the method of high-performance liquid chromatography, and the amount of sodium chloride was determined by the chemical method.

Keywords: Alltrombosepin, injection, spectrophotometry, high-performance liquid chromatography.

УДК 546.07.546.742

СОРБЦИОННОЕ РАВНОВЕСИЕ ОБМЕНА ИОНОВ НЕКОТОРЫХ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ НА ПРИРОДНЫХ И СИНТЕТИЧЕСКИХ СОРБЕНТАХ

Ф.Т. Махмудов¹, Ш.З. Эфендиева², В.Х. Алиева³, М.А. Рагимли⁴, М.А. Аббасов⁵

Институт катализа и неорганической химии имени академика М. Нагиева
НАН Азербайджана (Баку), Азербайджан

***Аннотация.** Поиск ионообменников, обладающих селективностью, имеет большое значение, поскольку ионный обмен занял важное место среди основных методов разделения, концентрирования и очистки разнообразных смесей веществ [6]. В связи с бурным развитием важных отраслей промышленности, нефтехимическая, гальваническая, электроника, электротехника и др. в нашей республике, потребность к многим переходным металлам увеличивается. Уменьшаются природные запасы ряда цветных металлов Ag, Ni, Co, Cu, Zn, Cd и Hg в земной коре. Потеря их в жидких отходах различных промышленных процессов недопустимы. Однако, присутствие их в природных водоёмах выше предельной допустимой концентрации (ПДК) с одной стороны вызывают их потери, как ценных элементов, с другой стороны они опасны не только для жизни человека, но и флоры, фауны водоёмов [3].*

***Ключевые слова:** синтетический сорбент, сорбция, ионный обмен, статика, клиноптилолит.*

Введение

Co и Cd содержится в выбросах производств металлургических, аккумуляторов, гальванотехнических, красителей, керамических, азотной кислоты, масложировых и др. производств намного выше ПДК [3].

В данной статье обобщены результаты изучения равновесия сорбции ионов Co^{2+} и Cd^{2+} из растворов с концентрациями ионов близкими к их концентрациям в жидких производственных отходах.

Для экспериментальных исследований были использованы растворы с концентрациями ионов Co^{2+} и Cd^{2+} в интервале $1 \cdot 10^{-3}$ - $1 \cdot 10^{-4}$ N. Эти концентрации соответствуют концентрациям ионов в производственных жидких отходах с указанными ионами. Для этого взяты соли кобальта – $Co(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ и кадмия $CdCl_2 \cdot 2,5H_2O$ марок "х.ч."

В экспериментах использованы модифицированные Na^+ ионами формы природных сорбентов клиноптилолита Айдагского и бентонита Дашсалахлинского месторождения Азербайджанской Республики. Для сравнения из промышленных сорбентов был использован синтетический катионит КУ-2-8 (сополимер стирола и дивинилбензола), модифицированный нами в H^+ , Na^+ -формы.

Необходимые ионные формы клиноптилолита, бентонита и КУ-2-8 были получены в динамических условиях путем промывания 0,1 N растворами NaCl и HCl при комнатной температуре (22 °C). Образцы сорбентов просушивались на воздухе до воздушно-сухого состояния и хранились в стеклянных банках с протёртыми пробками.

В наших исследованиях для определения содержания ионов Co^{2+} и Cd^{2+} в растворах в интервале 0,001-0,1N изменения их концентраций в основном были использованы методы комплексонометрического титрования [7] и фотоколориметрического определения [4].

Сперва в самостоятельных динамических опытах через колонки с на веской ($g=5$ г) указанных выше, образцов сорбентов в H^+ , Na^+ -формах [КУ-2-8(H), КУ-2-8(Na), Na-клиноптилолит Na-бентонит] были определены динамические обменные ёмкости DOE, со скоростью 1 мл.мин. по ионам Co^{2+} и Cd^{2+} используя соответственно ацетатные и хлористые растворы кобальта и кадмия в широком интервале изменения концентрации ионов ($1 \cdot 10^3$ - $1 \cdot 10^{-4}$ N). После определения суммарного содержания ионов в фильтрах, определяли сорбированные количества ионов. Далее, полные динамические обменные ёмкости рассчитывали в мг-экв/г сорбента. Результаты опытов приведены в табл. 1 и 2. В данных опытах были использованы фракции отсева клиноптилолита 0,63 – 1,00 мм, бентонита 0.3-0,5 мм.

Таблица 1

DOE исследуемых модифицированных сорбентов по ионам кобальта (Co^{2+}) из растворов разных концентраций в мг-экв/г

Сорбент	Концентрация, N				
	$1 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$
КУ-2-8(H)	5,3116	1,4918	0,1531	0,0644	0,01463
КУ-2-8(Na)	5,4922	1,6144	0,1942	0,0834	0,0365
Na-клиноптилолит	0,8723	0,6931	0,1311	0,0483	0,0186
Na-бентонит	2,0815	1,0744	0,1962	0,0692	0,0296

Таблица 2

ДОЕ исследуемых модифицированных сорбентов по ионам кадмия (Cd^{2+}) из растворов разных концентраций в мг-экв/г

Сорбент	Концентрация, N				
	$1 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$
КУ-2-8(H)	5,2418	1,4106	0,1409	0,0511	0,0198
КУ-2-8(Na)	5,3946	1,5339	0,1744	0,0667	0,0293
Na-клиноптилолит	0,9050	0,7108	0,1291	0,0363	0,0171
Na-бентонит	1,6126	1,0615	0,1663	0,0547	0,0329

Для получения изотерм сорбции ионов Co^{2+} и Cd^{2+} на исследуемых сорбентах в стеклянные колбы с определёнными навесками модифицированных сорбентов добавляли растворы солей указанных ионов различных эквивалентных-концентраций (метод переменных концентраций $1 \cdot 10^{-3}N$, $5 \cdot 10^{-4}N$, $1 \cdot 10^{-4}N$). Колбы встряхивали до установления сорбционного равновесия (время равновесия устанавливали в самостоятельных кинетических опытах). Затем в аликвотных пробах равновесных растворов определяли концентрации ионов Co^{2+} и Cd^{2+} . После расчета сорбированных на сорбентах количеств ионов (α) строили изотермы сорбции, выраженные через эквивалентные концентрации ионов на сорбенте и в растворе (рис. 1 и 2).

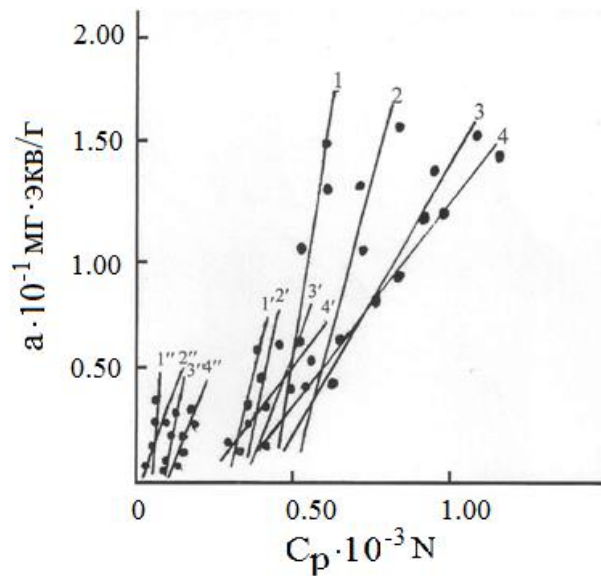


Рис. 1. Изотермы сорбции ионов Co^{2+} из растворов на КУ-2-8. H- и Na- форме, Na-клиноптилолите и Na-бентоните при 3-х концентрациях исходного раствора – $1 \cdot 10^{-3}$, $5 \cdot 10^{-4}$, $1 \cdot 10^{-4}N$, соответственно (1, 1', 1'' – Na-КУ-2-8; 2, 2', 2'' – H-КУ-2-8; 3, 3', 3'' – Na-клиноптилолит; 4, 4', 4'' – Na-бентонит)

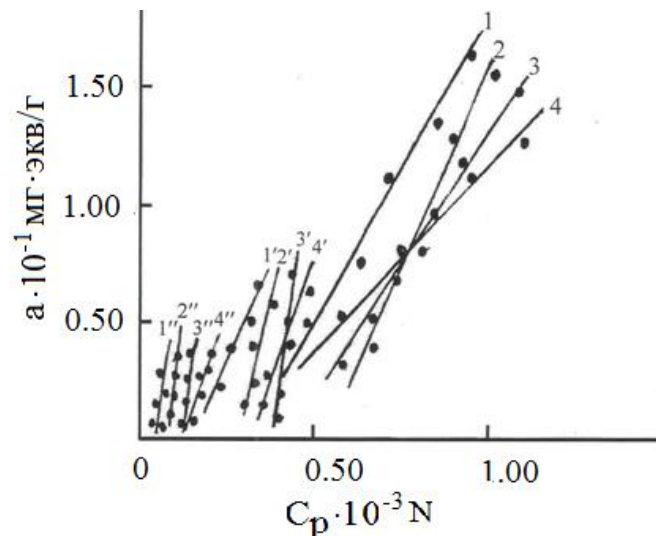


Рис. 2. Изотермы сорбции ионов Cd^{2+} из растворов на КУ-2-8. H- и Na-форме, Na-клиноптилолите и Na-бентоните при 3-х концентрациях исходного раствора – $1 \cdot 10^{-3}$, $5 \cdot 10^{-4}$, $1 \cdot 10^{-4}N$, соответственно (1, 1', 1'' – Na-КУ-2-8; 2, 2', 2'' – H-КУ-2-8; 3, 3', 3'' – Na-клиноптилолит; 4, 4', 4'' – Na-бентонит)

Результаты и их обсуждение

Из таблиц (табл. 1 и 2) видно, что DOE для ионов Cd^{+2} и Co^{+2} в особенности при низких концентрациях ($5 \cdot 10^{-4} N$ и $1 \cdot 10^{-4} N$) на Na-клиноптилолите и Na-бентоните имеется сходимость со значениями на синтетических сорбентах H^+ и Na^+ -КУ-2-8. Эти низкие концентрации соответствуют концентрациям используемых ионов в сточных водах.

Показатель DOE является очень важным, если учесть, что сорбционные методы с применением твердых сорбентов часто используются для концентрирования, извлечения и разделения ценных компонентов (ионов ряда цветных и тяжелых, редкоземельных, трансурановых элементов и т.д.) из разбавленных растворов производственных жидких отходов, также для доочистки производственных сточных вод от токсичных ионов ряда переходных элементов перед выпуском их в природные водоёмы.

Выразил концентрации ионов в растворе и в ионите через эквивалентные доли ионов авторы работы [5] получили выражения для расчета значений термодинамических констант равновесия ионного обмена $K_{термод}$.

$$\ln k_{термод} = \int_0^1 \ln k_c^i dN_{АЦ} - \int_{C_0(N_{АЦ}=1)}^{C_0(N_{ВЦ}=1)} \frac{d\bar{C}_0}{n} \quad (1)$$

где $n = C_A Z_A + C_B Z_B$, $\bar{C} = C_A + C_B$, $d\bar{C} = dC_A + dC_B$, Z_A и Z_B – заряды обмениваемых ионов; C_0 и n суммарные эквивалентные концентрации раствора и сорбента, А и В – обмениваемые ионы, $N_{АЦ}$ и $N_{ВЦ}$ – концентрации ионов А и В в среде сорбента, K^C – концентрационная константа обмена.

Указанная формула позволяет определить значения $K_{термод}$ в широком интервале изменения концентрации ионов в растворах при линейных изотермах. Рассчитанные значения $K_{термод}$ внесены в табл. 3.

Таблица 3

Значения $K_{термод}$ для ионов Co^{+2} и Cd^{+2} , сорбированных на исследуемых модифицированных сорбентах при различных концентрациях исходных растворов

Система	Исходная концентрация ионов, N	$K_{термод}$, рассчитанная по формуле (1)	$K_{термод}$, средняя	Система	Исходная концентрация ионов, N	$K_{термод}$, рассчитанная по формуле (1)	$K_{термод}$, средняя
КУ-2-8(H)+ Co^{2+}	$1 \cdot 10^{-3}$	0,8160,	0,793	КУ-2-8(H)+ Cd^{2+}	$1 \cdot 10^{-3}$	0,714	0,695
	$5 \cdot 10^{-4}$	798			$5 \cdot 10^{-4}$	0,693	
	$1 \cdot 10^{-4}$	0,765			$1 \cdot 10^{-4}$	0,679	
КУ-2-8(Na)+ Co^{2+}	$1 \cdot 10^{-3}$	0,831	0,807	КУ-2-8(Na) Cd^{2+}	$1 \cdot 10^{-3}$	0,778	0,746
	$5 \cdot 10^{-4}$	0,809			$5 \cdot 10^{-4}$	0,746	
	$1 \cdot 10^{-4}$	0,782			$1 \cdot 10^{-4}$	0,714	
Na-клиноптилолит+ Co^{2+}	$1 \cdot 10^{-3}$	0,649	0,624	Na-клиноптилолит+ Cd^{2+}	$1 \cdot 10^{-3}$	0,593	0,573
	$5 \cdot 10^{-4}$	0,617			$5 \cdot 10^{-4}$	0,572	
	$1 \cdot 10^{-4}$	0,606			$1 \cdot 10^{-4}$	0,554	
Na-бентонит+ Co^{2+}	$1 \cdot 10^{-3}$	0,697	0,673	Na-бентонит + Cd^{2+}	$1 \cdot 10^{-3}$	0,609	0,590
	$5 \cdot 10^{-4}$	0,678			$5 \cdot 10^{-4}$	0,584	
	$1 \cdot 10^{-4}$	0,643			$1 \cdot 10^{-4}$	0,577	

Термодинамическая константа ионообменного равновесия для разновалентных ионов, рассчитанная по формуле (1) не зависит от концентрации раствора и для расчета этой величины не требуется определения коэффициента активности.

Графики зависимости коэффициента селективности (K_c) от эквивалентной доли сорбируемых ионов в фазе сорбента (N), т.е. $K_c, \ln K_c = f(N)$ приведены на рис. 3, для исследуемых сорбентов хорошим подтверждением того, что при проведении обмена из растворов с различной эквивалентной концентрацией свойства ионов в фазе сорбента не зависят от концентрации раствора. Кривые отличаются в зависимости от вида ионов и сорбентов [1, 2].

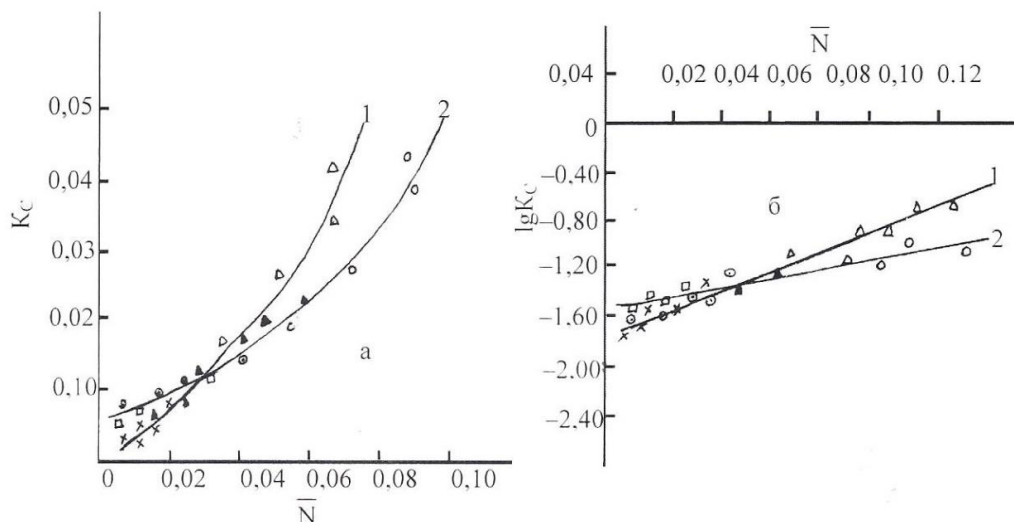


Рис. 3. Зависимость коэффициента селективности K_c (а) и его логарифма (б) от эквивалентной доли \bar{N} сорбируемых ионов в фазе сорбентов. а) 1- Na-бентонит+ Co^{2+} (Δ - $1 \cdot 10^{-3}N$, \blacktriangle - $5 \cdot 10^{-4}N$, \times - $1 \cdot 10^{-4}N$) 2- Na-клиноптилолит+ Cd^{2+} (O - $1 \cdot 10^{-3}N$, Θ - $5 \cdot 10^{-4}N$, γ - $1 \cdot 10^{-4}N$); б) 1- Na-бентонит+ Co^{2+} , 2- Na-клиноптилолит+ Cd^{2+} (обозначения те же)

Выводы

1. Определённые точные значения термодинамической константы ионообменного равновесия ($K_{\text{термод.}}$) для обмена разнорядных ($\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Co}^{2+}$; $\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cd}^{2+}$; $\text{Na}^+ \rightleftharpoons \text{Co}^{2+}$; $\text{Na}^+ \rightleftharpoons \text{Cd}^{2+}$) ионов на Н и Na – формах КУ-2-8, клиноптилолита и бентонита не зависят от способов выражения концентрации ионов в фазах раствора и сорбента.
2. Недорогие и доступные Na-клиноптилолит и Na-бентонит, на основе опытов по определению равновесных концентраций, рекомендованы нами взамен синтетического промышленного КУ-2-8 для сорбционно-извлечения ионов Co^{2+} и Cd^{2+} из сточных вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов, В.А. Некоторые аспекты термодинамики ионного обмена / В.А. Иванов, Е.А. Картюк // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2015. – Т. 15. – Вып. 1. – С. 19–34.
2. Исмаилова, В.А. Закономерности равновесия сорбции ионов свинца (Pb^{2+}) и марганца (Mn^{2+}) из растворов на природных и синтетических сорбентах / Исмаилова В.А., Ягубов А.И., Махмудов Ф.Т. и др. // Журн. прикл. хим. – 2016. – Т. 89. – Вып. 1. – С. 56-60.
3. Лазарева, И.В. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров, врачей. В 3-х томах / И.В. Лазарева, Э.Н. Левина. – Изд. Химия, 2012. – Т. 3. – 608 с.
4. Лурье, Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод / Ю.Ю. Лурье. – М.: Изд. Химия, 1984. – 448 с.
5. Толмачев А.М. Методическая разработка к курсу лекции по физической химии / А.М. Толмачев. – М.: Изд. МГУ им. М.В. Ломоносова, 2014. – 67 с.
6. Толмачев, А.М. Ионообменные свойства и применение синтетических и природных цеолитов. В кн.: Ионный обмен / А.М. Толмачев, В.А. Никашина, Н.Ф. Челищев. – М.: Наука, 1981. – С. 45–63.
7. Шварценбах, Г. Комплексонометрическое титрование / Г. Шварценбах, Г. Флашка. – М.: Изд. Химия, 2012. – 19 с.

Материал поступил в редакцию 06.02.19.

SORPTION EQUILIBRIUM OF ION EXCHANGE OF SOME NON-FERROUS METALS ON NATURAL AND SYNTHETIC SORBENTS

F.T. Makhmudov¹, Sh.Z. Efendiyeva², V.Kh. Aliyeva³, M.A. Ragimli⁴, M.A. Abbasov⁵
Academician M. Naghiyev Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry
of Azerbaijan National Academy of Sciences (Baku), Azerbaijan

Abstract. Search of the ion exchangers having selectivity is of great importance as ionic exchange took an important place among the main methods of division, concentration and purification of various mixes of substances [6]. Due to the rapid development of important industries, petrochemical, galvanic, electronics, electrical equipment, etc. in our republic, the requirement to many transitional metals increases. Natural reserves of a number of non-ferrous metals Ag, Ni, Co, Cu, Zn, Cd and Hg in crust are decreased. Their loss in liquid wastes of various industrial processes are inadmissible. However, their presence in natural reservoirs above extreme admissible concentration (maximum allowable concentration) on the one hand lead to losses as valuable elements, on the other hand they are dangerous to not only human life, but also flora cause, faunae of reservoirs [3].

Keywords: synthetic sorbent, sorption, ionic exchange, statics, clinoptilolite.

УДК 546.273

СКОРОСТЬ РАСТВОРЕНИЯ БОРАТОВ (ИНЬОИТА, ГИДРОБОРАЦИТА, ИНДЕРИТА) В РАСТВОРАХ ПРОПИОНОВОЙ КИСЛОТЫ

Б.Х. Хазиханова, кандидат химических наук, профессор
Атырауский университет нефти и газа, Казахстан

Аннотация. Методом проточного растворения изучена скорость растворения боратов в растворах пропионовой кислоты. Определены максимумы скорости растворения боратов в зависимости от температуры и концентрации растворов пропионовой кислоты.

Ключевые слова: бораты, скорости растворения, пропионовая кислота, максимумы растворения.

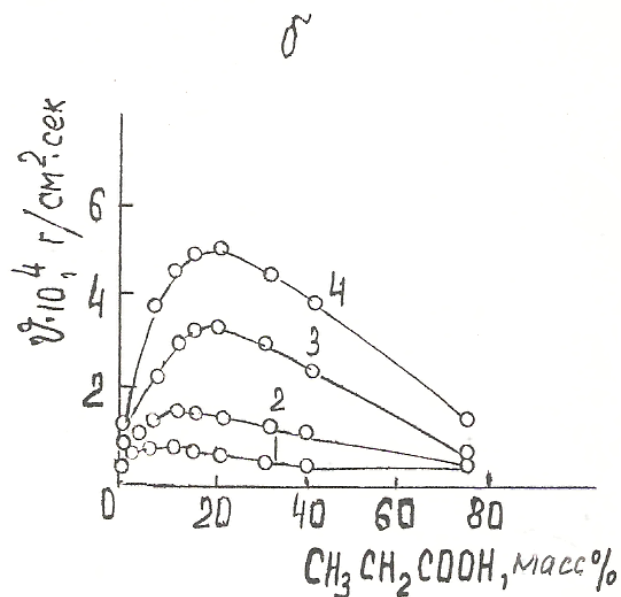
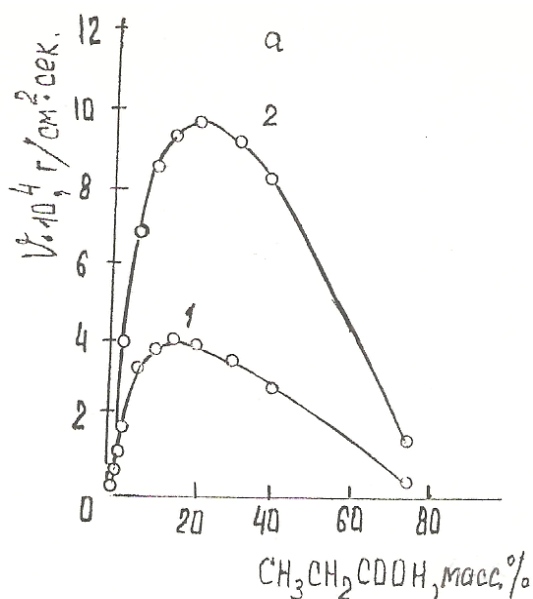
Изучение скорости растворения боратов, в том числе природных боратов, представляет интерес для определения оптимальных условий для растворения и в синтезе боратов. Синтетические бораты широко применяются в производстве стекла, глазури и керамике.

Цель работы – изучение скорости растворения природных боратов иньюита, гидроборацита, индерита в растворах пропионовой кислоты. Пропионовая кислота является составным компонентом продуктов окисления нефтяного парафина.

Скорость растворения проведена в изотермических условиях методом проточного растворения по методу [1, 2].

Для исследования скорости растворения выбраны природные кальциевые и магниевые бораты (иньюит, гидроборацит, индерит, борная кислота).

Результаты исследования скорости растворения боратов приведены на рисунках 1 а, б, в.



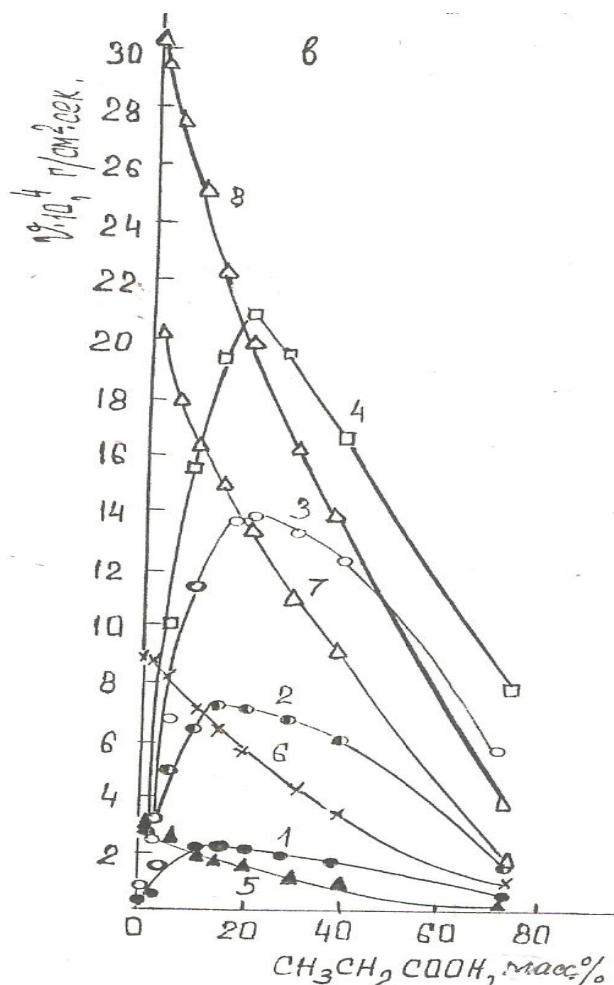


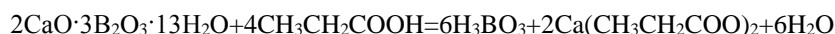
Рис. 1. Скорости растворения (а) иньюита (1-25°; 2-50°); (б) гидроборацита (1-25°; 2-50°; 3-75°; 4-90°); (в) индерита (1-25°; 2-50°; 3-75°; 4-90°), борной кислоты (5-25°; 6-50°; 7-75°; 8-90°) в растворах $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$

Из приведенного следует, что кривые скорости растворения боратовых минералов имеют максимумы.

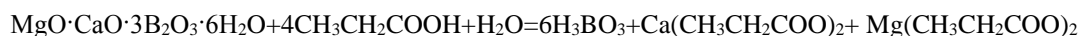
Максимум скорости растворения иньюита достигается при концентрации 15-20% (при 25°) и 20%-ном (50°) растворе пропионовой кислоты. Максимум скорости растворения гидроборацита наблюдается в 5%-ном (25°), 10%-ном (50°), 15-20%-ном (75°) и 20%-ном (90°) растворе пропионовой кислоты, для индерита максимум соответствует в 10%-ном (25°), 15%-ном (50°), 15-20%-ном (75°), 20%-ном (90°) растворе.

Максимумы скорости растворения исследуемых боратов с увеличением температуры перемещаются в сторону больших концентраций.

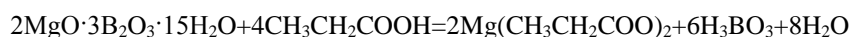
Растворение природных боратов в растворах пропионовой кислоты идет по следующим реакциям:



Иньюит



Гидроборацит



Индерит

Из реакции следует, что разложение боратовых минералов идет с образованием пропионата магния, пропионата кальция и борной кислоты.

Уменьшение скорости растворения боратов иньюита, гидроборацита, индерита после максимального значения определяется с образованием на поверхности боратов пленки из борной кислоты. Скорость растворения иньюита, гидроборацита, индерита лимитируется с образованием на поверхности трудно растворимой пленки из борной кислоты. Из рисунка 1 в, следует, что с ростом концентрации пропионовой кислоты и температуры скорость растворения борной кислоты монотонно уменьшается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Здановский, А.Б. Галургия / А.Б. Здановский. – Л.: Химия, 1972. – 507 с.
2. Здановский, А.Б. Кинетика растворения природных солей в условиях вынужденной конвекции / А.Б. Здановский. – Л.: Госхимиздат, 1956. – 219 с.

Материал поступил в редакцию 14.01.19.

**DISSOLUTION RATE OF BORATES (INYOITE, HYDROBORACITE, INDERITE)
IN THE PROPIONIC ACID SOLUTIONS**

B.Kh. Khazikhanova, Ph.D. in Chemistry, Professor
Atyrau University of Oil and Gas, Kazakhstan

***Abstract.** The dissolution rate of borates in propionic acid solutions was studied using the flow dissolution method. The maxima of the dissolution rate of borates were determined depending on the temperature and concentration of propionic acid solutions.*

***Keywords:** borates, dissolution rates, propionic acid, dissolution maxima.*

УДК 612.392

ВЫДАЧА МОЛОКА РАБОТНИКАМ, ЗАНЯТЫМ ВО ВРЕДНЫХ УСЛОВИЯХ ТРУДА**Н.Б. Абдрахманова¹, Г.А. Еселханова²**¹ кандидат биологических наук, заместитель генерального директора по научной работе,² руководитель лаборатории

Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда

Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан (Астана), Казахстан

***Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы эффективности и целесообразности предоставления молока работникам, занятым во вредных условиях труда. Обращается внимание на противопоказания и ограничения в вопросе предоставления молока работникам вредных производств. Даны предложения по обеспечению защиты организма работников от неблагоприятного воздействия факторов производственной среды во время выполнения трудовых обязанностей.*

***Ключевые слова:** вредные условия труда, работники, молоко, противопоказания, мероприятия.*

В Республике Казахстан охрана здоровья трудоспособного населения относится к приоритетному направлению государственной политики в области безопасности и охраны труда [6, 11]. В этой связи, на предприятиях проводятся комплексные технические, технологические, организационные и прочие мероприятия, направленные на ограничение неблагоприятного воздействия на работников вредных факторов производственной среды. Вместе с тем, исследования условий и характера труда работников, занятых во вредных условиях труда на промышленных предприятиях республики, показали, что с помощью вышеназванных мероприятий не всегда обеспечивается соблюдение предельно допустимых величин показателей вредных производственных факторов [1, 3, 5]. В этих условиях особое значение имеют гигиенические мероприятия. В частности, на основании пунктов 33 и 34 статьи 16 ТК РК от 23.11.2015 г. разработаны и утверждены Правила и Нормы выдачи работникам молока, или равноценных пищевых продуктов, лечебно-профилактического питания за счет средств работодателя [8, 9].

На основании Норм молоко выдается работникам до 3,2 процентов жирности по 0,5 литров за смену, независимо от её продолжительности, в дни фактической занятости работника на работах, связанных с производством или с применением химических веществ, в соответствии с утвержденным Перечнем. Замена молока другими равноценными пищевыми продуктами, и (или) специализированными продуктами для диетического (лечебного и профилактического) питания допускается с согласия работника, и оформляется решением коллективного договора или актом работодателя.

В утвержденный перечень равноценных пищевых продуктов, выдаваемых работникам вместо молока, входят кисломолочные жидкие продукты, в том числе обогащенные, с содержанием жира до 3,5% (кефир разных сортов, простокваша, ацидофилин, ряженка), и йогурты с содержанием жира до 2,5% с нормой выдачи 500мл; творог не более 9 % жирности с нормой выдачи 100г; сыр не более 24 % жирности с нормой выдачи 60г. Выдача молока или других равноценных пищевых продуктов не производится за одну или несколько смен вперед, равно как и за прошедшие смены.

Анализ публикаций о химическом составе молока показал, что в коровьем молоке содержится более двухсот различных органических и минеральных веществ, необходимых для организма человека и способствующих повышению устойчивости организма к неблагоприятным воздействиям окружающей среды. В частности, молоко является важным источником иммуноглобулинов, которые воздействуют на болезнетворные микроорганизмы и вирусы, лактоферрина и лизоцима, обладающих антибактериальными свойствами, легкоусвояемого кальция, витаминов А, В₂, В₁₂ и т.д. Благодаря сбалансированному составу, молоко получило широкое применение, как один из наиболее важных продуктов повседневного питания населения во многих странах мира [12, 13].

Вместе с тем, исследования последних десятилетий свидетельствуют, что в молоке, прошедшем обработку, нет глутатиона, участвующего в биотрансформации токсических веществ. Зато в нем содержатся вещества, подавляющие активность глутатиона. Кроме того, молоко не является достаточно хорошим источником серосодержащих аминокислот и витаминов, которые также участвуют в процессах биотрансформации чужеродных веществ в организме [10]. Установленные научные факты поднимают вопрос о целесообразности профилактического применения молока на вредных производствах.

В настоящее время выявлены медицинские противопоказания к употреблению молока, обусловленные наличием определенных хронических заболеваний, таких как аллергия к молоку, колиты и гастриты с пониженной

кислотностью желудочного сока, заболевания печени и поджелудочной железы и др. патологии [2, 7].

В этой связи важно, чтобы утверждаемый руководителем предприятия Перечень профессий и должностей, которым в дни фактической работы во вредных условиях труда устанавливается выдача молока, согласовывался не только с представителями работников, но и с представителями медицинского центра, обслуживающего предприятие, для составления списка работников, которые имеют медицинские противопоказания к употреблению молока, для выдачи других равноценных продуктов вместо молока, с целью обеспечения защиты их организма при работе во вредных условиях труда.

Кроме того, установлено, что жиры молока способствует усвоению жирорастворимых токсических соединений, а также ускоряют всасывание свинца, углеводов и их галопроизводных в желудочно-кишечном тракте и усиливают отравление нитробензолом и тринитробензолом [4].

Данные факты обуславливают необходимость проведения научных исследований для обоснования Перечня пищевых продуктов, в том числе и питьевых продуктов, которые могут обеспечить защиту организма работников от воздействий вредных производственных факторов в специфических условиях производства во время выполнения трудовых обязанностей. В этой связи внимание работодателей, профсоюзных организаций и научных центров необходимо сосредоточить на проведении совместной работы в этом направлении с целью достижения максимального эффекта в обеспечении защиты работников при контакте с вредными производственными факторами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бисакаев, С.Г., Крекешева Т.И. Условия и характер труда работников, занятых в производстве глинозема на предприятии Республики Казахстан / С.Г. Бисакаев, Т.И. Крекешева // International scientific journal "Science and world". – 2016. – № 6, Vol. I. – с. 26-27.
2. Бойцов, А.Г., Лифляндский В.Г. Лечение дисбактериоза: Продукты, лекарства и биологически активные добавки / А.Г. Бойцов. – СПб: Нева; М.: ОЛМА-ПРЕСС Инвест, 2003. – 384 с.
3. Голубев, П.Г., Токанова Ш.Е. Профессиональные риски работающих на угольном месторождении «Каражыра» / П.Г. Голубев, Ш.Е. Токанова, К.У. Кембаева и др. – Режим доступа: <http://group-global.org>
4. Измерова, Н.И. Законодательное регулирование лечебно-профилактического питания работников при вредных и особо вредных условиях труда: методические рекомендации. 2 издание, переработанное и дополненное / Н.И. Измерова, Л.П. Кузьмина, Т.Л. Пилат и др. – М.: НИИ медицины труда РАМН, 2012. – 60 с.
5. Крекешева, Т.И. Особенности условий труда на предприятиях по производству ферросплавов / Т.И. Крекешева, М.А. Бекенова, Е.Ж. Отаров // Хабаршы-Вестник Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева. Серия. Естественно-технические науки». – 2016. – № 4. – С. 394-397.
6. Конституция РК (принята на республиканском референдуме 30 августа 1995 года) (с изм.и доп. по состоянию на 02.02.2011г. // Официальный сайт Парламента РК. – Режим доступа: <http://www.parlam.kz/ru>.
7. Пилат, Т.Л. Питание рабочих при вредных и особо вредных условиях труда. История и современное состояние. Т.1. / Т.Л. Пилат, А.В. Истомин, А.К. Батурин. – М.: Леовит, 2006. – 244 с.
8. Приказ Министра МЗСР РК от 28 декабря 2015 года № 1054 «Об утверждении Правил выдачи работникам молока или равноценных пищевых продуктов, лечебно-профилактического питания, специальной одежды и других средств индивидуальной защиты, обеспечения их средствами коллективной защиты, санитарно-бытовыми помещениями и устройствами за счет средств работодателя». – Режим доступа: <http://adilet.zan.kz>
9. Приказ Министра МЗСР РК от 28 декабря 2015 года № 1056 «Об утверждении норм выдачи работникам молока или равноценных пищевых продуктов, лечебно-профилактического питания». – Режим доступа: <http://adilet.zan.kz>
10. Сушинская, Т.М. Роль молока в лечебно-профилактическом питании / Т.М. Сушинская // Охрана труда. технологии безопасности. – 2015. – № 1. – С. 33-36.
11. Трудовой кодекс Республики Казахстан от 23 ноября 2015 года № 414-V (с изм. и доп. от 06.04.2016 г.) // [Сайт «Параграф»]. – Режим доступа: <http://online.zakon.kz>
12. Чимонина И.В. Химический состав молока и его воздействие на организм человека / И.В. Чимонина, С.А. Кочарян // Пищевая промышленность. – 2014. – № 2 (11). – С. 90-92.
13. Шейфель, О.А. Биохимия молока и молочных продуктов: Конспект лекций / О.А. Шейфель. – Кемерово: КТИПП, 2010. – 126 с.

Материал поступил в редакцию 28.01.19.

THE SERVING OUT OF MILK TO WORKERS IN HARMFUL LABOUR CONDITIONS

N.B. Abdrakhmanova¹, G.A. Eselkhanova²

¹ Candidate of Biological Sciences, Deputy Director General for Research, ² Laboratory Head
Republican Scientific and Research Institute for Labor Protection of the Ministry of Labor
and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan (Astana), Kazakhstan

Abstract. The article discusses issues of efficiency and feasibility of providing milk to workers employed in harmful labour conditions. The attention is paid to counterindications and restrictions in the serving out of milk to workers in hazardous industries. The suggestions to ensure the protection of the workers' body against the adverse effects of the factors of the labour environment during performance of their employment duties are given.

Keywords: harmful labour conditions, workers, milk, contraindications, measures.

УДК 331.103:334.716

АДАПТАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ВОДИТЕЛЕЙ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С.А. Бекеева¹, Ж.Х. Есбенбетова², А.Е. Нургазиева³

¹ кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории регламентации,

² руководитель лаборатории исследования профессиональных рисков,

³ научный сотрудник лаборатории аналитических исследований и организационного обеспечения НИР

РГКП Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда

Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан (Астана), Казахстан

***Аннотация.** Представленные результаты исследования установили, что между показателями, отражающими функциональное состояние организма водителей, продолжительностью смены, вахтового метода организации труда и производственными факторами существует достоверная связь, которая предъявляет значительные требования к физиологическим механизмам адаптации. А также разработаны рекомендации, направленные на управление рисками в области охраны труда, предложены пути применения результатов исследования для управления рисками рабочей среды и трудового процесса.*

***Ключевые слова:** горнодобывающая промышленность, водителей большегрузных автосамосвалов, вахтовый метод работы, адаптационный потенциал.*

Ведущее место в горнодобывающей промышленности занимает открытый способ добычи полезных ископаемых, где современный карьер представляет собой сложное горнотехническое предприятие. Перевозки рудной массы производятся водителями большегрузных автосамосвалов (в основном вахтовый метод организации труда), условия труда которых существенно отличаются от таковых у горняков основных профессий, занятых эксплуатацией и техническим обслуживанием горнодобывающей техники [6, 7]. К недостаткам вахтового метода труда относится интенсивная нагрузка, которая сопровождается хроническим напряжением всех физиологических систем организма, участие которых в производственной деятельности работников является ведущим [5]. Цель – изучить адаптационный потенциал водителей большегрузных автосамосвалов горнодобывающей промышленности в связи с условиями труда.

Оценка профессионального риска по показателям вредности условий труда проводилась согласно Методике, разработанной РГКП «РНИИОТ МТСЗН РК» [3]. Оценка функционального состояния работников от условий труда, степени профессионального риска, адаптационных возможностей проведена расчетно-экспериментальным методом по методике Баевского Р.М. в соавт. [1, 4]. Тип сменного режима труда водителей-вахтовиков представляет собой непрерывную сменную работу в течение 24 часов в сутки (2 смены), включая выходные и праздничные дни. В течение рабочей смены работникам предоставляется 30 минутный перерыв для приема пищи и отдыха. Продолжительность вахтового периода составляет 14 дней.

Общая численность участников исследования составила 14 водителей большегрузных самосвалов, мужского пола в возрасте от 29-61 лет с профессиональным стажем 10-42 лет. Оценка профессионального риска, рассмотренная по 5*-ти основным показателям, установила:

– по результатам вредности условий труда – 3 степень риска (средняя), так как труд водителей по напряженности труда охарактеризован как напряжённый труд средней степени, что относится к классу 3.1. (вредный);

– по травмоопасности трудового процесса, безопасности производственного оборудования и обеспеченности средствами индивидуальной защиты – 2 степень риска (низкая), рабочее место водителя соответствует требованиям эргономики, техника (самосвалы) проходят ежегодные плановые, ежедневные технические осмотры по установленным техническим нормам и все водители обеспечены средствами индивидуальной защиты;

– по оценке риска заболеваемости – 3 степень риска (средняя). Проведенный анализ состояния здоровья по данным периодического медицинского осмотра и заболеваемости с временной утратой трудоспособности рабочих показывает, что у обследованных водителей чаще всего выявлялись болезни глаз и придаточного аппарата (40,1 %), на втором месте болезни системы кровообращения (32,2 %) и на третьем месте болезни органов кровообращения (6,2 %) (Таблица 1).

Таблица 1

**Расчет степени оценки индивидуального профессионального риска
водителя большегрузных самосвалов горнодобывающей отрасли**

Наименование предприятий	Наименование профессии	Оценка ПР					Степень риска 2
		вредность условий труда	травмоопасность условий труда	безопасность производственного оборудования	обеспеченность СИЗ	риск заболеваемости	
Горнодобывающая промышленность	Водители (n=14)	3	2	2	2	3	

Оценка функционального состояния водителей в зависимости от условий труда представлена в сравнительном аспекте со степенью профессионального риска. Так, удовлетворительная адаптация была выявлена у 3 водителей (21,4 % от общего количества), неудовлетворительная у 6 водителей (42,9 %). Напряжение адаптационных механизмов, установленное у 5 водителей (35,7 % от общего количества), возможно, вызвано воздействием повышенного нервно-эмоционального напряжения, подтвержденных результатами аттестации (3.1).

Сравнительный анализ оценки функционального состояния водителей в возрастном аспекте (4 возрастных групп) и с учетом стажа представлены в таблице 2. Так, для водителей II, III и IV группы характерна удовлетворительная адаптация, тогда как I, II и III групп – напряжение механизмов адаптации и неудовлетворительная адаптация II и IV групп составили 33,4 – 80 % соответственно. У водителей данного предприятия срыв адаптации функционального состояния не выявлен.

Таблица 2

**Зависимость степени адаптации к условиям среды от возраста
водителей большегрузных автосамосвалов горнодобывающей отрасли, в %**

Возрастные группы	Количество обследованных	Группы функционального состояния			
		1-удовлетворительная адаптация	2-напряжения механизмов адаптации	3-неудовлетворительная адаптации	4-срыв адаптации
I группа – 18-30 лет	1		1 чел. – 25 %		-
II группа – 31-40 лет	6	1 чел. – 16,6 %	3 чел. – 50 %	2 чел. – 33,4%	-
III группа – 41-50 лет	2	1 чел. – 50%	1 чел. – 50 %.		-
IV группа – 51-60 лет	5	1 чел. – 20%		4 чел. – 80 %	-
ИТОГО	14	3 чел. – 21,4%	5 чел. – 35,7 %	6 чел. – 42,9%	

Анализ зависимости функционального состояния работников от условий труда показал, что неудовлетворительная адаптация установлена у водителей II и IV групп в возрасте от 31-40 и 51 и 60 лет. Возможно, негативное воздействие вредных производственных факторов, своевременно выявленных при оценке профессионального риска у водителей II группы, является кратковременным [2], вследствие чего организм может сохранить удовлетворительную адаптацию. Тогда как у водителей IV группы со стажем работы более 35 лет, функциональное состояние соответствует неудовлетворительной адаптации (3,36 баллов), что свидетельствует об уменьшении адаптационных резервов и усилении реакции организма на условия производственной среды.

Таким образом, исследование функционального состояния водителей большегрузных автосамосвалов горнодобывающей промышленности показало, что нарушение адаптационных механизмов ярко проявляется на фоне вредных факторов производственной среды. С возрастом и с увеличением стажа работы у водителей проявляется ухудшение функционального состояния организма, что приводит к неудовлетворительной адаптации либо к высокой степени профессионального риска. Следовательно, необходимо обеспечить целенаправленные оздоровительные и профилактические мероприятия по повышению защитных свойств организма, так как неудовлетворительная адаптация водителей к условиям трудового процесса характеризуется более выраженными изменениями функциональных возможностей организма. При правильном проведении профилактических мер, неудовлетворительная адаптация к условиям трудового процесса у работников достаточно быстро восстанавливается.

Примечание

5*: 1 – Оценка вредности условий труда; 2 – Оценка травмоопасности условий труда (опасности производственных факторов); 3 – Оценка безопасности производственного оборудования; 4 – Оценка обеспеченности СИЗ; 5 – Оценка риска заболеваемости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баевский, Р.М. Оценка уровня здоровья при исследовании практически здоровых людей / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева, Е.С. Лучицкая и др. – М.: Фирма «Слово», 2009. – 100 с.
2. Бекеева, С.А., Еселханова Г.А., Жанкулова Л.К. Оценка функционального состояния организма работников как элемент системы управления охраной труда на предприятии / С.А. Бекеева, Г.А. Еселханова, Л.К. Жанкулова // Наука и Мир. – 2018. – №12 (64), 2018, Том 1. – С. 41-42.
3. Бисакаев, С.Г. Методические рекомендации по внедрению системы управления профессиональными рисками на предприятии / С.Г. Бисакаев, Ш.К. Абикинова, Ж.Х. Есбенбетова. – ISBN 978-601-06-4724-4. – Астана: РГКП «РНИИОТ МТСЗН РК», 2017. – 84 с.
4. Коротков Н.С. К вопросу о методах исследования кровяного давления / Н.С. Коротков // Известия Императорской Военно-медицинской академии. – 1905. – Т. 11. – С. 365-367.
5. Онаев, С.Т. Функциональное состояние организма работников, занятых на производстве с особыми формами организации труда / С.Т. Онаев, Д.С. Абитаев, И.М. Шаметеков и др. // Гигиена труда и медицинская экология. – 2009. – №3 (24). – С. 41-50.
6. Профилактика заболеваний, связанных с условиями труда, работников горно-химической промышленности Крайнего Севера: Информационно-методическое письмо. – Апатиты, 2012. – 22 с.
7. Сюрин, А.С., Шилов В.В. Профессиональные риски здоровью работников транспорта горно-химического комплекса Кольского Заполярья / А.С. Сюрин, В.В. Шилов // Медицина труда и промышленная экология. – 2016. – №6. – С. 6-11.

Материал поступил в редакцию 28.01.19.

ADAPTATION POTENTIAL OF DRIVERS OF THE LARGE DUMP TRUCKS IN MINING INDUSTRY

S.A. Bekeyeva¹, J.H. Yesbenbetova², A.E. Nurgaziyeva³

¹ Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher at the Regulation Laboratory,

² Head of the Occupational Hazards Laboratory,

³ Researcher of the Laboratory for Analytical Research and Organizational Support for Research
Republican Scientific and Research Institute for Labor Protection of the Ministry of Labor
and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan (Astana), Kazakhstan

Abstract. *The presented results of the study established that there is a reliable relationship between the indicators reflecting the functional state of the drivers' organism, the shift duration, the work on a rotational basis and production factors, which places considerable requirements to the physiological mechanisms of adaptation. Also we developed recommendations aimed at managing risks in the field of labor protection, suggested ways of applying the results of the study to manage risks of the working environment and the work process.*

Keywords: *mining industry, drivers of large dump trucks, work on a rotational basis, adaptation potential.*

УДК 331.482:377.44

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ И ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ ПО ВОПРОСАМ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ТРУДА

Н.Г. Джумагулова¹, А.Е. Нургазиева²

¹ руководитель лаборатории, магистрант, ² научный сотрудник лаборатории
Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда
Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан» (Астана), Казахстан

***Аннотация.** В статье рассматриваются проблемные вопросы организации процессов повышения квалификации и проверки знаний в области безопасности и охраны труда руководителей и ответственных лиц. Авторами предложены новые методы осуществления проверки знаний по результатам обучения, посредством создания единого автоматизированного тестирующего комплекса.*

***Ключевые слова:** безопасность и охрана труда, повышение квалификации, проверка знаний, единый центр тестирования.*

Согласно трудовому законодательству, руководящие работники и лица, ответственные за обеспечение БиОТ, периодически, не реже одного раза в три года, должны проходить обучение и проверку знаний по вопросам безопасности и охраны труда в организациях, осуществляющих профессиональную подготовку, переподготовку и повышение квалификации кадров [6].

Для повышения уровня качества обучения работодатель может привлекать к обучению сторонних специалистов и организации. Такое обучение должно, с одной стороны, быть вариативным и учитывать специфику производственной деятельности работодателя, а с другой стороны, быть в определенной мере унифицированным, стандартизированным и соответствовать проводимой государством и его уполномоченными органами политике в сфере безопасности и охраны труда.

Вместе с тем, система повышения квалификации, в том виде, в котором она существует сегодня, не соответствует требованиям, предъявляемым к любому образовательному процессу.

Исследователями (отечественными и российскими) отмечается значительное количество недостатков системы повышения квалификации: отсутствие связи с практической деятельностью, неинтересные формы проведения занятий, низкий уровень преподавания курсов, отсутствие учёта потребностей и интересов слушателей, отсутствие обратной связи с аудиторией, несоответствие программ потребностям обучающихся, невозможность выбора учреждения профессиональной подготовки [2, 3].

Так, результаты проведенных исследований НИИ показали, что количество специалистов по охране труда, отвечающих большинству требований по охране труда, составляет всего лишь 3,5 % от общего числа специалистов опрошенных предприятий. Основными причинами данных недостатков авторы приводят: широкое привлечение к преподаванию малокомпетентных, имеющих поверхностные знания в области охраны труда специалистов, не обладающих опытом преподавательской работы; недостаточную обеспеченность обучающих организаций современными техническими средствами поддержки учебного процесса и проверки знаний [4].

На сегодняшний день в Казахстане в действующих Правилах проведения обучения, инструктирования и проверок знаний по вопросам безопасности и охраны труда работников, утвержденных Приказом Министра здравоохранения и социального развития Республики Казахстан от 25 декабря 2015 года № 1019 [5], не регламентирована форма и требования к процессу обучения и проверки знаний, что приводит к следующим последствиям:

- формальное проведение обучения и проверки знаний (*курсы не посещаются, сертификаты выдаются без проведения экзаменов, либо за дополнительную плату*);
- отсутствие контроля за посещаемостью и идентификации экзаменуемого при дистанционной форме обучения (*на электронный адрес высылаются материалы для самостоятельного ознакомления и тесты, которые с ответами курсант должен заполнить и отправить в обмен на сертификат*);
- привлечение в лекторский состав специалистов, не имеющих достаточной квалификации (*зачастую не соответствуют образованию, опыт работы, практические навыки*);
- недостаточное оснащение Учебных центров материально-технической базой.

Указанные недостатки приводят к коррупционным нарушениям со стороны Государственных инспекторов, являющихся председателями экзаменационных комиссий.

Проверка знаний как основной элемент процесса подготовки и повышения квалификации специалистов, на наш взгляд, требует совершенствования процессов с целью повышения ее результативности и эффективности.

В связи с этим предлагается проверку знаний осуществлять посредством единого автоматизированного тестирующего комплекса на базе территориальных подразделений или подведомственных организаций МТСЗН РК.

Предлагаемая схема осуществления процесса проверки знаний приведена на рисунке 1.



Рисунок 1. Схема осуществления процесса проверки знаний по результатам повышения квалификации в области БиОТ

Учебный центр после осуществления обучения, путем подачи заявления, направляет обучаемых на проверку знаний в центры тестирования, в зависимости от территориальной близости.

Проверка знаний фиксируется видеозаписью с целью идентификации экзаменуемых лиц и контроля самого процесса и осуществляется в присутствии администратора тестирования, в обязанности которого входит обработка заявок, составление графика тестирования и оповещение заявителей о дате тестирования; регистрация в системе тестируемых лиц; контроль за процессом и соблюдением процедур тестирования; заверение подписью и печатью и выдача результатов тестирования.

Заявки и результаты тестирования будут регистрироваться в единой базе данных тестирования, предназначенной для:

- хранения тестового материала;
- регистрации данных об экзаменуемых;
- хранения результатов проверки знаний;
- формирования протоколов;
- формирования отчетности.

Для реализации данного предложения требуется разработка и внедрение соответствующего программного обеспечения (по аналогии тестирования кандидатов на занятие административных государственных должностей, при которой используется подсистема «Тестирование» интегрированной информационной системы «Е-кызмет») и внесение изменений в Правила и сроки проведения обучения, инструктирования и проверок знаний по вопросам безопасности и охраны труда работников.

Законодательное закрепление модернизированного процесса проверки знаний по окончании курсов обучения по БиОТ посредством единого автоматизированного тестирующего комплекса позволит:

- обеспечить недопущение к выполнению обязанностей по обеспечению безопасности и охраны труда на предприятиях неквалифицированных специалистов;
- исключить «человеческий фактор» и коррупционную составляющую при проверке знаний посредством применения компьютерного тестирования;
- исключить необходимость комиссионной проверки знаний с участием госинспекторов;
- осуществлять мониторинг качества услуг Учебных центров по повышению квалификации по вопросам БиОТ;
- владеть информацией о состоянии подготовки кадров по вопросам БиОТ и качества обучения Учебными центрами, путем аккумулирования результатов тестирования.

Повышение квалификации работников в сфере безопасности и охраны труда является основным элементом обеспечения надлежащего соблюдения норм трудового законодательства, направленного на сохранение жизни и здоровья работников в процессе их трудовой деятельности. В связи с этим процесс приобретения и проверки знаний требует пристального внимания и постоянного обновления с использованием существующих и перспективных средства информационных технологий, в том числе хранения и передачи информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абикинова, Ш.К. Анализ текущего состояния и тенденций в подготовке специалистов по специальности «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» / Ш.К. Абикинова, М.К. Меденова // Наука и мир: Международный научный журнал. – 2017. – Т.1. – № 7 (47). – С. 18-21.
2. Богданова, Н.А. Проблема эффективности учебной деятельности в условиях использования современных образовательных технологий / Н.А. Богданова, Е.В. Камнева // Современное состояние теоретических и прикладных психологических исследований в социальной и педагогической психологии: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 29-30 ноября 2007 г. – Иваново: Иван. гос. ун-т, 2007. – С. 100-102.
3. Коростелёв, А.А. Недостатки системы повышения квалификации в обеспечении развития управленческих кадров / А.А. Коростелёв // Вектор науки ТГУ. – 2011. – №3 (6). – С. 168-172.
4. Новиков, Н.Н. Совершенствование программ обучения руководителей и специалистов по охране труда и оценки соответствия специалиста требованиям по охране труда / Н.Н. Новиков // Охрана труда и техника безопасности в строительстве. – 2011. – № 2. – С. 23-25.
5. Правила проведения обучения, инструктирования и проверок знаний по вопросам безопасности и охраны труда работников, утвержденные Приказом Министра здравоохранения и социального развития Республики Казахстан от 25 декабря 2015 года № 1019.
6. Трудовой кодекс Республики Казахстан от 23 ноября 2015 года, подпункт 30, статья 16.

Материал поступил в редакцию 28.01.19.

IMPROVING THE SYSTEM OF ADVANCED TRAINING AND ASSESSMENT OF KNOWLEDGE ON SAFETY AND LABOR PROTECTION

N.G. Jumagulova¹, A.E. Nurgaziyeva²

¹Laboratory Head, Master's Degree Student, ²Researcher of Laboratory
Republican Scientific and Research Institute for Labor Protection of the Ministry of Labor
and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan (Astana), Kazakhstan

***Abstract.** The article deals with the outstanding issues of organizing the processes of advanced training and assessment of knowledge on the safety and labor protection of managers and responsible executives. The authors have suggested new methods for carrying out knowledge testing based on learning outcomes, through the creation of a unified automated testing complex.*

***Keywords:** safety and labor protection, professional development, assessment of knowledge, integrated testing center.*

УДК 656.025.4(574+510)

ДОВЕРИТЕЛЬНЫЕ ГРАНИЦЫ КРИПТОВАЛЮТЫ FEATHERCOIN В ИНТЕРМОДАЛЬНОМ СООБЩЕНИИ

Ж.М. Куанышбаев¹, М.И. Арпабеков², Ш. Жанабаева³

^{1,2} доктор технических наук, профессор, ³ студент группы ОПД-42
Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева (Астана), Казахстан

Аннотация. В данной статье рассматриваются доверительные границы криптовалюты Feathercoin в интермодальном сообщении.

Ключевые слова: доверительные границы, криптовалюта, Feathercoin.

В настоящее время набирает тенденция организация электронных торгов с использованием криптовалют. Ранее были представлены материалы по возможности использования в перевозочном процессе таких криптовалют как PEERCOIN (PPC) и “EOS” [1, 2]. В предлагаемой статье изложим возможность использования криптовалюты FEATHERCOIN, FTC (Фезеркоин), которая создавалась как улучшенный аналог Litecoin. Объем монет увеличен в 4 раза (336 млн. монет), алгоритм имеет незначительные улучшения. В рекламе широко используется термин «атака 51 %». Смысл «атаки 51 %» в следующем – теоретически, если в одних руках сосредоточится более 51 % монет системы, то такой пользователь может генерировать новые монеты без подтверждения уникальности, и таким образом устанавливает полный контроль над системой. Разработчики Feathercoin утверждают, что их система полностью защищена от таких атак, но ценность такой возможности сейчас невелика. “Атаки 51 %” при нынешних сложностях сетей криптовалют практически невозможны.



Рисунок 1. Лейбл криптовалюты Feathercoin

История появления. Криптовалюта Feathercoin появилась на рынке в апреле 2013 года. Кто именно является автором системы неизвестно. При разработке основатели ориентировались не только на Bitcoin, но и его форк Litecoin. Главной задачей была модернизация системы. Однако улучшенный, по их мнению, продукт пока не пользуется большим спросом. Создатели нового форка Bitcoin и Litecoin модернизировали алгоритм. Так, Bitcoin функционирует на основе SHA-256. Новый алгоритм Feathercoin расширяет функциональные возможности SHA-256, тем самым обеспечивая более быстрое взаимодействие с памятью. Приятный результат – весьма быстрая эмиссия криптографической валюты; один блок формируется за две с половиной минуты. Как и многие другие цифровые валюты, монеты FTC вращаются в децентрализованной системе. Независимость платформы и криптовалюты обеспечивается благодаря равноправию среди пользователей. Благодаря этому у Feathercoin курс зависит только от соотношения предложения и спроса, прочие факторы вроде изменений в макроэкономическом плане, его не касаются. Основные сходства Feathercoin и Litecoin. Feathercoin многие элементы системы позаимствовал у Litecoin, поэтому между этими двумя валютами много общего.

1. Использование алгоритма

Известно, что Bitcoin работает на основе SHA-256. Новый алгоритм дополняет функциональные возможности, за счёт чего обеспечивается быстрое взаимодействие с памятью. Такая модернизация позволяет добиться быстрой эмиссии валюты. Формирование одного блока занимает 2.5 минут.



Рисунок 2. Лейбл криптовалюты Litecoin

2. *Децентрализация.* Как и в случае многих других криптовалют, *Feathercoin* не имеет единого центра. Равноправие между пользователями позволяет обеспечить независимость валюты, курс которой колеблется только от спроса и предложений. Разработка представленных цифровых денег была инициирована в 2013 году и взяла за основу алгоритм Litecoin и надёжность биткоина. Постепенно архитектура блокчейна была улучшена и в итоге криптовалюта перешла на собственный алгоритм NeoScrypt. Технически цифровые деньги *Feathercoin* предлагают следующие показатели:

1. Новый алгоритм делает майнинг устойчивым к ASIC-устройствам, что даёт возможность использовать для добычи видеокарты;
2. Вознаграждение за блок составляет 40 монет, его уменьшение вдвое происходит каждый 2,1 млн блоков;
3. Время формирования блока – 1 минута;
4. Максимальный объем эмиссии – 336 млн монет.

Разработчики *Feathercoin* позиционируют свою криптовалюту как более удобный и совершенный вариант лайткоина. Подчёркивается наличие многочисленных проектов, направленных на повышение удобства и безопасности сети. Среди подобных разработок выделяют перечень возможностей для банкоматов и создание реальных цифровых монет посредством лазерного травления, комфортные для использования кошельки и иные проекты, ориентированные на популяризацию криптовалюты и цифровых технологий. Разработчики *Feathercoin* подчёркивают высокую скорость обработки данных, а также безопасность хранения средств и осуществления переводов. Комиссия на переводы незначительна, что делает криптовалюту удобной для активной торговли. Однако основным аспектом, на который обращается внимание, остаётся майнинг. Устойчивость к ASIC-устройствам делает *Feathercoin* удобной для добычи на видеокартах. Многие пользователи активно поддерживают данный проект именно за счёт лояльности к майнерам.

Особенности Feathercoin. Поскольку главной целью разработчиков была модернизация системы, она имеет несколько важных отличий, которые сделали ее привлекательной для инвесторов.

1. *Количество монет.* В случае с Bitcoin максимально возможная сумма в обращении составляет 21 миллион, Litecoin имеет ограничение в 84 миллиона, а *Feathercoin* – 336 миллионов. По состоянию на 9 августа всего выпущено 131 миллион, поэтому у криптовалюты остаётся большой потенциал.

2. *Медленная эмиссия.* Низкая популярность обеспечивает небольшой выпуск монет, поэтому сложность создания нового блока остаётся незначительной. Если в случае с другими криптовалютами их запас монет уже давно перевалил за половину, то *Feathercoin* выпущено менее **40 %**. Поскольку спрос на FTC невелик, в среднем ее цена держится в пределах 10 центов. Платформой по большей части пользуются майнеры, которых не покидает надежда на возрождение системы. Также стоит отметить, что торгуют эту криптовалюту тоже немногие. В основном, удовлетворение от использования платформы получили только майнеры-первопроходцы. *Feathercoin* майнинг был весьма выгоден, когда криптовалюта только-только вышла на биржу. Тогда ее владельцы заработали весьма неплохо. Прогнозы развития системы. *Feathercoin* появился на рынке 3 мая 2013 со стартовой ценой 0,499 долларов. Пока это лучший показатель криптовалюты за все время ее существования. После выхода на рынок она сразу упала в цене из-за низкого спроса. Так на протяжении всего 2013 года стоимость в среднем составляла 10 центов.

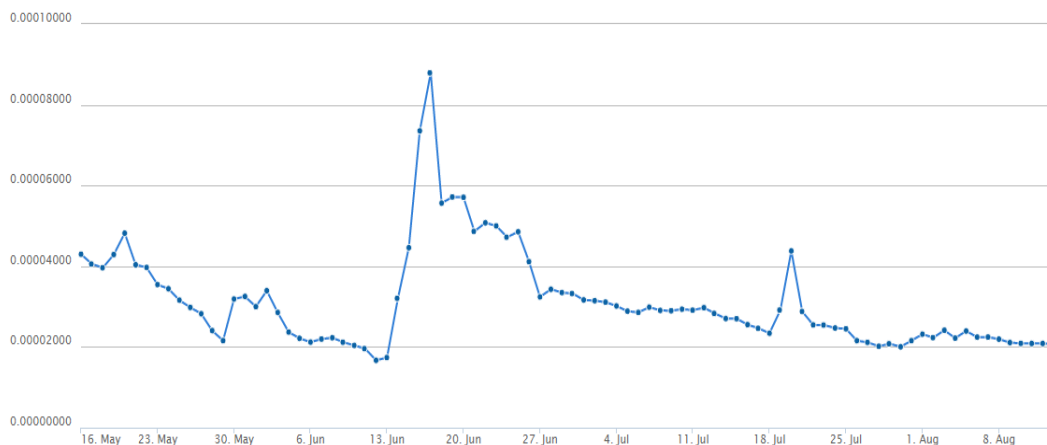


Рисунок 3. График курса Feathercoin к Bitcoin

Единственный значимый скачок произошёл в начале 2014 года, когда за один FTC давали почти доллар. Но продержаться на этой отметке *Feathercoin* так и не смог, и быстро скатился вниз. Сейчас цена 1 *Feathercoin* составляет 0,0133 доллара или 0,000023 BTC. В основном системой продолжают пользоваться майнеры в надежде на ее возрождение.

Перспективы развития. Оценивая возможности и перспективы развития *Feathercoin* аналитики сдержанно отзываюся о потенциале данной криптовалюты. Несмотря на все заявления разработчиков, проект остаётся крайне ограниченным. Основным недостатком выделяют отсутствие оригинальных идей. *Feathercoin* принадлежит к первому поколению альткоинов, появившихся еще до разработки эфира. С учетом данного фактора таким цифровым деньгам достаточно сложно конкурировать с современными и более перспективными платформами. Новых проектов и дальнейших разработок в ближайших планах разработчиков не предвидится – ни белой бумаги, ни дорожной карты на официальном сайте не представлено. Подразумевается, что данные цифровые деньги способны и сейчас конкурировать с криптовалютами первого поколения, в том числе с топовыми разработками. Однако вопрос о заявленной улучшенной безопасности также остаётся открытым. Ряд аналитиков подчёркивают, что *Feathercoin* обрела известность именно на фоне сообщений о взломе их систем безопасности, позаимствованных у Bitcoin и Litecoin. Многие считают данные сообщения фиктивными, однако именно на раздувании данной темы *Feathercoin* набрала популярность. Разработчики данной криптовалюты активно позиционировали свой проект как более защищённый, поскольку им удалось исправить “уязвимости” и решить ряд технических проблем, которыми страдают иные альткоины. Отдельным вопросом становятся заявленные проекты *Feathercoin*. Их актуальность с появлением смарт-контрактов нивелирована, а при отсутствии новых идей конкурентоспособность данной стороны развития и вовсе ставится под сомнение. Практическая реализация и актуальность лазерного травления для создания цифровых монет *Feathercoin* также вызывает спорное отношение. Даже если не принимать во внимание техническую сложность подобной технологии и многочисленные нюансы, вызывает вопрос практическая необходимость.

Feathercoin биржи

Биржа	Пара	Курс	Объём
QBTC	FTC/CNY	\$0.0940331	\$ 90 467
Bittrex	FTC/BTC	\$0.0812945	\$ 19 970
Cryptopia	FTC/BTC	\$0.0816038	\$ 8 644
Upbit	FTC/BTC	\$0.0814461	\$ 6 826
LiteBit.eu	FTC/EUR	\$0.0811934	\$ 790
BX Thailand	FTC/BTC	\$0.0905092	\$ 443
CoinExchange	FTC/BTC	\$0.0842338	\$ 214
Bittylicious	FTC/GBP	\$0.0927081	\$ 0

Рисунок 4. Курс Feathercoin на бирже

Feathercoin – это цифровая валюта с открытым кодом, полученная в результате форка Litecoin в 2013. Главное новшество проекта – алгоритм хеширования NeoScrypt, который усложняет майнинг монет на основе специализированного оборудования, такого как ASIC.

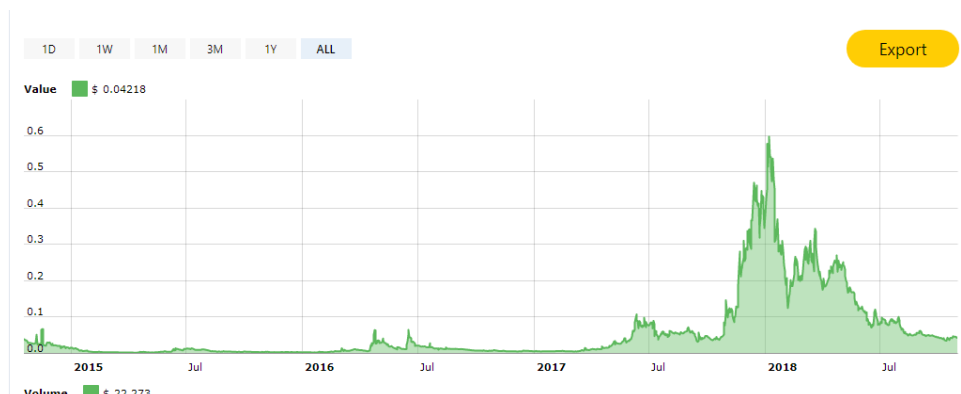


Рисунок 5. Курс Feathercoin к USD

На графике отображён курс криптовалюты Feathercoin к доллару, рублю, эфириуму и биткоину. С помощью переключателя можно детально рассмотреть рост и падения цены FTC за сегодня, за неделю, за месяц, за год и за всю историю.



Рисунок 6. Изменение курса Feathercoin к USD в течение года



Рисунок 7. Курс Feathercoin к USD за 3 месяца



Рисунок 8. Курс Feathercoin к RUB за 3 месяца календарного 2018 г.

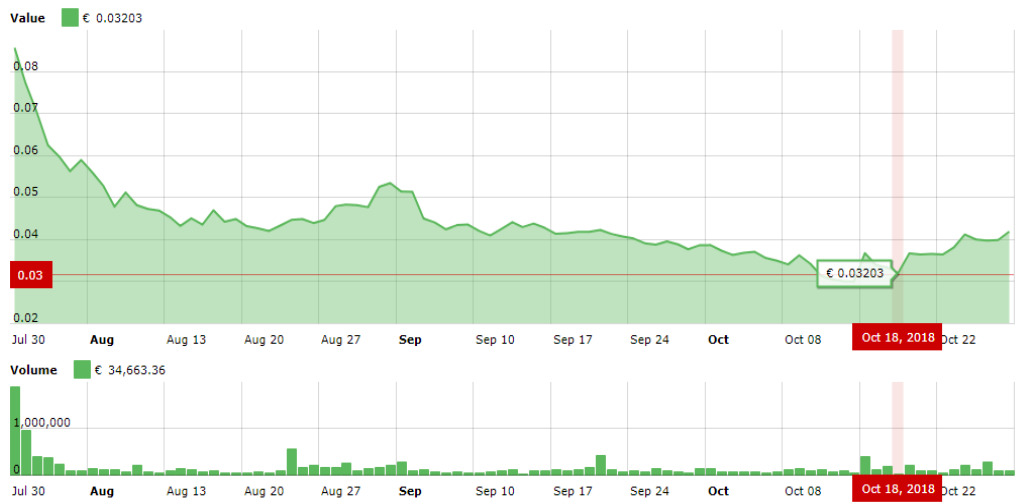


Рисунок 9. Курс Feathercoin к EUR за 3 месяца календарного 2018 г.



Рисунок 10. Колебания курса Feathercoin по отношению к доллару в течение календарного 2018 г.

Таблица 1

Курс криптовалюты по отношению к доминирующим валютам мира

Дата	FTC/USD	FTC/EUR	FTC/RUB	FTC/CHF
01.12.2017	0,288	0,246	16,91	0,28
03.12.2017	0,285	0,241	16,85	0,28
05.12.2017	0,336	0,286	20,21	0,33
07.12.2017	0,306	0,273	19,13	0,30
11.12.2017	0,366	0,344	24,00	0,36
14.12.2017	0,470	0,395	28,52	0,47
22.12.2017	0,318	0,301	21,30	0,31
26.12.2017	0,413	0,347	26,46	0,41
30.12.2017	0,345	0,293	23,92	0,34
04.01.2018	0,577	0,483	34,44	0,57
16.01.2018	0,307	0,253	19,17	0,30
20.01.2018	0,370	0,250	19,05	0,37
05.02.2018	0,125	0,099	7,59	0,12
17.02.2018	0,266	0,210	14,36	0,26
05.03.2018	0,294	0,206	14,01	0,29
19.03.2018	0,250	0,245	16,44	0,25
20.03.2018	0,343	0,280	18,65	0,34
02.04.2018	0,175	0,152	11,02	0,17
24.04.2018	0,270	0,221	15,48	0,27
11.05.2018	0,167	0,142	10,50	0,16
18.06.2018	0,071	0,066	5,03	0,07
24.06.2018	0,120	0,095	6,64	0,12

На основании данных таблицы 1 представим определение доверительные границы курса криптовалюты *Feathercoin* по отношению к твёрдым валютам мира, т.е. верхней и нижней коридоры. Для этой цели воспользуемся нормальным законом распределения колебания курса *Feathercoin* (рис.6, рис.10). Последовательность расчётов такова:

1. Определяем математическое ожидание

$$m_x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Расчёты показывают, что величина математического ожидания составляет:

$$m_x = 0,294$$

2. Определяем дисперсию:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n (m_{x_i} - x_i)^2}{n-1}$$

$$D = 0,0136$$

3. Определяем величину средноквадратичного отклонения:

$$\sigma = \sqrt{D}$$

Величина средноквадратичного отклонения курса предлагаемой криптовалюты составляет $\sigma = \sqrt{0,0136} = 0,1166$. На основании полученной величины средноквадратичного отклонения зададимся доверительными границами (нижней и верхней) предлагаемой криптовалюты.

4. Определяем доверительные границы:

$$FTC = m_x \pm \sigma$$

$$FTC = 0,294 + 0,1167 = 0,41; \quad FTC = 0,294 - 0,1167 = 0,1773$$

В пределах доверительных границ определяем верхний и нижний коридор колебания курса криптовалюты:

5. Верхний коридор колебания курса криптовалюты *Feathercoin*:

$$FTC = 0,294 + 0,1167 = 0,41$$

б. Нижний коридор колебания курса криптовалюты *Feathercoin*:

$$FTC=0,294-0,1167=0,1773$$

На основании изложенного можно утверждать, что представленная методика расчета колебания курса криптовалюты *Feathercoin* позволяет определить его верхний и нижний коридор на основании отчётных данных и избежать резкого колебания его курса. Обратимся к представленным экспериментальным данным колебания курса криптовалюты. Так, например, представленные курсы валют 14.12.2017 г.; 26.12.2017 г.; 05.02.2018 г.; 11.05.2018 г.; 24.05.2018 г. находятся за пределами доверительных границ, поэтому их курсовую стоимость нужно скорректировать. Предложенная методика рекомендуется к внедрению при исчислении курсовой стоимости криптовалюты *FEATHERCOIN*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куанышбаев, Ж.М. Возможность использования криптовалюты “EOS” в перевозочном процессе/ Ж.М. Куанышбаев, А. Алиакбар // Наука и Мир. Международный научный журнал. – 2019. – № 1 (65). – Т. 1. – С. 27–33.
2. Kuanyshbayev, Zh.M. The use of cryptocurrency Peercoin (PPC) on the route of st. Aksu (Kazakhstan railways) – port of Lianyungang (China) / Zh.M. Kuanyshbayev // Science and World. International scientific journal. – 2018. – № 12 (64). – Vol. I.

Материал поступил в редакцию 14.01.19.

CONFIDENCE LIMITS OF CRYPTOCURRENCY FEATHERCOIN IN THE INTERMODAL CONNECTION

Zh.M. Kuanyshbayev¹, M.I. Arpabekov², Sh. Zhanabayeva³

^{1,2} Doctor of Engineering Sciences, Professor, ³ Student

L.N. Gumilyov Eurasian National University (Astana), Kazakhstan

Abstract. *This article discusses the confidence limits of the cryptocurrency Feathercoin in intermodal communication.*

Keywords: *confidence limits, cryptocurrency, Feathercoin.*

УДК 001.8

ЛИГНИН КЕДРОВЫХ ОРЕХОВ В ПРОЦЕССАХ ХОЛОДНОГО ЯДЕРНОГО СИНТЕЗА (ХЯС)

Г.П. Метакса¹, А.С. Метакса², Е.М. Боленов³¹ доктор технических наук, ² магистр экономических наук
Институт горного дела им. Д.А. Кунаева (Алматы), Казахстан

Аннотация. В статье исследованы процессы ХЯС для лигнина кедровых орехов. Показано, что при решении задач ХЯС необходимо учитывать особенности способов воздействия на флюидо-содержащую смесь исходных компонентов. Также описаны экспериментальные данные, которые свидетельствуют о том, что структура исследуемого лигнина способствует синтезу новых элементов, и в зависимости от особенностей применяемой схемы обработки исходные химические элементы могут менять свою концентрацию в сотни и тысячи раз по сравнению с исходным значением. При этом имеют значение конструктивные особенности применяемой схемы воздействия. Был проведен петрографический анализ, данные которого помогают понять механизмы взаимодействия исходной матрицы с внешним воздействием и представляют интерес поведение природного минерального вещества в ходе обработки.

Ключевые слова: кедр, лигнин, ХЯС, технология, флюид, воздействие.

Современная наука уже располагает достаточным объёмом информации [1, 3-5] для формирования отдельного направления для решения задач получения химических элементов нетрадиционными способами. После открытий [4] возможностей биотехнологии, представляет интерес использование для этих целей пространственных лучей Н. Тесла, получаемых с помощью катушек индуктивности разной конструкции. Главной особенностью наших конструкций является автономность энергетического воздействия, не зависящего от промышленной электросети. В качестве объекта воздействия выбран лигнин кедровой скорлупы, предварительно высушенной и перемолотой до дисперсности ≥ 40 микрон. Затем водный раствор (3:1) подвергали в течении месяца обработки, воздействуя на флюид с помощью электродов, подключённых к преобразователю Тесла с разными способами согласования:

- Схема 1 – с удалённой вторичной катушкой;
- Схема 2 – с наложенной вторичной катушкой;
- Схема 3 – с комплексом фотоэлементов.

В таблице 1 приведены результаты спектрального анализа лигнина до и после обработки.

Таблица 1

Химический состав кедрового лигнина до и после обработки

Вид обработки	Содержание, %																
	Co 10 ⁻⁴	Zn 10 ⁻³	Y 10 ⁻³	Cu 10 ⁻³	Sn 10 ⁻⁴	Mo 10 ⁻⁴	Ni 10 ⁻³	Mn 10 ⁻³	V 10 ⁻³	Cr 10 ⁻³	Ag 10 ⁻⁵	Li 10 ⁻³	Nb 10 ⁻⁴	Bi 10 ⁻⁴	W 10 ⁻³	Sb 10 ⁻³	P 10 ⁻²
Исходный	10	4	-	4	40	3	4	4	0,5	0,6	2,5	2	-	-	6	-	-
Схема 1	10	80	-	400	10	1000	3	4	6	20	500	2	-	1,5	20	3	4
Схема 2	2	3	-	10	4	10	3	4	0,5	1	10	2	-	10	-	30	-
Схема 3	6	5	3	10	15	2	5	4	1	1	3	5	6	-	3	-	4

Экспериментальные данные, приведённые в таблице свидетельствуют о том, что структура исследуемого лигнина способствует синтезу новых элементов (ниобий, сурьма, висмут), а также в зависимости от особенностей применяемой схемы обработки исходные химические элементы могут менять свою концентрацию в сотни (цинк, медь, серебро) и тысячи раз (молибден) по сравнению с исходным значением. При этом имеют значение конструктивные особенности применяемой схемы воздействия. Отсюда следует вывод о том, что для синтеза заданных элементов следует найти конкретные способы согласования параметров взаимодействия в ходе синтеза определённого химического элемента. Для решения задач управления ходом синтеза необходимо понимать механизмы взаимодействия исходной матрицы с внешним воздействием. Поэтому представляет интерес поведение природного минерального вещества в ходе обработки. Для этих целей выполнен петрографический анализ, данные которого представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты петрографического анализа кедрового лигнина до и после обработки

Вид обработки	Содержание, %						
	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O
Исходный	6	2,5	3	1	1	2	3
Схема 1	5	2,5	6	6	10	2	3
Схема 2	10	1	6	4	2	1	1
Схема 3	3	0,8	8	6	8	0,6	2

Из данных этой таблицы можно увидеть, что некоторые минералы являются расходными материалом для синтезируемых элементов, а другие – наоборот – ведут себя как побочные продукты синтеза. Так оксид кальция расходуется только при обработке по 3 схеме преобразования, а при второй схеме количество его выросло в 1,5 раза. Подобная ситуация складывается и для оксида магния. А для показателей концентрации железа возникает обратный эффект – во всех случаях его содержание в 2-2,5 раза превышает исходное значение. Такой же эффект отмечается для оксидов алюминия и кремния. Щелочные минералы также чувствительны к изменению условий воздействия, что указывает на их высокую активность в процессах синтеза.

Можно сделать попытку понимания механизмов протекания этих процессов, используя принцип подобия. Здесь будет уместно рассмотрение условий кратности целочисленному ряду некоторых свойств исходных и синтезируемых элементов. Например, скорость звука является параметром, зависящим от плотности и структуры (модуль Юнга, коэффициент Пуассона – для твердых тел; вязкость – для жидких).

Так, наиболее интенсивно проявляют себя при синтезе цинк, медь, молибден, ванадий, хром, вольфрам и серебро. Ниобий и висмут отсутствовали в исходном материале.

В таблице 3 показаны физические соответствия для основных минералов, присутствующих в кедровом лигнине до обработки. Здесь синтезируемые элементы по признаку подобия сравниваются с природными минералами по скорости распространения механических волн (скорость звука).

Таблица 3

Параметры подобия для синтезируемых химических элементов

Элемент	Zn	Cu	Mo	V	Cr	W	Ag	Nb	Bi
Скорость звука, м/с	3700	3570	6190	4500	5940	5174	2600	3480	1790
Коэффициент подобия	1	1	1	1	1	1	2	1	2
Минерал	SiO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	SiO ₂	Cu	Cu

Коэффициент подобия равный единице означает, что скорости отклика на внешние воздействия совпадают для донора и синтезируемого элемента, если $n=2$ – это значит существует кратность целочисленному ряду, т.е. скорость вдвое выше или ниже у сравниваемых элементов и минералов. Здесь хорошо видно, что выбранный принцип подобия хорошо отражает сущность процессов синтеза в данном эксперименте – в большинстве случаев коэффициент подобия равен 1, только серебро и висмут имеют $n=2$. Кроме того, вновь синтезируемые элементы (ниобий и висмут) имеют высокую степень подобия не с минералом, а с синтезируемым элементом, в данном случае с медью.

Кроме того, в эксперименте задействован природный флюид – вода, в которой ее компоненты – водород и кислород – связаны коэффициентом подобия, равным четырём:

$$V_{H_2}/V_{O_2} = \frac{1270}{317} = 4$$

Это означает, что они всегда каталитически активны по отношению друг к другу. Об этом свидетельствуют взрывы в шахтах, грозвые явления и т.п. Эта информация говорит о том, что в ходе синтеза новых элементов они могут играть не последнюю роль. Не случайно этот факт используют в ряде новых геотехнологий [2]. Сравнительный анализ показал отсутствие целочисленных коэффициентов подобия для самой молекулы воды, а вот в ходе ее активации ее составляющие могут проявлять высокую активность. Так серебро имеет коэффициент подобия, равный двум по отношению к водороду – не случайно серебро веками используют для активации воды. Медь и цинк имеют $n=3$, для вольфрама $n=4$. Таким образом, в ходе сравнительного анализа выявлено, что во флюидосодержащей среде в процессах ХЯС участвуют в разной степени все компоненты и структурные составляющие рабочей среды.

Совокупность полученных экспериментальных данных позволяет сделать следующие выводы:

1. Холодный ядерный синтез реализуем с помощью преобразователей Тесла различной конструкции. При этом структура лигнина кедровой скорлупы может быть использована в качестве основы для возникновения новых заданных элементов в ходе ХЯС.

2. Для изучения механизма управления процессами ХЯС могут быть применимы принципы подобия, основанные на соответствии параметров целочисленного ряда скоростей распространения механических волн (скоростей звука) в сравниваемых элементах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Высоцкий, В.И. Ядерный синтез и трансмутация изотопов в биологических системах / В.И. Высоцкий, А.А. Корнилова. – М., Мир, 2003. – 302 с.
2. Секисов, А.Г. Перспективы использования активационного кучного выщелачивания для доизвлечения золота из материала обработанных штабелей и хвостов обогащения руд // Проблемы комплексного освоения георесурсов / А.Г. Секисов, Н.В. Зыков, А.Ю. Лавров. – М.: Горная книга, 2016. – С. 328–333.
3. Fleschman, M. Electrochemically induced nuclear fusion of oleuterium / M. Fleschman, S. Pons // Electroanal. chem. – 1989. – 261 (2). – P. 301.
4. Kervran, C.H. Preuves en Biologie de Transmutations a Fable Energie / C.H. Kervran. – Paris, Maloine, 1975.
5. RocciAndreg, Metod and Apparatus for carryingutnickel and hydrogen exsotermal reactions. Word intellectual property organization, wo 2009, P. 125–444.

Материал поступил в редакцию 22.01.19.

PINE NUTS LIGNIN IN COLD NUCLEAR FUSION (CNF) PROCESSES

G.P. Metaksa¹, A.S. Metaksa², E.M. Bolenov³

¹ Doctor of Engineering Sciences, ² Master of Economic Sciences
Mining Institute named after D.A. Kunaev (Almaty), Kazakhstan

Abstract. *The article investigates the processes of NSF for pine nut lignin. It is shown that when solving problems of NSF, it is necessary to take into account the peculiarities of methods of influencing a fluid - containing mixture of initial components. Experimental data are also described that indicate that the structure of the lignin under study contributes to the synthesis of new elements, and depending on the characteristics of the processing scheme used, the initial chemical elements can change their concentration hundreds and thousands of times compared to the initial value. In this case, the design features of the applied exposure scheme matter. A petrographic analysis was conducted, the data of which help to understand the mechanisms of interaction of the initial matrix with an external influence and the behavior of the natural mineral substance during processing is of interest.*

Keywords: *cedar, lignin, CNF, technology, fluid, impact.*

УДК 001.8

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ РАСТВОРОВ (БАР)

Г.П. Метакса¹, Е.С. Орынгожин², Ж.Н. Алишева³, А.С. Метакса⁴, Е.М. Боленов⁵
Институт горного дела им. Д.А. Кунаева (Алматы), Казахстан

Аннотация. В статье описывается концепция холодного ядерного синтеза. Показано, что синтез новых элементов можно осуществлять, используя в качестве носителя исходного материала природные минералы, которые меняют свой химический состав в ходе обработки их БАР различной селекцией. Также выявлены некоторые признаки для селекции БАР специального назначения. Рассмотрены виды селекции, основанные на выделении определённого вида микроорганизмов из многокомпонентной системы кисломолочной сыворотки. Обозначено новое направление проведения исследовательских работ по получению заданных элементов с помощью БАР различной селекцией. Также было показано, что синтез новых элементов можно осуществлять, используя в качестве носителя исходного материала природные минералы (в данном случае известняк), которые меняют свой химический состав в ходе обработки их БАР.

Ключевые слова: БАР, Холодный ядерный синтез, селекция, соединения, минерал.

В последние годы появилось много работ по холодному ядерному синтезу (ХЯС) химических элементов и их соединений [2, 5, 7]. Чаще всего используют два пути реализации задач этого направления. Так в работах итальянского исследователя Росси А. [7] используются никелевые катализаторы, а в качестве рабочего тела выбраны изотопы водорода, а система возбуждения при этом может использовать любые виды энергий – от теплового нагрева до электромеханических волн определённого диапазона.

После появления пионерских работ Л. Керврана [6] сформировалось новое направление работ, основой синтеза элементов в которых являлась живая клетка. На примере биологически – активных растворов были показаны возможности формирования новых альфа – частиц в температурных пределах существования микроорганизмов. Так появилась новая наука – бионеорганическая химия [4], развитие которой позволило получать практически все химические элементы с помощью микроорганизмов [3]. Общим недостатком этих работ является необходимость заказывать микроорганизмы в специализированных организациях, цены на препараты в которых исключают возможность их использования в современных научных исследованиях. Отсюда возникла необходимость приготовления биологически – активных растворов нетрадиционным способом, который используется в медицинской практике Болотова Б.В. [1]. Основным преимуществом этих БАР является принцип селекции, основанный на выделении определённого вида микроорганизмов из многокомпонентной системы кисломолочной сыворотки. Здесь отсутствует экологическая опасность заражения, т.к. все кисломолочные продукты ассимилированы с человеческим организмом.

Используя принципы бионеорганической химии нами был поставлен лабораторный эксперимент, сущность которого заключалась в селекции определённых микроорганизмов с помощью минеральных солей, органических кислот и ядовитых растений. Получив монокультуру бактерий, помещали в условия развитой межфазовой поверхности (порошок), в нашем случае известняк, который после помола имел диаметр частиц 40-60 мкм. Приспосабливаясь к новым условиям питания, микроорганизмы имеют возможность синтезировать новые элементы и соединения. Ниже представлены результаты экспериментальных работ.

Основным показателем процессов трансмутации является изменения количества минералов (петрографический состав) по сравнению с исходным составом. В таблице 1 приведены количественные показатели по трансмутации известняка бактериями, полученными селекцией с помощью минеральных солей.

Таблица 1

Химический состав минералов, после обработки микроорганизмами, полученными селекцией с участием неорганических солей

Видовой признак бактерий	Содержание, %						
	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O
Исходный	>20	1	0,8	10	6	0,1	<0,5
K ₃ Cr ₂ O ₇	10	1	0,1	10	2	0,5	5
CaCl	>20	2	1,5	10	10	0,3	<0,5
LiCl	8	1	1	10	5	0,2	2
NH ₄ PO ₃	>20	1	3	10	4	0,2	<0,5
NaCl	10	5	0,8	10	6	6	2
KCl	10	3	1	10	6	0,4	>10
CuCl	>20	3	1	10	6	0,2	<0,5

Из данных, приведённых в таблице, видно, что для трансмутации кальциевый компонент используется только микроорганизмами, которые выращены в хлористом литии, калии и натрии. Количество магния неизменно только для бактерий лития и фосфорной селитры, но преобладают процессы синтеза, особенно интенсивно вырабатывают его бактерии, выращенные в хлоридах калия, натрия, меди и кальция. Железо синтезируется хлоридно-кальциевыми и фосфидными микроорганизмами. Алюминий практически инертен для всех рассматриваемых бактерий, тогда как кремний активно расходуется микроорганизмами, выращенными в хромпиковой среде. Щелочные металлы расходуются и синтезируются селективно.

Количество синтезируемых элементов для этой группы микроорганизмов приведено в таблице 2.

Таблица 2

**Химический состав синтезируемых элементов микроорганизмами,
полученными селекцией неорганических солей**

Видовой признак бактерий	Содержание, %								
	Jn10 ⁻³	Sr10 ⁻²	Co10 ⁻⁴	Zn10 ⁻³	Cu10 ⁻³	Sn10 ⁻⁴	Pb10 ⁻³	Cr10 ⁻³	Ga10 ⁻⁴
Исходный	< 1	3	8	1	2	< 1	0,8	0,5	< 1
K ₃ Cr ₂ O ₇	15	1	< 1	2	5	100	1,5	1000	8
CaCl	< 1	6	1	2	6	150	1,5	20	3
LiCl	15	1	1	3	4	50	2	15	8
NH ₄ PO ₃	< 1	2	6	2	4	1000	6	2	5
NaCl	30	1,5	6	4	8	200	2	40	15
KCl	< 1	2	3	2	6	600	2	1	5
CuCl	< 1	2	4	2	300	200	1	0,8	< 1

Отсюда следует, что в список синтезируемых элементов входят такие металлы как индий, стронций, кобальт, цинк, медь, олово, свинец, хром и галлий. При этом существует неоднородность в распределении их количественных значений по видовым признакам микроорганизмов. Так, бактерии, выращенные в хромпиковом растворе, вырабатывают рекордное количество олова, на порядок превышающие возможности других микроорганизмов. Здесь же следует отметить, что количество синтезируемого по видовому признаку элемента максимального именно для тех бактерий, соль которого использована для селекции. Этот признак можно в дальнейшем использовать для прогнозирования синтезирующих свойств.

Поведение бактерий, полученных селекцией в среде органических соединений, изучали, используя растворы чистотела, бессмертника, тиомочевины, ацетилсалициловой и никотиновых кислот. В таблице 3 и 4 представлены количественные значения производительности этих микроорганизмов.

Таблица 3

**Количественный состав минералов петрографического анализа
до и после обработки бактериями органической селекции**

Видовой признак бактерий	Содержание, %						
	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O
Бессмертник	>20	1	0,5	10	6	0,2	0,5
Чистотел	10	1	0,5	10	2	0,2	0,6
Тиомочевина	>20	1,5	1	10	5	0,2	<0,5
Ацетилсалициловая кислота	5	1,5	0,4	0,5	2	0,2	<0,5
Никотиновая кислота	15	2	3	10	20	0,5	0,5
исходный	>20	1	0,8	10	6	0,1	<0,5

Как и в предыдущем случае хорошо видна неоднородность состава минералов после обработки БАР. При этом большинство из них попадает в разряд расходуемых для синтеза минералов. Алюминий, бывший ранее в разряде нейтральных используется в процессах трансмутации только микроорганизмами, выращенными в ацетилсалициловой кислоте (аспирин). При этом они также успешно расходуют кальций, железо и кремний. Никотиновые бактерии хорошо трансмутируют кремний, количество которого возрастает по сравнению с исходными в 3 раза. Они также активны и по отношению к оксидам натрия и калия – их количество возрастает в 5 раз.

Ядовитое растение чистотел способствует селекции микроорганизмов, которые могут поглощать кальций, железо, кремний и синтезировать щелочные металлы. Его антипод – бессмертник оставляет практически инертные бактерии (кроме щелочных Me), которые слабо участвуют в процессах трансмутации.

В таблице 4 представлены результаты трансмутации этими видами бактерий новых химических элементов.

Таблица 4

Количественный состав химических элементов до и после синтеза БАР органической природы

Видовой признак бактерий	Содержание, %						
	Jn10 ⁻³	Co10 ⁻⁴	Zn10 ⁻³	Cu10 ⁻³	Sn10 ⁻⁴	Mo10 ⁻⁴	Ni10 ⁻³
Бессмертник	10	1	3	3	300	1,5	1
Чистотел	15	1	4	15	30	1,5	1
Тиомочевина	<1	6	2	6	60	1	2
Ацетилсалициловая кислота	<1	2	2	6	30	1	1
Никотиновая кислота	15	6	5	10	30	2	4
исходный	<1	8	1	2	<1	0,5	2

Видовой признак бактерий	Содержание, %						
	Mn10 ⁻³	Cr10 ⁻³	Ag10 ⁻⁵	Zr10 ⁻²	Li10 ⁻³	Bi10 ⁻⁴	Ga10 ⁻⁴
Бессмертник	8	0,6	0,8	1	2	2	6
Чистотел	10	1	0,6	1	<2	<2	8
Тиомочевина	40	2	2	1,5	3	3	3
Ацетилсалициловая кислота	8	5	1	1,5	10	10	<1
Никотиновая кислота	20	5	0,8	1,5	20	20	10
исходный	15	0,5	0,5	0,5	<2	<2	<1

Данные, приведённые в таблице, свидетельствуют о том, что органические соединения, в том числе и растительные композиции могут быть успешно использованы для трансмутации новых элементов. Так БАР, полученный из травы бессмертника даёт наибольшее количество олова, содержание которого в 300 раз превышает количество его в исходном минерале. Попутными элементами являются индий (в 10 раз больше исходного), цинк, медь, висмут и галлий. Зато количество исходников марганца и кобальта на порядок ниже. Видимо они участвуют в трансмутации как основа для синтеза более сложных элементов. Подобная ситуация характерна для БАР чистотела. Здесь максимально содержание индия (в 15 раз больше исходного), меди, олова и цинка. Расходниками являются никель, кобальт, марганец, содержание которых в разы меньше исходного.

БАР из сернистых соединений способствует трансмутации меди, олова, марганца, хрома и серебра. БАР из органических кислот может быть успешно использован для получения индия, цинка, меди, олова и хрома. БАР никотиновой кислоты предпочтителен для синтеза индия, кобальта, цинка, олова, никеля и хрома.

Таким образом, совокупность полученных экспериментальных данных позволяет сделать следующие выводы:

1. Концепция холодного ядерного синтеза (ХЯС) получает своё подтверждение на БАР, приготовленных из кисломолочных бактерий, селекция которых осуществляется с помощью ядовитых веществ органического и неорганического происхождения.
2. Показано, что синтез новых элементов можно осуществлять, используя в качестве носителя исходного материала природные минералы (в данном случае известняк), которые меняют свой химический состав в ходе обработки их БАР различной селекции.
3. Выявлены некоторые признаки для селекции БАР специального назначения. Например, для синтеза олова предпочтительны БАР, приготовленные с участием солей фосфорной кислоты, а для синтеза хрома максимальный эффект дают БАР, полученные с помощью поваренной соли. Для получения редкоземельных металлов наилучшим образом проявили себя БАР, приготовленные с помощью солей хромовой кислоты, хлоридов лития и натрия, а также БАР лекарственных трав и никотиновой кислоты.
4. Обозначено новое направление проведения исследовательских работ по получению заданных элементов с помощью БАР различной селекции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болотов, Б.В. Здоровье человека в нездоровом мире / Б.В. Болотов. – СПб., 2018. – 512 с.
2. Высоцкий, В.И. Ядерный синтез и трансмутация изотопов в биологических системах / В.И. Высоцкий, А.А. Корнилова. – М., Мир, 2003. – 302 с.
3. Корнилова, А.А. Проблема и реализация устойчивой генерации альфа – частиц дейтерированных титанов, находящихся в поле тепловой волны / А.А. Корнилова и др. // Инженерная физика. – 2018. – № 5. – С. 82–96.
4. Яцимирский, К.Б. Введение в бионеорганическую химию / К.Б. Яцимирский. – Киев, Наукова думка, 1976. – 205 с.
5. Fleischman, M. Electrochemically induced nuclear fusion of deuterium / M. Fleischman, S. Pons // Electroanal. chem. – 1989. – 261 (2). – P. 301.
6. Kervran, C.H. Preuves en Biologie de Transmutations a Fable Energie / C.H. Kervran. – Paris, Maloine, 1975.
7. RocciAndreg, Metod and Apparatus for carrying out nickel and hydrogen exothermal reactions. World intellectual property organization, wo 2009, P. 125–444.

Материал поступил в редакцию 22.01.19.

**SOME FEATURES OF SYNTHESIS OF CHEMICAL ELEMENTS
BY MEANS OF BIOLOGICALLY ACTIVE SOLUTIONS (BAR)**

G.P. Metaksa¹, E.S. Oryngozhin², Zh.N. Alisheva³, A.S. Metaksa⁴, E.M. Bolenov⁵
Mining Institute named after D.A. Kunaev (Almaty), Kazakhstan

***Abstract.** The article describes the concept of cold nuclear fusion. It is shown that the synthesis of new elements can be carried out using natural minerals as a carrier of the initial material, which change their chemical composition during the processing of their BAR of various breeding. Also identified some signs for the selection of special purpose BAR. The types of selection based on the isolation of a certain type of microorganisms from a multicomponent system of fermented milk whey are considered. Designated a new direction of research on obtaining the specified elements using BAR different selection. It was also shown that the synthesis of new elements can be carried out using natural minerals (in this case, limestone), which change their chemical composition during the processing of their BAR, as a source material carrier.*

***Keywords:** BAR, Cold nuclear fusion, selection, compounds, mineral.*

УДК 620.628

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СОЗДАНИЯ В КАЗАХСТАНЕ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ ОТХОДОВ

Г.П. Метакса¹, А.С. Метакса²¹ доктор технических наук, ² магистр экономических наук
Институт горного дела им. Д.А. Кунаева (Алматы), Казахстан

Аннотация. В данной статье рассматривается использование твердых коммунальных отходов для создания дорожного покрытия в Казахстане. Изучен опыт других стран, которые перешли или постепенно переходят на «зелёную экономику».

Ключевые слова: пластик, ТКО, отходы, дорожное покрытие, битум.

За последние 100 лет человечество сделало большие шаги во всех направлениях, от медицины и науки до улучшения качества жизни человека. Длительность жизни выросла, а также выросла численность населения планеты. Для примера в 1820 году население планеты было 1 миллиард, тогда как в июне 2018 года эта цифра значительно увеличилась, до 7,6 миллиардов человек [10]. Учитывая увеличения населения Земли увеличились и всевозможные отходы, от промышленных до бытовых.

Проблема в том, что человек придумал очень много различных материалов для облегчения своей жизни, но за последние 100 лет они превратились в миллиарды тонн отходов, которые лежат в земле, и их количество будет только увеличиваться. Бытовые отходы могут разлагаться от месяца до 1000 лет. Таким образом, мы быстрее превратим нашу планету в комок мусора, а будущим поколениям просто не останется места для жизни без мусора. Не считая промышленных отходов одними из самых опасных бытовых считается пластик (180 – 200 лет разложения), алюминий (500 лет разложения) и стекло (около 1000 лет разложения).

Развитые страны мира, стараются найти возможности вторично использовать пластик. Если посмотреть данные Агентства по охране окружающей среды США, можно увидеть, что в 2011 году пластмассы составили более 12 % твёрдых бытовых отходов, тогда как в 1960 годах эта цифра была значительно ниже – 1 % [9].

Огромное количество различных проектов было запатентовано и уже применяется в жизни. Так, например, в Швеции сжигают около 2500000 тонн в год. 99 % мусора используют как топливо для электростанций или производства. Город Мальме 60 % энергии берет из собственных отходов. Более того, мусороперерабатывающие заводы настолько мощные, что мусор приходится завозить из других стран Европы, таких как Германия и Великобритания. В той же Великобритании делают энергию из объедков, используя «анаэробное расщепление» — использование бактерий для переработки пищевых отходов и получения биогаза и биоудобрения. В Сингапуре построили энергоблоки на мусоре. Они сжигают более 8000 тонн мусора в день, что позволяет уменьшить его объёмы на 90 %. Благодаря «мусорной энергии» Сингапур производит 2500 МВт-часов электричества в день и не имеет больших свалок [8].

Но самое интересное, что на данный момент научились строить дороги из пластика. Технологий по производству таких дорог несколько. Самые популярные на данный момент – это дороги голландской строительной компании VolkerWessels, которые только начинают применять и дороги по проекту профессора химии Раджагопалан Васудеван в Индии.

Около 100000 километров дорог в Индии сделано из переработанного пластика. Такие дороги более прочны, чем изготовленные из обычного асфальта, они безопасны для окружающей среды и позволяет сэкономить на битуме. Согласно докладу Всемирного экономического форума – на октябрь 2017 года в Индии уже проложено более 100 тысяч километров таких дорог и их количество с каждым днём увеличивается. Согласно проведённым испытаниям, такие дороги являются экологичными и более прочными, чем традиционные. Также они долговечнее асфальтовых дорог на 3-5 раз. Для Индии такие дороги – положительный выход, т.к. страна использует переработанный пластик, снижая количество мусора, и создаёт рабочие места для тысячи граждан. Также в стране ввели новый закон, по которому каждый гражданин может сдать пластик для дорог и получить за него деньги.

Технология по созданию таких дорог является простой и, что самое главное, недорогой. В качестве сырья для дорожного покрытия используют почти все виды пластиковых отходов, но в основном это бутылки из-под воды или газированных напитков. Сначала их сортируют, после чего очищают, высушивают и измельчают. Измельчённый пластик смешивают и плавят при температуре около 170 °С. Затем в расплавленный пластик добавляют горячий битум. После смешивания смесь укладывают, как обычный асфальт.

Сам изобретатель таких дорог начал изучение этой темы еще в 2002 году, проложив первый кусочек пластиковой дороги у себя во дворе. Убедившись в дееспособности своего изобретения, он пошёл к государственным чиновникам.

«Мы так много тратим на строительство дорог, на которых быстро появляются выбоины и которые очень скоро начинают нуждаться в ремонте», — сказал Васудеван Фонду ThomsonReuters. — Дорога, которую

я построил, по-прежнему не повреждена, нет никаких выбоин, никаких трещин. Это доказательство её прочности и долговечности. Также в этом методе используются отходы, которые в противном случае попадут на улицы или в реки».



Рисунок 1. Раджагопалан Васудеван (Rajagopalan Vasudevan), профессор химии Инженерного колледжа Тиагараджара в южном городе Мадурай

В Европе также начали изучать дороги из пластика. Но если в Индии пластик добавили в смесь для дороги, то Голландские учёные решили делать дороги полностью из прочного переработанного пластика. Строительная компания VolkerWessels разработала новый тип покрытия для пешеходных, велодорожек и легковых автомобилей. На данный момент проект находится на ранней стадии прототипирования, но власти уже выделили участки для испытания.

Смысл таких дорог заключается в том, что из городского переработанного мусора будут создавать пластиковые блоки, полые внутри. По сообщению производителей, эти модули способны выдерживать такую же нагрузку, как и асфальт, однако имеют массу преимуществ: благодаря малому весу их легко транспортировать, собирать и поддерживать в надлежащем состоянии, а почва при этом гораздо меньше склонна к оседанию. Учитывая, что блоки будут полые, там будут прокладываться коммуникации, а также дренаж для сточных вод, что позволит полностью исключить затопление дорог. Важным является то, что при разрушении какого-то участка дороги, можно будет просто заменить один блок другим, а старые блоки заново переработать.



Рисунок 2. дорожное покрытие от строительной компании VolkerWessels

Также такое покрытие будет, позволять проложить дороги в отдалённых местах, куда дорого или невозможно доставить технику. Пока неизвестно, будут ли они выдерживать нагрузку тяжёлого транспорта, но вес легкового автомобиля они выдерживают.

Преимуществом пластиковых дорог перед асфальтовыми много: такие дороги легко укладываются и убираются, они проще в обслуживании: износившийся фрагмент дороги просто заменяется на другой. К тому же, он лучше асфальта противостоит экстремальным температурам: от -40°C до $+80^{\circ}\text{C}$.

Технологий по использованию дорог из пластика появилось много, но пока самым популярным является Индийская система добавления пластика в асфальтовую смесь. Учитывая преимущества таких дорог, каждая страна сегодня пытается использовать отходы для изготовления, энергии или декора.

Рассматривая принятую Стратегию «Казахстан-2050» данные технологии являются хорошей предпосылкой для построения устойчивой и эффективной модели экономики, основанной на переходе страны на «зелёный» путь развития.

Общий объем накопленных твердых коммунальных отходов (ТКО) в Казахстане составляет около 100 млн тонн, при этом ежегодно образуется уже порядка 5-6 млн тонн. К 2025 году эта цифра может вырасти до 8 млн тонн, при этом образующиеся отходы размещаются на полигонах без предварительной сортировки и обезвреживания [5].

В Казахстане основная масса бытовых отходов без разделения на компоненты вывозится и складировается на открытых свалках, 97 % которых не соответствуют требованиям природоохранного и санитарного законодательства. Менее 5 % твердых бытовых отходов в республике подвергается утилизации или сжиганию. Наибольшее количество ТКО образуется в Павлодарской области и Алматы. За 2008 год образовано соответственно 1,2 млн тонн и 0,5 млн тонн. Наименьший объем образованных за 2008 год ТКО отмечается в Жамбылской области (50 тыс. тонн), Акмолинской области (65 тыс. тонн) [1].

Данную проблему уже рассматривают не только учёные, но и политики Казахстана. Так, в 2019 году в Астане откроют первый завод комплексной переработки мусора. Об этом аким столицы Асет Исекешев сообщил на пресс-конференции в СЦК. Завод будет перерабатывать полностью органические отходы, производить из них биогаз и ряд удобрений, а также будет перерабатывать пластик, дерево и другие материалы. Наличие такого завода в Казахстане позволит создавать новые технологии, связанные с переработкой мусора.

Если обратиться к данным среднегодового морфологического состава твердых бытовых отходов по отдельным городам Казахстана, то мы увидим, что пластмасса занимает большое количество бытовых отходов, которое просто складировается на полигонах и открытых свалках [2-4, 6, 7]:

Таблица 1

Среднегодовой морфологический состав ТКО некоторых городов Казахстана (в %)

Компоненты ТКО	г. Алматы	г. Атырау	г. Шымкент	г. Астана
Бумага	27,8	27,6	27,0	26,0
Пищевые отходы	23,4	32,5	25,0	25,0
Металл	1,6	2,9	3,0	3,0
Стекло	8,6	4,3	7,0	7,0
Дерево	2,4	1,2	2,0	2,0
Пластмасса	14,3	8,3	21,0	20,0
Текстиль	1,3	2,4	4,0	4,0
Кожа, резина	0,04	0,7	0,2	-
Строительный мусор	9,4	10,8	11,0	3,0
Кости	0,1	0,1	1,0	1,0
Прочее	11,6	8,6	0,4	1,0

Разумное использование ТКО может не только помочь встать стране на путь «зелёной экономики», но и увеличить ВВП на 3 %, создать более 500 тысяч новых рабочих мест, сформировать новые отрасли промышленности и сферы услуг, обеспечить повсеместно высокие стандарты качества жизни для населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доклад Министра охраны окружающей среды Республики Казахстан Ашимова Н.С. на Правительственном часе. – Астана, 2009. – С. 1–14.
2. Отчёт Министерства охраны окружающей среды за 2007 г. – 35 с.
3. Отчет по определению норм накопления коммунальных отходов от населения и от других объектов их образования в городе Астана. Ростовский филиал Академии коммунального-хозяйства. 2006.
4. Отчет по определению фактических норм накопления коммунальных отходов от населения и других объектов их образования в городе Алматы. – КазНТУ имени К.И. Сатпаева, 2006. – 23 с.
5. Программа модернизации системы управления твёрдыми бытовыми отходами на 2014-2050 годы. Постановление Правительства Республики Казахстан №634 от 09.06.2014г.
6. Разработка норм по сбору твердых отходов в г. Шымкенте. – ТОО «Казэконур компания», 2010. – С. 20–22.
7. Региональная научно-обоснованная программа управления твёрдыми бытовыми отходами и создания систем сбора, перевозки, хранения и учёта. – ТОО «Эко-Алан», 2005. – С. 30–33.
8. Plastics recycling: Challenges and opportunities». Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. – 2009.
9. Plastics. Epa.gov.
10. WorldPopulation Clock: 7.6 Billion People (2017) – Worldometers (англ.). – Mode of access: <http://www.worldometers.info/world-population/>.

Материал поступил в редакцию 15.01.19.

**TECHNICAL STUDY ON THE CREATION
IN KAZAKHSTAN OF ROAD SURFACES FROM THE WASTE**

G.P. Metaksa¹, A.S. Metaksa²

¹ Doctor of Engineering Sciences, ² Master of Economic Sciences
Mining Institute named after D.A. Kunaev (Almaty), Kazakhstan

***Abstract.** This article discusses the use of municipal solid waste to create a road surface in Kazakhstan. The experience of other countries that have moved or are gradually moving to a “green economy” has been studied.*

***Keywords:** plastic, municipal solid waste, waste, road surface, bitumen.*

УДК 677.057.74

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВЗАИМОСВЯЗАННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ НАКАТНОЙ МАШИНЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ СТАБИЛИЗАЦИЮ ПЛОТНОСТИ НАМОТКИ ТКАНИ В РУЛОН

М.А. Соломаничев, старший преподаватель

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», Россия

***Аннотация.** При использовании в отделочном производстве текстильной промышленности систем электроприводов осевых накатных машин, где основной управляющей координатой является постоянное натяжение наматываемого материала, актуальна задача формирования рулонов с необходимой плотностью намотки, особенно в случае намотки материалов с подвижной легкодеформируемой структурой, например ткани или основы. Известные математические модели [7, 11], описывающие состояние намотанного рулона, не дают адекватного решения указанной задачи. Рассмотрен вариант математической модели системы взаимосвязанного электропривода осевой накатной машины, которая, в отличие от указанных моделей, позволяет решить поставленную задачу.*

***Ключевые слова:** накатная машина, осевая намотка, ткань, натяжение, радиус намотки, устройство стабилизации плотности намотки, взаимосвязанный электропривод, спираль Архимеда, математическая модель.*

Введение. Постановка задачи исследования

Одной из особенностей текстильного производства является широкое применение различных агрегатов, выполняющих технологические операции, связанные с перемоткой обрабатываемых материалов. Например, в отделочном производстве для намотки ткани в рулоны используются периферические и осевые накатные машины. При этом осевой способ намотки, в отличие от периферического, позволяет управлять параметрами формируемого рулона. Основные из них (плотность намотки и длина наматываемого материала) [1] существенно влияют на эффективность последующих технологических операций.

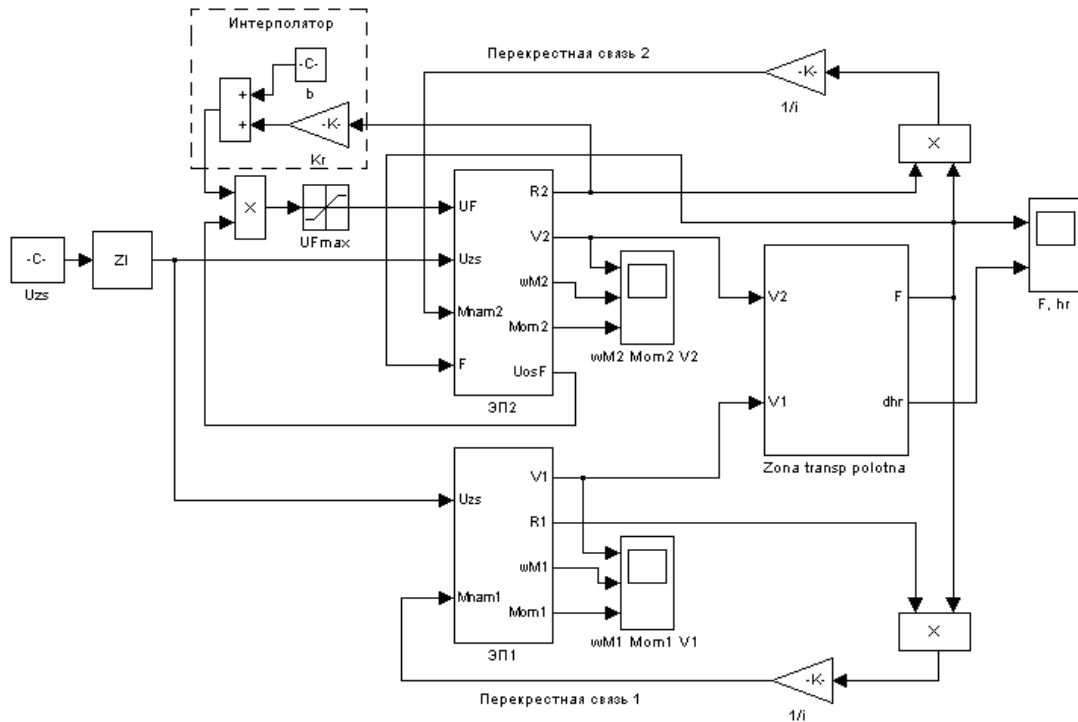
Таким образом, при построении систем управления намоткой гибких текстильных материалов (например, ткани или основы), особенно важной становится задача получения рулонов с равноплотной (по радиусу) структурой. В связи с этим, для устранения радиальной деформации нижележащих слоев формируемого рулона, обусловленной межвитковым давлением со стороны его вышележащих слоев [2], натяжение ткани (управляющую координату) необходимо регулировать в функции радиуса намотки и частоты вращения рулона [6].

Методы и средства решения поставленной задачи

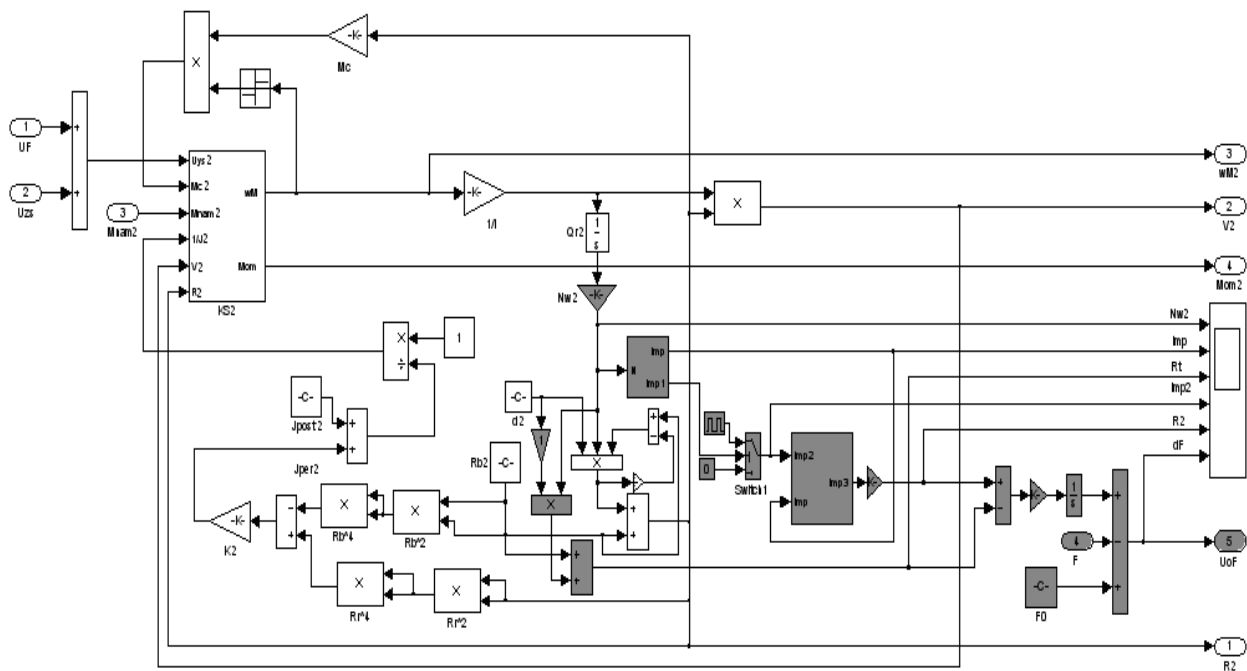
Наличие микропроцессорной техники и современных систем автоматизированного электропривода, а также проведенные в последнее время исследования [6, 8–10] во многом способствуют решению указанной выше задачи. Тем не менее, на сегодняшний день разработка адекватной математической модели, позволяющей использовать ее в системе управления плотностью намотки, остается актуальной. Для получения рулонов, имеющих необходимую плотность намотки, такая система должна быть укомплектована подсистемой датчиков, регистрирующих информацию о длине намотанной ткани, ее натяжении, радиусе формируемого рулона и линейной скорости намотки, а также современными средствами автоматизированного электропривода (например, электропривода переменного тока с частотным или векторным управлением).

Решение поставленной задачи

Одним из возможных вариантов решения задачи стабилизации плотности намотки гибкого текстильного материала (ткани) в рулон является математическая модель системы управления взаимосвязанным электроприводом осевой накатной машины [3] (рис. 1, а), в составе которой содержится модель [3] (рис. 1, б) известного устройства [12].



a)



b)

Рис. 1. Структуры математических моделей (разработаны в среде имитационного моделирования Simulink MATLAB R2006a): а – системы взаимосвязанного электропривода для осевой намотки ткани в рулон; б – электропривода формируемого рулона с устройством стабилизации плотности намотки

В состав рассматриваемой математической модели (рис. 1, а) входят структуры моделей основных функциональных блоков взаимосвязанных электроприводов механизмов подачи ткани в рулон (ЭП1) [4] и формируемого рулона (ЭП2) (рис. 1, б), а также зоны транспортирования ткани (Zona transp polotna). Вид модели последней аналогичен структуре, приведенной в [4], за исключением функционального элемента в канале обратной связи по положению измерительного ролика петлеобразователя (датчика натяжения), который имеется в указанном выше устройстве [12].

Помимо упомянутых функциональных блоков в структуру математической модели, показанной на рис. 1, а, дополнительно включены функциональные блоки задатчика интенсивности (ZI) (позволяет получить аperiodический переходный процесс по скорости намотки ткани в режиме пуска системы электропривода) и интерполятора (группа элементов на рис. 1, а, обведенная штриховой линией). Наличие этого интерполятора во внешнем канале управления по натяжению ткани обусловлено алгоритмом работы [12] устройства стабилизации плотности намотки (группа блоков на рис. 1, б, имеющих серый фон). При этом сигнал на выходе такого интерполятора формируется как линейная зависимость от радиуса намотки (обозначение R2 на рис. 1, а, б) [3]:

$$f(R_2) = kR_2 + b, \quad (1)$$

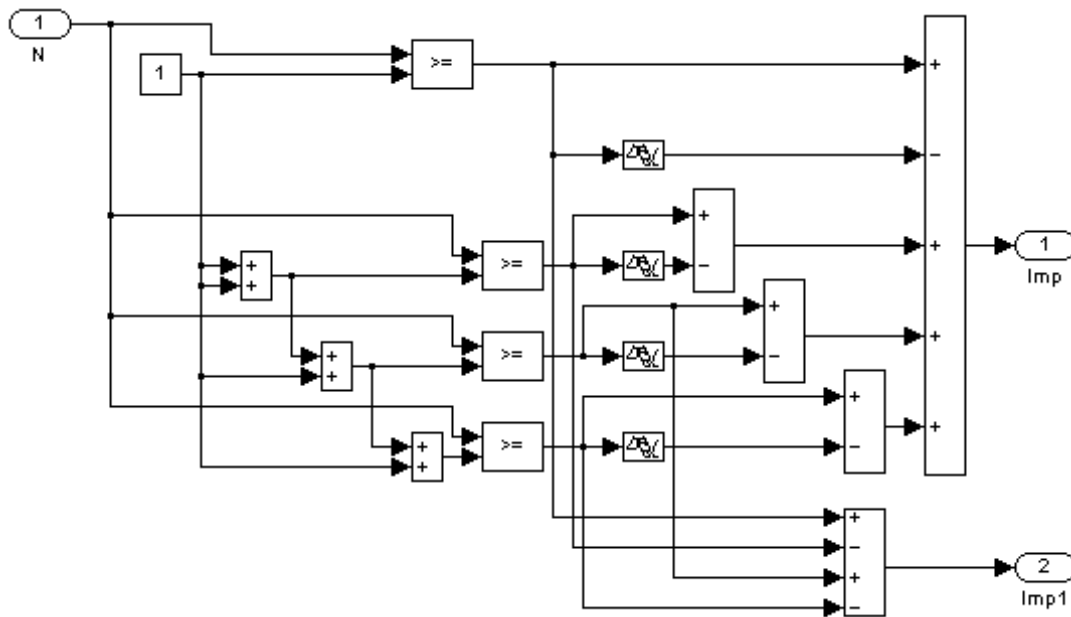
где k , b – коэффициенты линейной интерполяции (определяются экспериментально в зависимости от заданной величины скорости намотки).

В данном случае аналоговый сигнал управления по натяжению ткани является результатом умножения текущих значений сигналов на выходе указанного интерполятора (U_F) (обозначение UF на рис. 1, а, б) и в канале обратной связи по натяжению (ΔF) (обозначение UoSF на рис. 1, а).

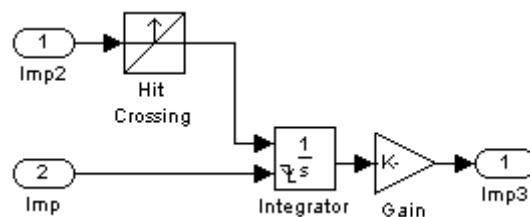
На рис. 1, б принят ряд следующих обозначений элементов и сигналов: d2 – толщина нерастянутой ткани, м; Switch1 – функциональный блок, имитирующий работу ключевого элемента в составе используемого устройства [12]; UoF – напряжение в канале обратной связи по натяжению, В.

Регуляторы тока электродвигателей и линейной скорости намотки, модели которых включены в структуры функциональных блоков приводов ЭП1 и ЭП2 (рис. 1, а), синтезированы с помощью метода последовательной коррекции при настройке данных регуляторов на модульный оптимум с учетом естественной вариации радиуса намотки [4].

Кроме указанных особенностей, в структуре математической модели устройства стабилизации плотности намотки (группа блоков на рис. 1, б, имеющих серый фон) содержатся модели импульсного датчика числа оборотов рулона и счетчика импульсов [1] (рис. 2, а, б).



а)



б)

Рис. 2. Структуры математических моделей (разработаны в среде имитационного моделирования Simulink MATLAB R2006a): а – импульсного датчика числа оборотов формируемого рулона; б – счетчика импульсов

На рис. 2, *a*, *b* принят ряд следующих обозначений сигналов: N – угол поворота вала наматываемого рулона, град; Imp – сигнал в виде последовательности управляющих импульсов за полный оборот рулона; $Imp1$ – импульсный сигнал, формирующий передний и задний фронты импульсов на выходе блока Switch1 (рис. 1, *b*); $Imp3$ – непрерывный аналоговый сигнал, информирующий о текущем значении длины полотна ткани в рулоне (L_t).

Принцип работы математической модели системы управления взаимосвязанным электроприводом осевой накатной машины (рис. 1, *a*) основан на контроле в процессе намотки реального (обозначение $R2$ на рис. 1, *a*, *b*) и вычислении на основе закона Архимедовой спирали [5] теоретического (обозначение Rt на рис. 1, *b*) радиусов формируемого рулона. При этом регулирование натяжения ткани осуществляется в функции разности ΔR указанных радиусов.

В ходе имитационного моделирования получены кривые переходных процессов [3] (рис. 3), соответствующие заданной скорости намотки ткани (0,3 м/с) с учетом параметров математической модели, приведенных в [3, 4].

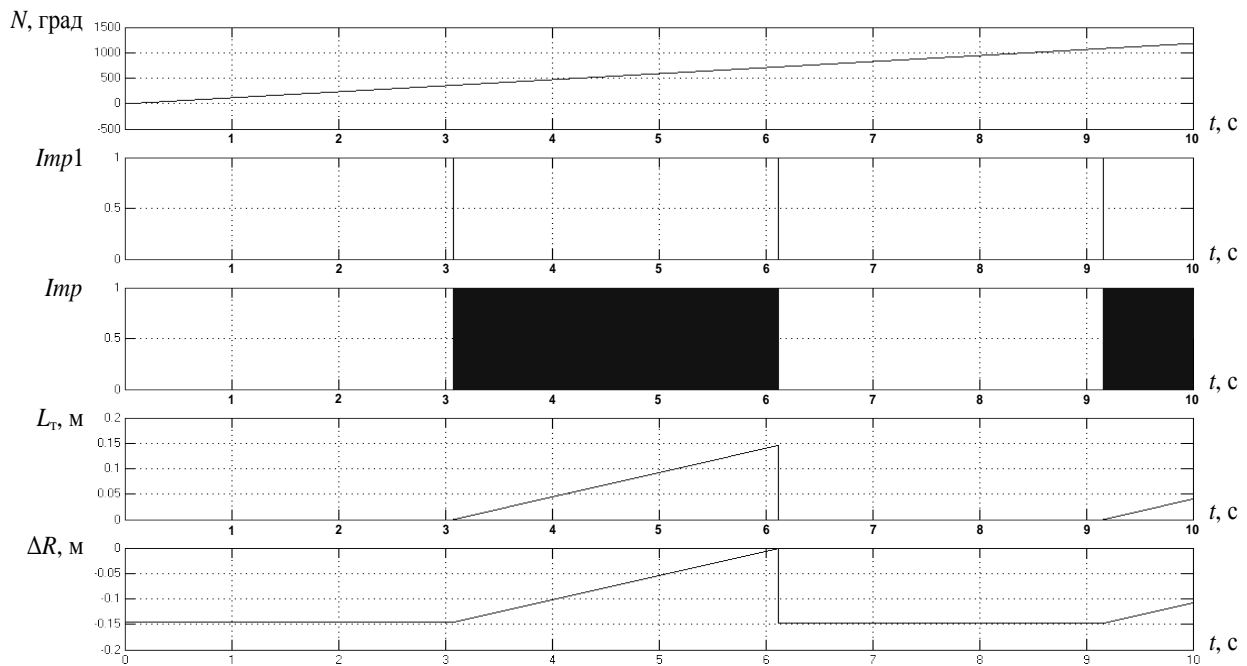


Рис. 3. Результаты имитационного моделирования, поясняющие алгоритм работы устройства стабилизации плотности намотки ткани в системе управления взаимосвязанным электроприводом осевой накатной машины

Обсуждение и анализ результатов исследования

Следует отметить, что математическая модель импульсного датчика числа оборотов наматываемого рулона (рис. 2, *a*), включенная в структуру модели электропривода ЭП2 с устройством стабилизации плотности намотки (рис. 1, *b*), дает приемлемый результат только при $N = 0 \div 1440$ град. В случае больших вариаций радиуса намотки, соответствующих углу поворота вала формируемого рулона $N \gg 1440$ град, оценка работоспособности рассматриваемой математической модели (рис. 1, *a*) нецелесообразна по причине значительного усложнения структуры математической модели указанного выше датчика (рис. 2, *a*).

Анализ результатов имитационного моделирования (рис. 3) показал, что в системе управления взаимосвязанным электроприводом осевой накатной машины (рис. 1, *a*) за время одного оборота рулона минимизируется значение ΔR и, как следствие, стабилизируется величина плотности намотки ткани в рулон с учетом принятого способа регулирования ее натяжения.

Вывод

Для системы взаимосвязанного электропривода осевой накатной машины разработана математическая модель системы управления процессом намотки ткани в рулон (рис. 1, *a*) с известным устройством [12] и интерполятором [3], реализующим зависимость (1), обеспечивающей стабилизацию плотности намотки путем регулирования натяжения ткани в функции разности фактического и расчетного радиусов формируемого рулона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глазунов, В. Ф. Системы управления осевой намоткой гибких материалов : учебное пособие : учебное пособие / В. Ф. Глазунов, М. С. Куленко, М. А. Соломаничев. – Иваново : ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина», 2012. – 168 с.
2. Глазунов, В. Ф. К построению рациональной системы управления машиной для намотки ткани / В. Ф. Глазунов, А. Н. Литвинский, А. И. Колесова // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 1982. – № 1. – С. 64-68.
3. Глазунов, В. Ф. Моделирование устройства стабилизации плотности намотки ткани / В. Ф. Глазунов, М. А. Соломаничев // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2007. – № 4. – С. 82-85.
4. Глазунов, В. Ф. Моделирование аналоговой системы управления намоткой с учетом изменения радиуса рулона / В. Ф. Глазунов, М. А. Соломаничев // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2006. – № 1. – С. 104-108.
5. Кутын, А. Ю. Проектирование текстильных паковок рулонного типа и методы их воспроизводства / А. Ю. Кутын. – Иваново : НПЦ «Стимул», 2006. – 210 с.
6. Построение электропривода осевых накатов текстильного производства / Глазунов В. Ф., Пруднов А. В., Соломаничев М. А., Шишков К. С. // Тр. VIII Междунар. (XIX Всероссийской) научно-техн. конф. по автоматиз. электроприводу АЭП-2014, г. Саранск, 7-9 окт. 2014. – Саранск : НИ МГУ им. Н. П. Огарева, 2014. – С. 264-267.
7. Суриков, В. И. Аналитическое исследование напряженного состояния ткани в рулоне / В. И. Суриков // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 1971. – № 3. – С. 154-157.
8. Соломаничев, М. А. Способ решения задачи стабилизации плотности осевой намотки ткани в рулон при проектировании систем управления электроприводов накатных машин, используемых в отделочном производстве текстильной промышленности / М. А. Соломаничев // Наука и мир. – 2018. – Т. 1. – № 1. – С. 46-51.
9. Соломаничев, М. А. О влиянии натяжения ткани на структуру паковки / М. А. Соломаничев, С. С. Прохоров // Сб. мат. междунар. НТК «Состояние и перспективы развития электротехнологии» (XVI Бенардосовские чтения), г. Иваново, 1-3 июня 2011. – Иваново : ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина», 2011. – Т. 3. – С. 66-69.
10. Соломаничев, М. А. Стабилизация плотности намотки в накатных машинах / М. А. Соломаничев, С. А. Добротин // Сб. мат. междунар. НТК «Состояние и перспективы развития электротехнологии» (XVII Бенардосовские чтения), г. Иваново, 29-31 мая 2013. – Иваново : ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина», 2013. – Т. 3. – С. 57-59.
11. Ульянов, В. И. Экспериментальные исследования процесса формирования рулона ткани / В. И. Ульянов // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 1968. – № 4. – С. 186-189.
12. Устройство для намотки ткани : пат. 46483 Российская Федерация, МПК 7 В 65 Н 23/00 / В. Ф. Глазунов, М. А. Соломаничев (Россия). – № 2005106063 ; заявл. 03.03.2005 ; опубл. 10.07.2005, Бюл. № 19, Приоритет 03.03.2005 (Россия). 5 с.

Материал поступил в редакцию 09.01.19.

MATHEMATICAL SIMULATION OF THE CONTROL SYSTEM OF THE INTERCONNECTED ELECTRIC DRIVE OF THE BATCHING MACHINE PROVIDING STABILIZATION OF FABRIC WINDING DENSITY INTO A ROLL

M.A. Solomanichev, Senior Lecturer
Ivanovo Power Engineering Institute, Russia

Abstract. *When using the electric drive systems of axial batching machines in the finishing works of the textile industry, where the main controlling coordinate is the constant tension of the winding material, the task of forming rolls with the necessary winding density is important, especially in the case of winding materials with a movable deformable structure, such as fabric or warp. The well-known mathematical models [7, 11], which describe the state of a wound roll, do not provide an adequate solution to this problem. A variant of the mathematical model of the system of an interconnected electric drive of axial batching machine is considered, which, unlike the mentioned models, allows to solve the assigned problem.*

Keywords: *batching machine, axial winding, fabric, tension, winding radius, winding density stabilization device, interconnected electric drive, Archimedean spiral, mathematical model.*

UDC 669.782.053

PRODUCTION OF THE STABLE-COMPOSITION SILICA-CARBON MATERIAL FROM RICE HULLS *

Yu. Sukharnikov¹, L. Bunchuk², S. Dzhusupov³, K. Anarbekov⁴, A. Kablanbekov⁵

¹ Doctor of Engineering Sciences, Professor, Chief Scientist,

^{2,3} Candidate of Engineering Sciences, Senior Scientist, ^{4,5} Junior Scientist

The National Center for Complex Processing of Mineral Raw Materials
of the Republic of Kazakhstan (Almaty), Kazakhstan

Abstract. *The conducted research was aimed at studying the composition and structure of the silica-carbon material produced during the rice hulls pyrolysis, and control of the hydrocarbons composition stabilization process. In the course of the research, the mechanism of hydrocarbon phases' transformation during the rice hulls thermal decomposition was determined. It was demonstrated that the temperature was the principal factor having influence on transformation of the hydrocarbon phases. It was found that in the temperature range of 300-500°C three hydrocarbon phases were present in silica-carbon: the stable phase, unstable polynaphthenic phase and resinous phase. At temperatures of 600-700 °C the polynaphthenic phase partially transformed into the carbon phase and resinous hydrocarbons volatilized. The technology was developed to produce silica-carbon with the stable-composition hydrocarbons that met the requirements as to the fillers for carbon structural materials and elastomers as well as the charge material for production of high-purity silicon.*

Keywords: *rice hulls, silica-carbon material, hydrocarbon compounds.*

Introduction

The rice processing waste – rice hulls – take a special attention among the huge variety of the waste materials of vegetable origin. It happens not only due to its great annual amount and insufficient application, but also due to the peculiarity of the material composition – high content of silicon dioxide and combined carbon. That's why the rice hulls are the unique source of the raw materials for a variety of carbon-silicon and silicon carbide composites that are analogs (by the use) of silicon- and carbon-containing fillers produced from non-renewable hydrocarbon and other natural raw materials.

The research studies for replacement of the natural hydrocarbon raw material by the material of the vegetable origin including the rice hulls were carried out for more than 100 years with the purpose to obtain carbon materials. Therefore, dozens of monographs and hundreds of articles and patents have been published. Dozens of ways were offered for the rice hulls processing with their use as fuel, a component of the building materials and fillers, silicon-carbide and silicon materials, etc. [3, 7]. The most number of papers concerns the carbon sorbents production from the rice hulls for extraction of nonferrous, rare and precious metals as well as for some other purposes [2, 4, 6, 8, 12].

But till the present time, in the world there are no industrial-scale productions of silica-carbon- and silicon-carbide fillers of the composite materials (elastomers, and carbon friction and anti-friction products) from the rice hulls.

Also there are few [9] studies of nanostructures of the carbon- and silicon-bearing products from the rice hulls processing, explaining its role and importance in the hardening of the composite materials.

In the course of the rice hulls processing within the continuous technological cycle, the produced silica-carbon product (SC-1) is in the gas-vapor atmosphere with high hydrocarbons content. Therefore, their content in SC-1 is notably higher than the equilibrium one. The use of SC-1 as filler for rubbers and structural carbon materials does not ensure the required physical and mechanical properties in the articles from them. This is due to the hydrocarbons precipitation at the thermal treatment of rubbers and carbon materials in the course of their production and also due to formation of the porous structure. There are not less severe requirements to:

- the hydrocarbons content in SC as a charging material for smelting the iron-silicone alloys and pure silicon. For this reason, the process was studied of SC-1;
- composition stabilization by way of its additional heat treatment with removal of the excess amount of hydrocarbons and production of SC-2 with hydrocarbons content close to the equilibrium one. When employing SC-2, this provided not only;
- to improve characteristics of the products from the carbon materials and rubbers to the regulatory requirements but to decrease considerably their gas permeability and wear in the corrosive environment. This has been confirmed by a number of tests.

The rice hulls processing technology for producing the stable-composition silica-carbon and for smelting the low-aluminum ferrosilicon has been authorized by the Committee for Subsurface Resources Management under the President of the Republic of Kazakhstan. Furthermore, this technology has been included into the roadmap for the metallurgical cluster development in the Kyzylorda region, and now it is at the stage of its practical implementation.

Experimental and Results

When creating the industrial-scale production, it's important to take into account the reliability factor of all operating systems in order to ensure the forming of products with stable quantitative and qualitative composition.

Such factor is fully kept in the heat recycling technologies of the rice waste processing (rice hulls) during the pyrolysis process in the steady state for producing polyfunctional products [14].

The rice hulls were heat-treated at temperatures between 400-1000 °C on the laboratory-scale plant consisting of the shaft furnace with automatic temperature control, stationary sealed reactor made of the stainless material, condensation system of vapor-gas mixture, and gas vent for non-condensable gases. Steam-gas mixture produced during the thermal destruction of the natural polymers (cellulose, lignin) was liquefied on cooling, and non-condensable gas was after-burnt at the outlet.

As a result of the weight loss in the rice hulls during pyrolysis at 600 °C for 30 minutes on the laboratory-scale plant operating under steady-state conditions, two products were formed: solid product – silica-carbon of the chemical composition with mass %: SiO₂~32-35; C~ 50-52; hydrocarbons ~ 10-12; and condensate: aqueous solution of organic acids, alcohols, phenols and ethers.

The study of silica-carbon samples from the rice hulls by X-ray phase analysis [13] enabled to find three phases in the composition of the carbonaceous component: carbon phase typical for non-graphite carbon and two hydrocarbon phases. Nanostructure of the hydrocarbon phase (graphite-like (Gp)) with an interplanar distance $d = 3.75-3.8 \text{ \AA}$ is formed by graphite grids, but less perfect than the structure of graphite $d = 3.4 \text{ \AA}$. One of the detected hydrocarbon phases – polynaphthenic (Np) diagnosed by the main reflection with $d \sim 4.7 \text{ \AA}$, is a clathrate structure consisting of the condensed and separated by methylene bridges naphthenic cycles having alkane chains. The structure of the second hydrocarbon phase (Hp) with $d \sim 8.0 \text{ \AA}$ is not detected because of its lack in pure form, wherein the amount is stable and significantly lower than the content of polynaphthenic phase (Table 1).

Table 1

The phase composition of the carbonaceous component of the rice hulls silica-carbon depending on the RH pyrolysis temperature

Material	Temperature,		Phase content, %	
	°C	Gp	Np	Hp
RH	400	-	82	18
	500	45	45	10
	650	55	35	10
	800	60	30	10
	1000	100	no	no
	1200	100	no	no

When changing the temperature of processing, as Table 1 shows, a clear correlation of the phase content in the obtaining materials is fixed. The crystalline phase of silicon dioxide is lacking up to 800 °C [1, 11] while at the temperature from 800 to 1200 °C the α – quartz forms. In the process of the thermal treatment of the rice hulls at 400 °C there is no (Gp), and the main phase is polynaphthenic one that at 500°C is partially comes into graphite-like phase, and at the further temperature increase up to 800°C the amount of graphite-like phase is increased as a result of polynaphthenic component transformation, obviously, as the less resistant as compared with Hp phase, which proportion is not changed even up to 1000 °C, remaining at 10 % level. After processing the original sample at 1000 °C, the both hydrocarbon phases disappear, and there is one graphite-like phase in silica-carbon.

Taking into account the deficiencies of the laboratory-scale plant for the rice hulls pyrolysis which lie in low productivity of the pyrolysis process and uneven heating of the material in the cross section of the reactor, a pilot plant (300 kg/day with continuous operation) was set up for pyrolysis of the rice hulls (Fig. 1).



Figure 1. The pilot plant for the thermal treatment of RH

The main idea of the technological scheme for the rice hulls processing on the pilot plant is that the prepared raw material is filled into 2 loading boxes and one-by-one it continuously goes from one box to the other to the screw feeder that helps to pass to the reactor. The last one is in the tubular resistance furnace consisting of two separable sections. The furnace is tilted to the horizon.

The rice hulls go under the thermal processing during 30 minutes at the reactor in the atmosphere of steam-gases.

The steam-gas mixture of the reactor is output from the gas flue to the condensation system. Non-condensable gases are used as power fuel at the stage of the original material drying. Rotation of the reactor ensures the mixing and uniform heating of the rice hulls. Due to the furnace slope, the obtained solid product continuously moves to the discharge unit and unloaded one-by-one in two water-cooled tanks.

Some specific peculiarities of the pilot plant connected with the pyrolysis process in continuous operation were detected during its start up. So when working off the parts of the loadings of the rice hulls to the reactor and unloading of silica-carbon, some resinous formations were detected on its surface.

The results of the chemical analysis of silica-carbon obtained on the pilot plant (SC-1) indicated that its content is different from the silica-carbon content obtained under laboratory conditions. The content of volatile hydrocarbons increased almost twofold from 8-12 % to 22-26 %.

Besides, there were some changes in the X-ray phase composition of the carbonaceous component of silica-carbon. The silica-carbon diffractogram (Figure 2) reflexes the $d = 4.0\text{\AA}$ and $d = 8.6\text{\AA}$, close to the previously named for silica-carbon, which were obtained in the stationary mode, could indicate the presence of such phases therein.

Occurrence of three hydrocarbon phases in SC-1 was found: polynaphthenic phase (Np) with $d = 4.0\text{\AA}$, stable hydrocarbon phase (Hp) with $d = 8.6\text{\AA}$ and hydrocarbon phase in the form of resinous components with $d = 8.6\text{\AA}$ (Table 1).

It's important to notice that a great amount of resinous substances is unacceptable in silica-carbon which is a polyfunctional product. The presence of resinous substances has an effect on properties of elastomers and carbon composite materials produced from silica-carbon, whereas at smelting ferrosilicon and silicium the heating of the granules and briquettes prepared from silica-carbon will result in their destruction.

In order to optimize the composition of silica-carbon SC-1, its reheat treatment was carried out under stationary conditions. The effect of heat treatment temperature on the mass loss and residual of hydrocarbon compounds in the final product was studied.

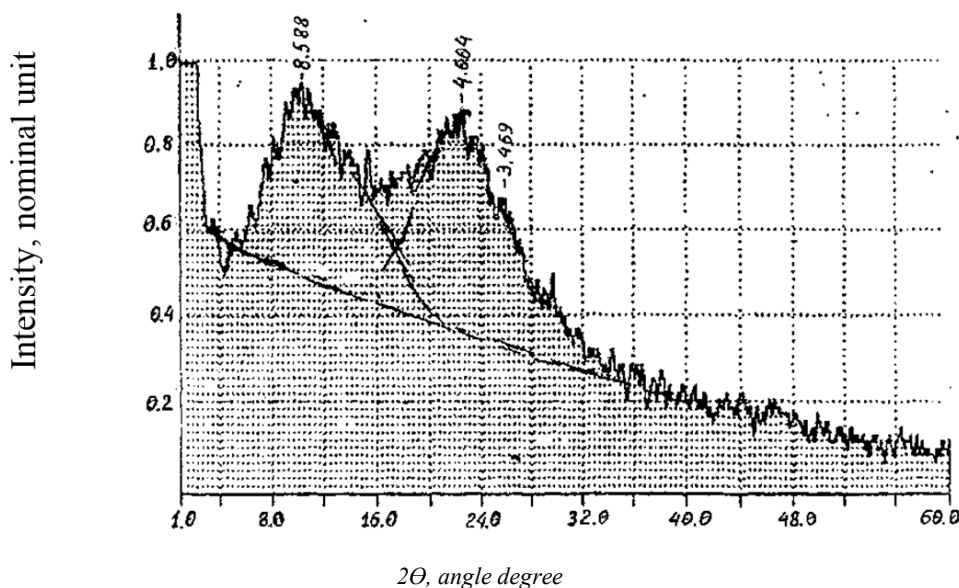


Figure 2. Diffractogram of silica-carbon obtained on the pilot plant

For this purpose the laboratory reactor was filled with silica-carbon obtained on the pilot plant, then silica-carbon was heat-treated at the temperature of 400, 500, 600 °C and hold at the final temperature for 30 and 60 minutes. After this process, the residue was weighed, and the mass loss in it and the residual hydrocarbon content were determined.

In Table 2 the summary data are given on the results of the reheat treatment of SC-1 content, mass %: $\text{SiO}_2 \sim 29.5$; C ~ 40.2 ; hydrocarbons ~ 24 , moisture ~ 3 .

The data of Table 2 demonstrate that the temperature in the reactor of the pilot plant was known lower than 400°C, that's why the pyrolysis of the rice hulls reached only the stage of formation of various hydrocarbon compounds which appear on the diffractogram (Fig. 2). It should be noted that in the steady state at 400°C the rice hulls pyrolysis reaches only the formation of hydrocarbon phases – polynaphthenic (Np) and hydrocarbon (Hp) in the ratio 76:24 percent respectively, in the absence of the graphite-like phase. But the presence of some carbonaceous phase in SC-1 is indicated by chemical analysis as well as on the diffractogram by weak reflex with $d = 3.47\text{\AA}$ and angle $27.8^\circ = 2\theta$.

Table 2

Summary data on reheat treatment of the pyrolysis silica-carbon on the laboratory-scale plant

Temperature, °C	Duration, min.	Load, g	Mass loss, %	Residual hydrocarbon content by analysis, %	X-ray phase composition of carbonaceous components in SC, XRF analysis, %			
					Np	Hp	resins	Gp
300	60	250	-	24.0	76	10	14	-
400	30	250	8.0	16.0	78	14	8	-
400	60	250	9.0	16.0	78	14	8	-
500	30	250	12.0	13.5	45	10	2	43
500	60	250	12.0	13.5	45	10	2	43
600	30	250	13.6	12.0	35	10	0	55
600	60	250	13.6	10.0	35	10	0	55

Temperature 400 °C is sufficiently effective for resinous hydrocarbons, the number of which decreased from 24.0 to 16 %.

At 500 °C another 2 % of hydrocarbons are removed up to their residual content in the silica-carbon in the volume of 12 %, the Gp phase appears and its amount is comparable with the amount of polynaphthenic phase content, which is partially transformed into Gp phase. Only at 600 °C the process stabilizes, the condensation-polymerization processes in the solid product are completed, and Hp content in the products comes into the line with its amount in the silica-carbon previously received on the laboratory-scale plant operating under stationary conditions.

All of this is reflected in the data of X-ray phase analysis of the carbonaceous component in silica-carbon obtained as a result of its reheat treatment (Table 2).

Thus the reheat treatment SC-1 under stationary conditions allowed to trace the sequence of transformation and removal of hydrocarbon substances from the silica-carbon obtained during the initial pyrolysis on the pilot plant, as well as to understand the origin of the resinous substances on the pilot plant.

Appearance of the resinous substances during the initial pyrolysis on the pilot plant relates to the load of the rice hulls, which continuously entering the reaction zone discretely reduces the temperature in the reactor enriching the gas-vapor mixture with low-temperature resinous substances formed during the rice hulls destruction as it was defined at the temperature of 180-220 °C. If the temperature in the reactor does not go above 350 °C, the resinous substances are deposited on the discharged silica-carbon, which includes other hydrocarbon phase – the polynaphthenic one and a small amount of the stable Hp phase. According to the X-ray phase analysis, composition of the hydrocarbon phases remains practically unchanged with increasing temperature to 400 °C and holding for 30 and 60 minutes. Only at 500 and 600 °C the polynaphthenic phase is partially structured into the graphite-like one where its amount increases at 600 °C up to 50 % with the stable content of the Hp phase at 10 %. According to the results of X-ray phase analysis, Np is non-stable phase, and its amount in silica-carbon is defined by the final process temperature.

Visual presence of resinous formations in SC-1 after the initial pyrolysis is found during its processing by the alkaline solution with heating. When leaching the silica-carbon, the resinous substances pass into the solution, pigmenting it. Depending on content of the resinous matter, the solutions become yellow, brown and black. It was found that by the residual content of resinous hydrocarbons in the discharged product at the level 10-12 %, the alkaline solutions become colorless during the leaching. Thus the color index of the alkaline solution can be regarded as an indicator of the quality of silica-carbon by its resinous hydrocarbons content.

Furthermore, a carbonaceous residue remains in event of the alkaline treatment of SC-1. And on its diffractogram a wide halo is observed with $d = 3.8\text{\AA}$ at the angle of $2\theta = \sim 24^\circ$ (Figure 3) confirming the results of the sample chemical analysis. The research has demonstrated that such carbonaceous residue is a stable phase at the temperatures up to 400 °C, and if the temperature rises the stable carbon phase is the graphite-like one.

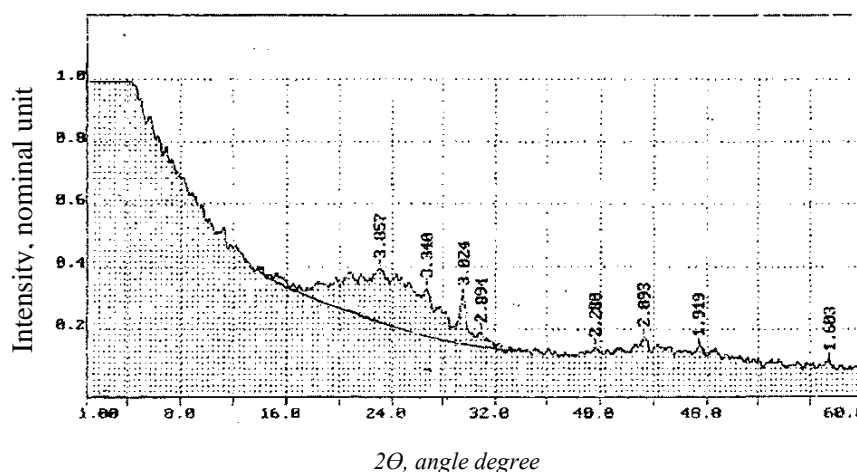


Figure 3. Diffractogram of the carbonaceous residue obtained as the result of the alkaline treatment of SC-1

The results of this research showed the necessity in the secondary heat treatment of the pyrolysis silica-carbon SC-1 because the presence of non-stable carbon- and hydrocarbon phases of different composition would adversely effect on its functional properties.

In particular, presence of the resinous hydrocarbons in the charge mixture based on the silica-carbon material and used for smelting the metallurgical-grade silicon is unacceptable whereas the charge mixture sintering technology involves the briquettes heating up to 300 °C whereby the volatile resinous hydrocarbons tear the sintered material.

Moreover, use of the pyrolysis silica-carbon as filler in the rubber technical goods leads to the deterioration of the strength and structural characteristics of the produced rubber [10].

Taking into consideration the results obtained, the rice hulls heat treatment technology has been adjusted. The pyrolysis silica-carbon SC-1 produced on the pilot plant was subjected to the secondary heat treatment on the pilot plant at the temperature of 500-550 °C for 30 minutes. The silica-carbon SC-2 has the stable chemical composition, mass %: SiO₂ ~ 39-41, C~43-45, hydrocarbons ~10-12, inorganic impurities 2 %, and moisture 3-5 %.

Previously, with using the electron microscopy of SC-1, which contained about 24 % of hydrocarbons, it was demonstrated that it was formed by the closely packed nanoparticles of amorphous carbon and silicon dioxide with the size 10-100 nm equally distributed between each other. Considering the fact that only the hydrocarbons content in SC-2 was changed (10-12 %), it seems that the particle sizes will remain as before.

Decrease in the volatile hydrocarbons content from 24 to 10-12 % in the silica-carbon as the result of the secondary pyrolysis is reflected on the diffractogram of this sample by reducing almost twice the intensity of the reflection with $d = 8.6\text{\AA}$ (Figure 4), that confirms the earlier conclusion concerning the presence of three hydrocarbon phases in SC-1 in comparison with SC obtained under the stationary conditions at the temperature of 500, 600 °C.

Thus during the research of the technological peculiarities of the rice hulls pyrolysis on the pilot plant operating in the continuous mode, the physical and chemical principles of the changes in composition and structure of the obtained silica-carbon products have been defined. And such principles were considered in development of the new technology and device, which enable to produce silica-carbon with the required stable composition in a single technological cycle meeting all the requirements specified for the polyfunctional material.

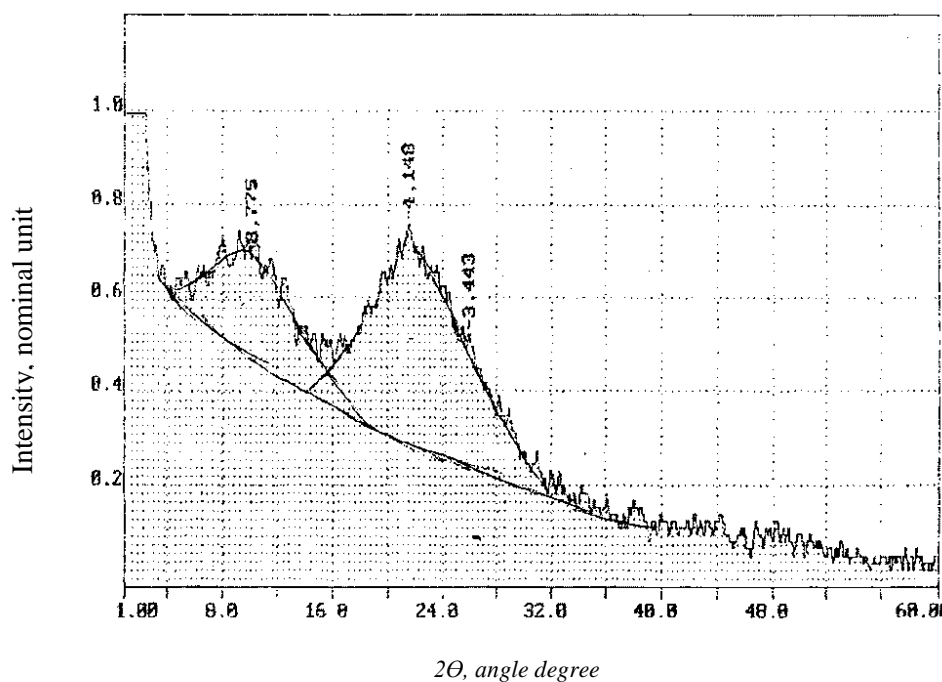


Figure 4. Diffractogram of the silica-carbon (SC-2) obtained on the pilot plant after the secondary treatment of the pyrolysis silica-carbon SC-1

Conclusion

The process of the rice hulls pyrolysis was studied on the pilot plant operating in the continuous mode. It was found that the content and structure of the silica-carbon obtained on the pilot plant were different from the content and structure of the silica-carbon produced in the stationary mode.

It was demonstrated that the temperature had a great impact to the transformation of hydrocarbon phases during pyrolysis. At the temperatures before 400 °C there were three X-ray amorphous hydrocarbon phases in the silica-carbon: low-temperature phase (resinous substances), non-stable polynaphthenic phase (Np) and stable (Hp) phase. At 600-700 °C, the polynaphthenic phase partially transformed into the graphite-like (Gp) phase at the constant amount of the stable hydrocarbon phase at 10 % and in the full absence of the resinous hydrocarbons.

Stabilization of the composition and structure of the pyrolysis silica-carbon is carried out by its reheat treatment at the temperature of 550-600 °C and holding it for 30 minutes on the pilot plant.

The technology has been developed that enables to obtain the silica-carbon within a single technological cycle meeting all the requirements for a filler of the composite carbon materials, elastomers, and for a component of the charge mixture for high-purity silicon smelting.

**In the process of this paper writing, the deliverables obtained within the framework of the Project No. AP 05130465 of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan have been used*

REFERENCES

1. Chen Yu. Application studies of activated carbon derived from rice husks produced by chemical-thermal process — A review / Chen Yu., Zhu Ya., Wang Z. et al. // *Advances in Colloid and Interface Science*. – 2011. – Vol. 163. – P. 39–52.
2. Dan Fu. Rice Husk Active Carbon as a Potential Low-Cost Adsorbent for TNT Wastewater / Dan Fu, Yi He Zhang, He Li Wang, Feng Zhu Lv. // *Advanced Materials Research*, 2012. – V. 356 – 360.
3. Kholomeidik, A.N. Production, Composition and Properties of Silicon- and Carbon-Containing Products from Rice Husk Production / A.N. Kholomeidik // Thesis Cand. Sc. (Chemistry). – Vladivostok: 2016. – 136 p.
4. Korobochkin, V.V. Study of the Chemical Activation Process of the Rice Husk Heat Treatment Products in Vietnam / V.V. Korobochkin, Nguyen Mang Hieu, Nguen Vang Tu, N.V. Usoltseva // *High Research-Intensive Technologies*. – 2017. – No. 2. – P. 23–27.
5. Lili Wang. A New Route for Preparation of Hydrochars from Rice Husk / Lili Wang, Yupeng Guo, Yanchao Zhu et al. // *Bioresource Technology*. – 2010. – V. 102. – P. 9807–9810.
6. Mansurov, Z.A. Production and Properties of Sorbents from the Plant Raw Materials / Z.A. Mansurov, N.K. Zhylybayeva, P.S. Ualiyeva, R.M. Mansurova // *Chemistry in the Interests of Sustainable Development*. – 2002. – No. 10. – P. 339–346.
7. Sergiyenko, V.I. Renewable Sources of Chemical Raw Materials: Complex Processing of Rice and Buckwheat Production Waste / V.I. Sergiyenko, L.A. Zemnukhova, A.G. Yegorov, et al. // *Rus. Chem. J. (J. Rus. Chem. Society Named after D.I. Mendeleev)*. – 2004. – V. 48. – No. 3. – P. 116–124.
8. Si Thu Aung. Special Aspects of the Rice Husk Destruction – Mill Wastes of the Republic of the Union of Myanmar – and Its Carbonizate / Si Thu Aung, So Vin Myint, Klushin V. N. // *Journal “Advance in Chemistry and Chemical Engineering”*. – 2017. Vol. XXXI. – No. 9. – P. 45–47.
9. Si Thu Aung. Investigation of Porous Structure of Activated Carbon from Rice Husk. / Si Thu Aung, So VIN Myint, V.N. Klushin, A.V. Nistratov // *Journal “Sorption and Chromatographic Processes”*. – 2017. – Vol. 17. – P. 916–923.
10. Sukharnikov, Yu.I. High-Strength Carbon Materials and Elastomers based on Carbon-Silicon Nanocomposites / Yu.I. Sukharnikov, S.P. Lavrukhin, A.A. Zharmenov, et al. // *Journal of Environmental Science and Engineering*. – 2013. – P. 1346–1355. – ISSN 1934-8932.
11. Sarangi M. Effect of temperature on nano-crystalline silica and carbon composites obtained from rice-husk ash / M. Sarangi, P. Nayak, T. Tiwari // *Composites: Part B*. – 2011. – Vol. 42. – P. 1994–1998.
12. Wei Xing. Nanoporous Carbon Derived from Rice Husk for Electrochemical Capacitor Application / Wei Xing, Xiao Li, Jin Zhou, Shu Ping Zhuo // *Advanced Materials Research*. – 2011. – V. 239-242. – P. 2101–2106.
13. Yefremova, S.V. X-Ray Characteristics of Silicacarbon Nanocomposites from the Rice Hulls and Their Derivatives / S.V. Yefremova, Yu.M. Korolev, Yu.I. Sukharnikov // *Proceedings of the Academy of Sciences* – 2008. – V. 419. – No. 1. – P. 77–80.
14. Zharmenov, A. Carbonaceous Materials from Rice Husk: Production and Application in Industry and Agriculture / A. Zharmenov, S. Yefremova, Yu. Sukharnikov, et al. // *J. Mineral Engineering, Poland*. – 2017. – Vol. 2. – (SJR 0.22).

Материал поступил в редакцию 28.01.19.

ПОЛУЧЕНИЕ КРЕМНЕУГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА СТАБИЛЬНОГО СОСТАВА ИЗ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ

Ю. Сухарников¹, Л. Бунчук², С. Джусупов³, К. Анарбеков⁴, А. Кабланбеков⁵

¹ доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник,

^{2,3} кандидат технических наук, старший научный сотрудник, ^{4,5} младший научный сотрудник

Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья
Республики Казахстан (Алматы), Казахстан

Аннотация. Целью работы являлось изучение состава и структуры кремнеуглеродного материала, полученного при пиролизе рисовой шелухи, и регулирование процесса стабилизации состава в нём углеводородов. В процессе исследования был определён механизм трансформации углеводородных фаз при термодеструкции рисовой шелухи. Показано, что основным фактором, влияющим на трансформацию углеводородных фаз, является температура. Установлено, что в кремнеуглероде, полученном в интервале температур 300-500 °С, присутствуют три углеводородные фазы: стабильная, нестабильная нафтеновая и смолистая. При температуре 600-700 °С полинафтеновая фаза частично трансформируется в углеродную фазу, а смолистые углеводороды улетучиваются. Была разработана технология получения кремнеуглерода со стабильным составом углеводородов, отвечающим требованиям, предъявляемым к наполнителям углеродных конструктивных материалов и эластомеров, а также к шихтовым материалам для производства высокочистого кремния.

Ключевые слова: рисовая шелуха, кремнеуглеродный материал, углеводородные соединения.

Agricultural sciences
Сельскохозяйственные науки

УДК 631.51

**ВЛИЯНИЕ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ
ПОЧВЫ НА ВОДНЫЙ РЕЖИМ ТЕМНО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ**

Р.Х. Карипов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина (Астана), Казахстан

***Аннотация.** Целью научных исследований является выявление роли минимальной и нулевой технологии возделывания рыжика ярового на динамику водного режима, плотности и структуры темно-каштановой почвы в условиях сухостепной зоны. Научные исследования проводились в четырёхпольном плодосменном севообороте. Научная новизна результатов исследований заключается в том, что впервые в агроэкологических условиях сухостепной зоны Северного Казахстана определены закономерности изменения количественных и качественных параметров водных и агрофизических свойств темно-каштановой почвы при применении разных по интенсивности систем обработки почвы. Установлено, что кроме увеличения инфильтрации воды, снижения расхода на испарение, увеличения количества доступной для растений воды минимальная и нулевая технологии обработки почвы оказывают позитивное влияние на физические и биологические свойства почвы. При этом выявлено достоверное превышение урожайности рыжика ярового по минимальной и нулевой обработке почвы в сравнении с многофункциональной.*

***Ключевые слова:** минимальная технология, нулевая технология, рыжик яровой, темно-каштановая почва, ресурсосбережение.*

Известно, что в засушливом земледелии Северного Казахстана вода – это самый дефицитный фактор. В местных условиях накопление влаги в почве происходит в основном за счёт осенне-зимних осадков. Наблюдения показывают, что дефицит почвенной влаги в этой зоне обусловлен, прежде всего, не недостатком атмосферных осадков, а непродуктивными их потерями. Особенно интенсивно теряется почвенная влага путем физического испарения в предпосевной период. Эти потери от схода снега до посева в отдельные годы могут достичь 70-80 мм. Аналогичные данные приводят и такие исследователи, как А.Р. Макаров [3], М.Е. Черепанов [5]. По их данным в этих условиях уменьшение интенсивности рыхления почвы или полное ее исключение благоприятствует улучшению водного режима агроценозов и повышению урожайности культур. Основы бесплужной обработки нашли отражение в работе И.Е. Овсинского «Новая система земледелия» [4]. Эпоха абсолютного господства плуга и шаблона в земледелии закончилась после того, когда была разработана Т.С. Мальцевым система обработки почвы, основанная на чередовании глубокой безотвальной и поверхностной обработок [2]. В теории и практике современного земледелия выделились два направления — минимальная и нулевая ресурсосберегающие технологии, предусматривающие значительную экономию невозполнимой энергии, сохранение почвенного плодородия, экологическую безопасность и, в конечном итоге, достижение значительного экономического эффекта [1].

В этой связи назрела необходимость изучить и научно обосновать возможность сокращения или исключения механических обработок почвы при возделывании сельскохозяйственных культур. С этой целью нами проводились полевые опыты по сравнительному изучению обычной, минимальной и нулевой технологий обработки почвы под посев нетрадиционной для сухостепной зоны Северного Казахстана рыжика ярового. При этом традиционная (многофункциональная) технология включала послеуборочное рыхление почвы ПГ-3-5 на глубину 23-25 см, ранневесеннее боронование БМШ-15, предпосевную культивацию ОП-8 на 6-8 см. посева сеялкой «Джон-Дир»; минимальная технология состояла из осеннего чизельного рыхления, предпосевного опрыскивания Ураганом форте в дозе 2 л/га. и посева сеялкой «Джон-Дир». При нулевой технологии механические обработки были исключены полностью: предпосевного опрыскивания Ураганом форте в дозе 2 л/га. На всех вариантах посев рыжика ярового проводился посевным комплексом «Джон-Дир» с анкерными сошниками.

Исследования показали, в момент снеготаяния минимальная и нулевая технологии имели заметное преимущество перед традиционной по запасам воды в снеге. На этих вариантах запасы воды в снеге составили соответственно 40,8-55,8 мм против 31 мм по традиционной технологии обработки почвы (таблица 1).

Таблица 1

Усвоение почвой осенне-зимних осадков в зависимости от технологии обработки почвы

Показатели	Традиционная	Минимальная	Нулевая
Запасы воды в снеге, мм	31,0	40,8	55,8
Глубина промачивания, см	78,0	76,0	81,0
Коэффициент усвоения осенне-зимних осадков	0,87	0,81	0,80
Потери почвенной влаги от схода снега до посева, мм	40,6	27,4	25,2

Усвоение талых вод почвой зависело от состояния увлажнения почвы в предзимний период и пористости почвы. Известно, что процесс высыхания, как правило, сопровождается трещинообразованием. Линейное сжатие почвы происходит одновременно в горизонтальной и вертикальной плоскостях, разрыхляя почвенный покров. При этом увеличивается объем крупных почвенных пор. Открытые с поверхности трещины обеспечивают высокую степень инфильтрации воды в почву.

Кроме того, темно-каштановые почвы способны к «саморыхлению» за счёт периодического увлажнения и высыхания, промерзания и оттаивания. Поэтому существенной разницы по коэффициенту усвоения осенних и зимних осадков между вариантами опыта не наблюдалась.

При минимальной и нулевой технологии обработки почвы под соломенной мульчей совершенно по-другому складывается водный и тепловой режим почвы. Зимой она меньше промерзает, хорошо задерживает снег, активно впитывает воду при оттепелях весной. Открытая поверхность почвы при интенсивных механических обработках, лишённая органической защиты больше поглощает солнечных лучей (82-91 %), сильнее нагревается, быстрее теряет влагу на испарение. Измельчённая солома, оставленная на поверхности почвы во время уборки урожая, ослабляет суточные и сезонные колебания температуры почвы и тем самым предохраняет растения от перегрева, а, следовательно, и интенсивность испарения почвенной влаги. Выпадающие же осадки легко проникают через соломенную мульчу и пополняют запасы почвенной влаги. Этот слой выполняет роль своеобразной ловушки влаги, легко пропускающей ее в почву и препятствующей непродуктивному испарению. Поэтому при минимальной и нулевой технологии обработки почвы благодаря наличию большого количества стерни и соломенной мульчи потери влаги в предпосевной период составили соответственно 32,6 и 38,0 % меньше, чем на варианте с традиционной технологией. Кроме того, на этих вариантах почва была несколько плотнее, что способствовало замедлению конвекционно-диффузных процессов. Подтверждение этому мы находим и в научных исследованиях, проведённых в штате Северная Дакота (США) [6] и в провинции Манитоба (Канада) [7].

Перед посевом рыжика ярового при традиционной технологии обработки в пахотном и метровом слоях почвы содержалась соответственно 25,5 и 91,2 мм продуктивной влаги (таблица 2).

Таблица 2

Запасы продуктивной влаги в почве по вариантам опыта, %

Варианты	Слой почвы, см	Перед посевом	В фазе всходов	В фазе цветения	Перед уборкой
1. Традиционная	0-20	25,5	18,2	5,8	11,6
	0-100	91,2	48,2	24,9	36,6
2. Минимальная	0-20	28,2	13,8	9,6	17,4
	0-100	121,8	47,0	38,7	42,9
3. Нулевая	0-20	36,1	19,5	16,8	29,3
	0-100	127,6	90,9	46,6	49,7

При этом на вариантах с минимальной и нулевой технологией обработки почвы превышение запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы в сравнении с традиционной составило соответственно 30,6 и 36,4 мм.

В фазе цветения культуры на фоне традиционной технологии обработки почвы запасы продуктивной влаги в метровом слое снизились до 24,9 мм, а в пахотном слое они приближались к уровню мёртвых запасов. При этом за счёт более экономного расходования почвенной влаги минимальная и нулевая технологии обработки почвы имели заметное преимущество.

В большинстве лет к моменту формирования масла семян увлажнение метрового слоя почвы обычно оказывается ниже уровня влажности разрыва капилляров, что затрудняет передвижение влаги по почвенному профилю. Исследования показали, что влагообеспеченность растений в период от цветения вплоть до уборки находится в острой зависимости от выпадающих в этот период осадков.

Расчёты показывают, при традиционной технологии на 1 ц зерна расходуется 6,5 мм почвенной влаги, 8,7 мм влаги летних осадков. Один мм почвенной влаги формирует 15,3 кг зерна, а 1 мм осадков, выпавших летом, формирует 11,5 кг зерна. При минимальной и нулевой технологиях почвенная влага оказывается еще более эффективной в сравнении с летними осадками.

Роль органической мульчи не ограничивается лишь позитивным воздействием на водный режим почвы. Мульча из растительных остатков при минимальной и, особенно, нулевой технологиях обработки почвы

надёжно защищает ее от выдувания, является ценным органическим удобрением, источником плодородия почв, позволяют затормозить рост и развитие сорной растительности. Установлено, что за 2,5-4 месяца разлагается до 46 % соломы, за год-полтора – до 80 %. Это основной строительный материал для синтеза гумуса почвы.

Самым ценным свойством минимизации обработки почвы в зоне рискованного земледелия является сравнительно высокий урожай, особенно в чрезмерно засушливые годы. В наших опытах наибольший урожай яровой пшеницы был получен на варианте с минимальной технологией обработки почвы. Он составил в среднем 14,7 ц/га, что на 2,4 ц/га больше, чем по традиционной технологии. Несколько меньше, чем по минимальной технологии, но на 1,6 ц/га больше по отношению к традиционной оказалась урожайность на нулевом варианте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кирюшин, В.И. Минимализация обработки почвы: итоги дискуссии / В.И. Кирюшин // Земледелие. – 2007. – № 4. – С. 28–30.
2. Кирюшин, В.И. Т.С. Мальцев и развитие теории обработки почвы / В.И. Кирюшин // Земледелие. – 2005. – № 6. – С. 6–8.
3. Макаров, А.Р. Сидеральные пары Западной Сибири / А.Р. Макаров, Б.С. Кошелев // Земледелие. – 2000. – № 4. – С. 27.
4. Овсинский, И.Е. Новая система земледелия / И.Е. Овсинский. – Новосибирск, 2004. – С. 84.
5. Черепанов, М.Е. Оптимизация снегозадержания в почвозащитном земледелии / М.Е. Черепанов. – Омск, 1982.
6. Deibert, E.J. The role soil physical properties in managing reduce tillage systems. – North Dakota farm research. – 1983. – V. 41. – N. 1. – P. 30–33.
7. Gauer, E. Soil temperature and soil water under zero tillage in Vanitoba / E. Gauer, C.F. Shaykewich, E.N. Stobbe // Canadian journal Soil Science. – 1982. – V. 62. – No. 2. – P. 46.

Материал поступил в редакцию 16.01.19.

THE INFLUENCE OF RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES OF SOIL TILLAGE ON WATER REGIME OF DARK-CHESTNUT SOIL

R.Kh. Karipov, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University (Astana), Kazakhstan

Abstract. *The purpose of research is to identify the role of minimum and zero technology of cultivation of gold-of-pleasure on the dynamics of the water regime, density and structure of dark chestnut soil in the dry steppe zone. Scientific research was carried out in the four-field crop rotation. The scientific novelty of the research results lies in the fact that for the first time in the agro-ecological conditions of the dry steppe zone of Northern Kazakhstan the regularities of changes in the quantitative and qualitative parameters of water and agrophysical properties of dark chestnut soil when using different intensity tillage systems. It is established that in addition to increasing water infiltration, reducing evaporation costs, increasing the amount of water available to plants, minimum and zero tillage technologies have a positive impact on the physical and biological properties of the soil. At the same time, a significant excess of the yield of gold-of-pleasure on the minimum and zero tillage in comparison with multifunctional was revealed.*

Keywords: *minimal technology, zero technology, gold-of-pleasure, dark chestnut soil, resource saving.*

UDC 630. 620.1. 193

EFFECT OF GREEN MANURE APPLICATION ON SOIL FERTILITY, GROWTH, DEVELOPMENT AND YIELD OF COTTON IN TYPICAL SANDY LOAM SIEROZEM SOIL CONDITIONS OF ZARAFSHAN VALLEY

N. Khalmanov¹, M. Elmurodova²

¹ Professor, ² PhD student

The Department of Ecology
Samarkand State University, Uzbekistan

Abstract. *It is discussed on effect of green manure application on changes of agro physical and agrochemical properties of sierozem soils of Zarafshan valley of Uzbekistan. Several varieties of field crops such as typhoon, pea, and rye were used as a green manure. Field and laboratory investigations showed an improvement of physical, chemical and biological soil properties, as well as on better growth, development and yield of cotton plants under influence of green manure.*

Keywords: *green manure, sierozem, light sierozem, typical sierozem, meadow sierozem, agro physical.*

Introduction. Nowadays, the most important problem of land husbandry in condition of intensive agriculture is concluded in extended restoration of soil fertility. However, in the same way, creation of limitless balance of the nutrients in soil-plant system is one of factors of the potential fertility of the soil and its humus content is considered as significant index of soil fertility. Local and international experiences show that systematic increase of the soil fertility and productivity of the field crops is possible under constant application of organic and mineral fertilizers in required rates.

Under application of green manure, it is incorporated a lot of growth agents, vitamins, hormones which are essential compounds for soil inhabited microorganisms. Several researchers pointed out a dissolving influence of the root system of crops on soil phosphates, in particular, it was stated that rye, oats, mustard grown on sandy soils capable to transform indissoluble phosphoric compounds into absorbed nutrient forms (Marupov, 2003). Authors recommend using such crops in green maturing. Green manure cultivation as an intermediate crop positively influences to soil fertility. According to Marupov (2003) plowing in an aboveground biomass of rye and mustards have increased soil organic matter content from 0.175 to 0.296 %.

Amount of microorganism and their productivity has a direct correlation with soil fertility. Broad application of pesticides negatively caused on to soil microbiological activities. During the last 20-30 years in long-term irrigated sierozem soils of Central Asia the number of microorganism reduced for three-four times, the number of protozoa decreased tenfold, rain worms practically did not remain (Zimovetz, 1988).

Materials and methods.

1.1. Green manure crops. The field crops for green manure were planted in autumn time, in a second decade of October of 2006-2008. The sowing rate for rye was 80 kg/ha, pea – 50 kg/ha, and typhoon – 4 kg/ha. At the springtime crops for green manure were fertilized by nitrogen of 100 kg/ha. After maturing time aboveground biomass were grind- ed with using special implement KIR-1.5 and plowed in to soil to the depth of 40 cm with using two-tiered plow.

1.2 Experimental setup. The field experiments were installed on meadow and typical light sierozem soils in farmlands of Samarkand and Navoi provinces of Uzbekistan.

Field experiments were conducted in four replicates, with 28 subplots in total. The size of each subplot was 240 m² (50x4.8m) agro physical, agro chemical and biological characters of soil were determined by commonly accepted methods, described in proceedings of cotton growing research institute (2007). Soil samples were taken from three places of each subplots, before plowing in and at the end of august to the depth of 0-20 and 20-40 cm respectively.

Soil water content was determined by balance methods. Soil humus content was determined with using Tyurins methods, which is modified Walkley-Black method, total nitrogen on Kieldal, nitrate nitrogen on Granwald Liege, removable phosphorus on Michigan.

The fungi were determined in a Chapec media, bacterium – on meat pepton agar, actinomycetes on starch-ammonium agar, dinitrifiers of Giltay media.

All field observation was performed according to methods developed by Research institute of cotton growing (2007). Cuttings from each subplots determined the total yield.

2. Results and discussions. It was stated that for better growth and development of cotton plants during different phase of growth it needs to maintain constantly optimal soil moisture content. The optimal soil moisture creates the best conditions for normal growth, development of cotton plants with early ripening. Field and Laboratory analyses of soil moisture showed that application of green manure has improved a soil water properties (Table 1)

In case of control treatment of field experiment in a depth of 0-20 cm it was 12.0 %, in 0-40cm it was 14.5 %, but application of green manure increased the soil moisture up to 14.7- 15.2 and 18.1-18.8 %, respectively.

Table 1

Soil water content under application of green manure (in % to absolute dry soil)

	Treatments	Before plowing in		Before first irrigation		Before last irrigation	
		Layers, cm					
		0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
1	Controle	16,4	18,8	12,6	14,1	12,0	14,5
2	Pea	14,5	17,3	14,0	17,6	14,8	18,2
3	Rye	14,3	17,7	13,7	17,4	14,7	18,1
4	Typhon	15,1	17,2	13,9	17,8	14,7	18,2
5	Pea-Rye	14,0	17,5	14,2	18,4	15,0	18,5
6	Typhone-Rye	14,2	17,7	14,5	18,2	14,9	18,3
7	Typhone-Pea-Rye	14,6	17,4	14,7	18,7	15,2	18,8

The increase of soil humus content due to green manure application caused positively to aggregate composition of soil and favored to improvement of physical characteristic of arable layer, decreases the bulk density of soil. Investigation showed that highest bulk density of soil samples (Tabl.1) is noted on treatment without organic fertilizers (control) herewith both in upper (0-20) and in under-stratums layers plowing in of green biomass noticeably reduce the bulk density of soil.

The basic characteristic to which green manure can effect is variation of soil humus, nitrate nitrogen, mobile phosphorus and exchangeable potassium contents.

From the table 3 we can see that lowest soil humus content was observed in a treatment without green manure application as compared to other treatments with application of green manure.

The most active period of the growing of the numbers of microorganism in soil is a period of the blossom and fruiting of cotton plants (June-July). Especially, the last treatment where combined mixture of different crops applied as a green manure, caused to increase a number of soil microorganisms significantly.

Application of organic biomasses positively influenced to growth and development of cotton plants. Field measurements of the rate of growth of cotton plans has shown that application the organic fertilizers before of the blossom there was not observed a significant difference in the height of main steam of cotton plants. The main differences on steam growth are become visible starting from second decade of June, and later on starting from July, these differences are more intensive.

Green manure application in the scheme of typhoon+pea+rey had more stable effect on main steam growth, where cotton plant steams were taller on 12.7 -14.7 cm as compared to control treatment, where green manure were not applied (Table 2).

Table 2

Effect of green manure to growth and development of "Omad" cotton plants variety in meadow sierozem soils of Uzbekistan (2006-2009)

	Treatment	Main steam growth, cm	Number of simpodias	Number of bulbs	Wilting, %	
					total	strong
		01.09	01.09	01.09	01.09	01.09
1	Control	80,9	13,6	10,9	17	5
2	Pea	89,8	15,3	13,5	7	2
3	Rye	86,6	15,2	12,9	8	1
4	Typhon	83,6	15,1	12,6	9	1
5	Pea-Rye	92,0	15,4	13,8	6	-
6	Typhon-Rye	90,1	15,3	14,2	6	-
7	Typhon-Pea-Rye	95,6	15,7	14,7	4	-

The same relationship was observed in the typical and light sierozem soil conditions. Better nutritional status of soil under green manure application had effect on the quantities of simpodial branches as well as cotton bulbs as compared to unfertilized control treatment.

Application of organic fertilizers creates enhanced conditions for mineral nutrition and causes to growth, development and productivity of cotton (Table 2).

There was obtained an additional yield as 0.48 – 0.92 t/ha due to application of green manure. The highest yield was obtained in a treatment where mixture of different herbage such as Typhon-Pea-Rye were incorporated which allowed to obtain an additional yield of cotton as 0.77-0.92 t/ha as compared to control.

Conclusions. On the basis of obtained results, it was possible to conclude a positive effect of green manure application to growth development and yield of cotton in irrigated sierozem soil conditions. Application of green manure positively caused to improve a microbiological activity of soil microorganisms. Green manure creates better nutritional regime on supply of plant with bioavailable mineral elements for field crops. Application of green manure in a different scheme allowed obtaining an additional yield of cotton such as 0.48-0.92 t/ha.

REFERENCES

1. Conklin A.E., Erich M.S., Liebman M., Lambert D., Gallandt E.R. and Halteman W.A. 2002. Effects of red clover (*Trifolium pratense*) green manure and compost soil amendments on wild mustard (*Brassica kaber*) growth and incidence of disease. *Plant Soil*. Vol. 238, 3, p. 245-256.
2. Davis J.R., Huisman O.C., Everson D.O., Schneider A.T. and Sorensen L.H. 1999. Suppression of Verticillium wilt with wheat and improved yield and quality of the Russet Burbank potato. *Amer. J. of Potato Res.* a, Vol. 76, 367.
3. Davis J.R., Huisman O.C., Everson D.O., Sorensen L.H. and Schneider A.T. 1999. Control of Verticillium wilt of the Russet Burbank potato with corn and barley. *Amer. J. of Potato Res.*, Vol. 76, p. 367.
4. Davis J.R., Huisman O.C., Everson D.O., and Schneider A.T. 2001. Verticillium wilt of potato. A model of key factors related to disease severity and tuber yield in southeastern Idaho *Amer. J. of Potato Res.* Vol. 78, 2, p. 296-300.
5. Elfstrand S., Bath B., Martensson A. 2007. Influence of various forms of green manure amendment on soil microbial community composition, enzyme activity and nutrient levels in leek // *Applied Soil Ecology*, Volume 36, Issue 31, pp. 70-82
6. Elfstrand S, Hedlund K, Martensson A. 2007. Soil enzyme activities, microbial community composition and function after 47 years of continuous green manuring // *Applied Soil Ecology* Volume 35, Issue 3, pp. 610-621.
7. Jennifer Miller. 2004. Cropping project finds benefit from Mustard green manure. *Reserv. Alternat. Amer. J. of Pesticide Reform*, Vol. 56. p. 125.
8. Lazzeri L. and Manici L.M. 2001. Allelopathic effect of glucosinolate containing plant green manure on *Pythium* sp. and total fungal population in soil. *Hort Science*, Vol. 36 (7) p.1283-1289.
9. Macrae R.J, G. R. Mehuys G.R. 1985. The Effect of Green Manuring on the Physical Properties of Temperate Area Soils // *Advances in Soil Science* Volume 3. pp. 71-94.

Материал поступил в редакцию 10.01.19.

ВЛИЯНИЕ ВНЕСЕНИЯ СИДЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ, РОСТ, РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ХЛОПКА В ТИПИЧНОМ СУПЕСЧАНОМ СЕРОЗЁМЕ В УСЛОВИЯХ ДОЛИНЫ ЗАРАВШАНА

Н. Халманов¹, М. Элмуродова²

¹ профессор, ² кандидат наук

Кафедра экологии

Самаркандский государственный университет, Узбекистан

***Аннотация.** В статье обсуждается влияние применения сидератов на изменение агрофизических и агрохимических свойств серозёма Зарафшанской долины Узбекистана. Несколько разновидностей полевых культур таких, как тайфун, горох и рожь использовались в качестве сидерального удобрения. Полевые и лабораторные исследования показали улучшение физических, химических и биологических свойств почв, а также улучшение роста, развития и урожайности хлопчатника под воздействием сидерального удобрения.*

***Ключевые слова:** сидеральное удобрение, серозём, светлый серозём, типичный серозём, лугово-серозёмный, агрофизические.*

UDC 551

**ANTHROPOGENIC CHANGE IN THE AQUATIC ENVIRONMENT
OF THE NURA RIVER BASIN (MID-20TH CENTURY)**
G.M. Zhangozhina¹, S.A. Talzhanov², S.M. Dosmakhov³, L.T. Kozhakmetova⁴
¹ Master of Natural Sciences, Senior Lecturer, ² Candidate of Geographic Sciences,

³ Master of Economic Sciences, Senior Lecturer, ⁴ Master of Ecology, Lecturer

Ye.A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan

Abstract. *This article is considered the historical stages of the geoecological situation of the Nura river basin. The main regions of conversion the researching territory are studied. Based on the classification of anthropogenic impacts, there was identified the influence of industrial enterprises on the environment of the Nura river basin.*

Keywords: *anthropogenic factor, geoecological situation, anthropogenic, basin, techno genesis, industrial zone, monitoring, ecological destabilization, heaps, recultivation of lands.*

Anthropogenic factors are caused by various forms of human influences on the individual components of the environment in general and geosystems. They cover the processes occurring in the course of direct human impacts on the environment or indirectly owe their origin technogenesis. Anthropogenic factors impact on the nature and human body (the development of land under crops and crop planting, deforestation, construction of hydro, passive and active foreign importation of various animals and plants, pest control, etc.).

The concept of anthropogenic load is used for quantitative and qualitative characteristics of anthropogenic factors. It characterizes the amount of direct or indirect anthropogenic impacts on the environment. Anthropogenic factors are usually related to the side effects of interaction between society and the natural environment. Most often they appear as random, one-time impacts on the natural environment and geosystems accompanying purposeful human activities. These effects may be in the nature of intentional (planned, expected impacts) and unintended (unexpected consequences) impact on geosystems [2, p. 8].

There are several versions of the classification of anthropogenic of environmental factors developed by different authors. I.P. Laptev offers to classify them based on the following criteria: nature, origin and time of action, for the duration of human impacts, the ability to accumulate in the nature and type of human activity [3, p. 65].

Human impact on the natural environment of the Nura pool can be associated with its industrial development. All studies were conducted in the basin left behind a certain environmental effects. In this connection, geo-environmental situation can be considered at different stages: 1) pre-industrial stage, 2) stage of industrial development, and 3) stage of agricultural development of the basin, and 4) the current stage of basin formation.

Each stage in the formation of geo-ecological situations give and characterize a certain picture of development of territories. Each reflected stage recognizes the signs of anthropogenesis – hydrogeological work (drilling, exploration), hydraulic engineering, exploration of mineral deposits, construction of dams, urban planning, etc. Degree of manifestation of symptoms in the pool anthropogenesis of the Nura with each step increases, which causes the tension level of geo-ecological situations – from relatively fair to critical.

Pre-industrial stage (Paleolithic – 30th of XX century). Archaeological sites indicate that the basin of the Nura including neighborhoods Karaganda, back in the Paleolithic man lived. He was engaged in hunting, fishing, gathering plant foods. In the Neolithic in the river basin. The Nura appear basics of agriculture. Parking this period are found on p. PMCU Late Neolithic – Green bar. Since the 2nd millennium BC (Bronze Age), the ancient population of the region originates pastoral – agricultural economy with a predominance of cattle. This is confirmed by archaeological excavations settlement Suykbulak (Karkaralinsk) and the ancient irrigation system.

Since the late 40s. XIX century. 30-ies. XX century. the Nura basin to form local sources of environmental destabilization had Koyandinskaya Fair (Koyandinsko-Botovskaya), which annually conducts auctions. It was located in the river valley near the mouth of the Taldy and Lake Karasor 50 km from the village Koyandy. Creating conditions favorable for the development of regional trade and economic ties Koyandinskaya Fair attracted merchants from Russia and Central Asia. In 1905-1910 years.

Analysis of the pre-industrial stage of development of the region shows that economic activity began to have transformative impacts on the environment. During this period, there is a change in the geo-ecological situations pool of the Nura from environmental well before the formation of local sources environmental destabilization.

Stage of industrial development (30th XX century – 50th XX c.). During the years of Soviet power Karaganda region and become one of the largest industrial centers in Kazakhstan. In 1940, the Karaganda coal basin has 22 mines and 1 strip mining of coal (Fedorov). Karaganda coal basin played an important role in the industrial development not only of the Republic of Kazakhstan, but also the whole of the USSR (now CIS) since the Karaganda coal supplied with Enterprise Middle Volga region, the Urals, Bashkiria, etc. The pool was the third coal base USSR. Coalfield development led to the establishment of other industries. For the successful formation of Karaganda region as an industrial center and its water supply in the 30s and 40s XX century, there was built from plumbing of the Nura (Samarkand reservoir). By the end of 1933, the construction of the Central power was completed, began to build a hydroelectric power station. In 1937 came to operation Karaganda cement plant, which annually produces 14 tons of cement. In the same years were commissioned mechanized bakeries, brewery, dairy and other plants in Karaganda. Continued construction of railways through Akmola to Karaganda.

In the early 30s of XX century, in connection with the construction of several large industrial enterprises in Kazakhstan produced hydrogeological studies I.I. Filimonov and D.N. Bourtsev. In the article, «Prospects reclamation in Central Kazakhstan» (1930) summarized the materials reclamation expedition in Central Kazakhstan and former subdivisions district land offices, who worked on the rivers Tokrau, Bakanas, Nura and Sarysu [1, p. 4].

In the future hydrological work in the basin continued hydrogeologists V.Y. Grinyov, S.V. Komissarov, A.P. Vykhodtsev, I.I. Bozhkova, etc. (Kargeolbyuro Kazahuglerazvedka – Karaganda Geological Bureau, Kazakhstan coal exploration). At the same time, except for waters of the Lower Jurassic sediments studied fissure water limestones and volcanic, which is carried by water and rail stations working settlements [4, p. 32]. At the same time were organized permanent stationary surveillance regime of groundwater in boreholes, mines.

Stage of agricultural development of the basin (50th XX century. – 80th of the XX). During these years, the need to expand the resource base for industrial enterprises in the Southern Urals received significant scale geological survey and exploration, as well as hydrogeological work in areas designed and built railroads and mining. This line of work especially increased during the Great Patriotic War. Note some of them. In 1944-1948, Kazgeolupravlenie (Kazakhstan Geological Department) (M.B. Gamaley, A.A. Emelyanov, V.A. Kurdukov, N.I. Timpani) summarized extensive factual material on groundwater as combined hydrogeological maps, which mainly displayed on the first surface aquifers. These maps form the basis of planning subsequent exploration of the water. In 1946, V.S. Zhavago (Kazgeolupravlenie – Kazakhstan Geological Department) were launched, and in 1947-1951, A.F. Kalmykov and I.I. Subbotin continued exploration of water sources for deposits Akmaya, Baynazarov, Celta, etc. In general, the results of hydrogeological investigations before the military carried out the first stage of the assessment of groundwater resources and surface water study region. Revealed the possibility of organizing a centralized water supply of large industrial and administrative centers through groundwater and surface water [4, p. 70]. In the stage of agricultural development pool of the Nura have been converted to crops virgin lands. There are certain pockets of agriculture. Intensive development of agricultural production led to an increase in agricultural waste, which together with household waste significantly affect the chemical composition of the soil, causing a deterioration of its quality. In this connection, there are systems of environmental protection measures, which include prevention of erosion and knitted its dehumification soils.

REFERENCES

1. Chigarkin, A.V. Geocological division into districts and ecological reconstruction of geosystems of Kazakhstan / A.V. Chigarkin // Vestn. KazGU. Ser. geography. – Almaty, 1996. – № 3. – P. 3–8.
2. Kochurov, B.I. Geography environmental situations / B.I. Kochurov. – M: IGRAS, 1997. – 15 p.
3. Zhangozhina, G.M. Geological conditions of the basin of the upper reaches of the river Nura // Novyny for art Nouveau science-2010: mater. Int. nauch.-practical. proc. / G.M. Zhangozhina. – Sophia: BAL GRAD-BG, 2010. – V. 19. – P. 64–66.
4. Malinovskiy V.Yu., Mikhailova M.A. Cenozoic sediments and the geomorphology of the Nura River. – M., 1961. – P. 32-78.

Материал поступил в редакцию 22.01.19.

АНТРОПОГЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ВОДНОЙ СРЕДЫ БАССЕЙНА РЕКИ НУРА (СЕРЕДИНА XX ВЕКА)

Г.М. Жангожина¹, С.А. Талжанов², С.М. Досмахов³, Л.Т. Кожакметова⁴

¹ магистр естественных наук, старший преподаватель, ² кандидат географических наук, доцент,

³ магистр экономики, старший преподаватель, ⁴ магистр экологии, преподаватель

Карагандинский государственный университет имени Е.А. Букетова

Аннотация. В данной статье рассматриваются исторические этапы геоэкологической ситуации в бассейне реки Нура. Изучены основные регионы конверсии исследуемой территории. На основании классификации антропогенных воздействий выявлено влияние промышленных предприятий на окружающую среду бассейна реки Нуры.

Ключевые слова: антропогенный фактор, геоэкологическая ситуация, антропогенный, бассейн, техногенез, промзона, мониторинг, экологическая дестабилизация, отвалы, рекультивация земель.

Наука и Мир

Ежемесячный научный журнал

№ 2 (66), Том 1, февраль / 2019

Адрес редакции:
Россия, 400081, г. Волгоград, ул. Ангарская, 17 «Г», оф. 312.
E-mail: info@scienceph.ru
www.scienceph.ru

Изготовлено в типографии ООО «Сфера»
Адрес типографии:
Россия, 400105, г. Волгоград, ул. Богунская, 8, оф. 528.

Учредитель: ООО Издательство «Научное обозрение»

ISSN 2308-4804

Редакционная коллегия:
Главный редактор: Мусиенко Сергей Александрович
Ответственный редактор: Маноцкова Надежда Васильевна
Лукиенко Леонид Викторович, доктор технических наук
Боровик Виталий Витальевич, кандидат технических наук
Дмитриева Елизавета Игоревна, кандидат филологических наук
Валуев Антон Вадимович, кандидат исторических наук
Кисляков Валерий Александрович, доктор медицинских наук
Рзаева Алия Байрам, кандидат химических наук
Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук
Кондрашихин Андрей Борисович, доктор экономических наук, кандидат технических наук

Подписано в печать 25.02.2019 г. Формат 60x84/8. Бумага офсетная.
Гарнитура Times New Roman. Заказ № 84. Свободная цена. Тираж 100.