

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЖУРНАЛ**

INTERNATIONAL RESEARCH JOURNAL

**ISSN 2303-9868 PRINT
ISSN 2227-6017 ONLINE**

Екатеринбург
2015



Периодический теоретический и научно-практический журнал.
Выходит 12 раз в год.
Учредитель журнала: ИП Соколова М.В.
Главный редактор: Миллер А.В.
Адрес редакции: 620075, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская,
д. 4, корп. А, оф. 17.
Электронная почта: editors@research-journal.org
Сайт: www.research-journal.org

**№11 (42) 2015
Часть 3
Декабрь**

Подписано в печать 15.12.2015.
Тираж 900 экз.
Заказ 26113
Отпечатано с готового оригинал-макета.
Отпечатано в типографии ООО "Компания ПОЛИГРАФИСТ",
623701, г. Березовский, ул. Театральная, дом № 1, оф. 88.

Сборник по результатам XLV заочной научной конференции International Research Journal.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Журнал имеет свободный доступ, это означает, что статьи можно читать, загружать, копировать, распространять, печатать и ссылаться на их полные тексты с указанием авторства без каких либо ограничений. Тип лицензии CC поддерживаемый журналом: Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

Номер свидетельства о регистрации в Федеральной Службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций: **ПН № ФС 77 – 51217.**

Члены редколлегии:

Филологические науки: Растягаев А.В. д-р филол. наук, Сложеникина Ю.В. д-р филол. наук, Штрекер Н.Ю. к.филол.н., Вербицкая О.М. к.филол.н.

Технические науки: Пачурин Г.В. д-р техн. наук, проф., Федорова Е.А. д-р техн. наук, проф., Герасимова Л.Г., д-р техн. наук, Курасов В.С., д-р техн. наук, проф., Оськин С.В., д-р техн. наук, проф.

Педагогические науки: Лежнева Н.В. д-р пед. наук, Куликовская И.Э. д-р пед. наук, Сайкина Е.Г. д-р пед. наук, Лукьянова М.И. д-р пед. наук.

Психологические науки: Мазилев В.А. д-р психол. наук, Розенова М.И., д-р психол. наук, проф., Ивков Н.Н. д-р психол. наук.

Физико-математические науки: Шамолин М.В. д-р физ.-мат. наук, Глезер А.М. д-р физ.-мат. наук, Свистунов Ю.А., д-р физ.-мат. наук, проф.

Географические науки: Умывакин В.М. д-р геогр. наук, к.техн.н. проф., Брылев В.А. д-р геогр. наук, проф., Огуреева Г.Н., д-р геогр. наук, проф.

Биологические науки: Буланый Ю.П. д-р биол. наук, Аникин В.В., д-р биол. наук, проф., Еськов Е.К., д-р биол. наук, проф., Шеуджен А.Х., д-р биол. наук, проф.

Архитектура: Янковская Ю.С., д-р архитектуры, проф.

Ветеринарные науки: Алиев А.С., д-р ветеринар. наук, проф., Татарникова Н.А., д-р ветеринар. наук, проф.

Медицинские науки: Медведев И.Н., д-р мед. наук, д.биол.н., проф., Никольский В.И., д-р мед. наук, проф.

Исторические науки: Меерович М.Г. д-р ист. наук, к.архитектуры, проф., Бакулин В.И., д-р ист. наук, проф., Бердинских В.А., д-р ист. наук, Лёвочкина Н.А., к.ист.наук, к.экон.н.

Культурология: Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.

Искусствоведение: Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.

Философские науки: Петров М.А., д-р филос. наук, Бессонов А.В., д-р филос. наук, проф.

Юридические науки: Грудцына Л.Ю., д-р юрид. наук, проф., Костенко Р.В., д-р юрид. наук, проф., Камышанский В.П., д-р юрид. наук, проф., Мазуренко А.П. д-р юрид. наук, Мещерякова О.М. д-р юрид. наук, Ергашев Е.Р., д-р юрид. наук, проф.

Сельскохозяйственные науки: Важов В.М., д-р с.-х. наук, проф., Раков А.Ю., д-р с.-х. наук, Комлацкий В.И., д-р с.-х. наук, проф., Никитин В.В. д-р с.-х. наук, Наумкин В.П., д-р с.-х. наук, проф.

Социологические науки: Замараева З.П., д-р социол. наук, проф., Солодова Г.С., д-р социол. наук, проф., Кораблева Г.Б., д-р социол. наук.

Химические науки: Абдиев К.Ж., д-р хим. наук, проф., Мельдешов А. д-р хим. наук.

Науки о Земле: Горяинов П.М., д-р геол.-минерал. наук, проф.

Экономические науки: Бурда А.Г., д-р экон. нау, проф., Лёвочкина Н.А., д-р экон. наук, к.ист.н., Ламоттке М.Н., к.экон.н.

Политические науки: Завершинский К.Ф., д-р полит. наук, проф.

Фармацевтические науки: Тринева О.В. к.фарм.н., Кайшева Н.Ш., д-р фарм. наук, Ерофеева Л.Н., д-р фарм. наук, проф.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHYSICS AND MATHEMATICS

О ПРИМЕНЕНИИ КВАНТОВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ К ИНФОРМАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ	6
ОБРАБОТКА ФИНАНСОВЫХ ДАННЫХ BLOOMBERG ПОСРЕДСТВОМ СРЕДЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ R.....	7
ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДВУХСЛОЙНОЙ ТРУБЫ.....	9
АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПРОБИТИЯ ПРЕГРАД КОМПАКТНЫМИ УДАРНИКАМИ.....	12
ДОСТАТОЧНЫЕ УСЛОВИЯ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ЭЛЕМЕНТА СВОБОДНЫ НИЛЬПОТЕНТНЫХ ГРУПП	15
ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНДУКТИВНОСТИ	18
К ВОПРОСУ ОБ ОСРЕДНЕНИИ ПАРАМЕТРОВ НЕОДНОМЕРНОГО ПОТОКА.....	28
ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ АКТУАРНОЙ МАТЕМАТИКИ.....	31
О ВЛИЯНИИ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ТРУБОПРОВОДОВ	34
ЛИНЕЙНО ИНТЕРПОЛИРОВАННОЕ ВЕКТОРНОЕ ПОЛЕ И ВЫПОЛНЕНИЕ УСЛОВИЯ СОЛЕНОИДАЛЬНОСТИ.....	38

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ / CHEMISTRY

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ФТОРПОЛИМЕРА С НАПОЛНИТЕЛЕМ Li_2SiF_6	44
НЕФТЕСОРБЕНТЫ НА ОСНОВЕ СТЕКОЛ СИСТЕМЫ $\text{K}_2\text{O} - (\text{Mg,Ca})\text{O} - \text{P}_2\text{O}_5$ И КИНЕТИКА ПОГЛОЩЕНИЯ ИМИ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ	50
ПЕРЕРАБОТКА АЛЮМИНИЙСОДЕРЖАЩИХ РУД С ПРИМЕНЕНИЕМ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА	53
ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ ЭЛАСТОМЕРНЫХ СЕТОК.....	58
ПОЛУЧЕНИЕ ПРОДУКТОВ ЛИГНИНА, ХИМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОГО ТЕРЕФТАЛЕВОЙ КИСЛОТОЙ.....	63
ЖИРНОЕ МАСЛО ИЗ СЕМЯН КУЛЬТУРНЫХ СОРТОВ ОБЛЕПИХИ, КАК ИСТОЧНИК ЦЕННЫХ ТРИАЦИЛГЛИЦЕРИДОВ	65
ПОЛУЧЕНИЕ УЛЬТРАДИСПЕРСИЙ СУЛЬФИДА КАДМИЯ В РАСТВОРАХ ОБРАТНЫХ МИЦЕЛЛ.....	69
ПОЛУЧЕНИЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УЛЬТРАДИСПЕРСИЙ СУЛЬФИДА КАДМИЯ	70

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGY

ОБ ЭКОЛОГО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ ОНКОЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ	72
КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММЫ ФЛАВОНОИДОВ В ТРАВЕ РОДА <i>TRIFOLIUM</i> L. НА ТЕРРИТОРИИ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ	74
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗМЕРОВ ТЕЛА НА ЛЁТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МУХ-ЖУРЧАЛОК (DIPTERA, SYRPHIDAE).....	78
РАЗВИТИЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ХИМИЧЕСКОГО МУТАГЕНА ФОСФЕМИДА.....	83
МИКРОСПОРОГЕНЕЗ И МИКРОГАМЕТОГЕНЕЗ У ГРЕЧИХИ ТАТАРСКОЙ <i>FAGOPYRUM TATARICUM</i> (L.) GAERTN.....	91
ЭКОЛОГИЯ ПОМЕЩЕНИЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ	92
ВЫЖИВАЕМОСТЬ КУЛЬТУР БЕРЕЗЫ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ	94
HABITAT PREFERENCE AND FEEDING ECOLOGY OF THE BENGAL MONITOR (<i>VARANUS BENGALENSIS</i>) IN NATORE, BANGLADESH	96
КРАТКИЙ ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ ПАСПОРТИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ТЕРРИТОРИЯХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ, ПОСТРАДАВШИХ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС	99

ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ / VETERINARY SCIENCE

ИССЛЕДОВАНИЯ И ПРОФИЛАКТИКА БРУЦЕЛЛЕЗА КОЗ	103
СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ИММУНИТЕТА СВИНЕЙ В БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ РЕГИОНА.....	105

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ / GEOGRAPHY

ТРАНСГРАНИЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ТАЛАС	107
--	-----

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / GEOLOGY AND MINERALOGY

СИЛА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ СОЗДАЕТ ВОЗДЕЙСТВИЕ	110
---	-----

ОПТИМАЛЬНОЕ СОЧЕТАНИЕ СПОСОБОВ ОБОГАЩЕНИЯ СУЛЬФИДНЫХ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ РУД ТЕХНОГЕННОГО ОБЪЕКТА «ОТВАЛЫ АЛЛАРЕЧЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ»	113
--	-----

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHYSICS AND MATHEMATICS

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.033

Берзин Д.В.

Кандидат физико-математических наук, доцент,

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва

О ПРИМЕНЕНИИ КВАНТОВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ К ИНФОРМАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ*Аннотация*

В этой работе показывается, что если квантовые вычисления будут применены в информационных системах, то это может значительно улучшить их производительность.

Ключевые слова: ИТ, информационная система, прикладная информатика, кубит, алгоритмы поиска, Z-буфер.

Berzin D.V.

PhD in Physics and Mathematics, associate professor,

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow

ON APPLYING QUANTUM COMPUTATIONS TO CAD*Abstract*

In the work, we demonstrate that quantum computations can improve performance of information systems.

Keywords: IT, information system, applied informatics, qubit, search algorithms, Z-buffer.

В [1] был дан краткий обзор существующих работ по квантовым вычислениям, а также было рассказано о принципе суперпозиции.

В классической физике возможные состояния системы, состоящие из n частиц, чьи отдельные состояния могут быть описаны вектором в двумерном линейном пространстве, составляют линейное пространство размерности 2^n . Тем не менее, в квантовой системе результирующее пространство состояний намного объемнее: системе из n кубитов (см. [1]) соответствует пространство состояний размерности 2^n . Таким образом, с ростом количества частиц мы наблюдаем экспоненциальный рост размерности пространства состояний. Что, в свою очередь, предполагает возможное экспоненциальное увеличение скорости вычислений на квантовых компьютерах (по сравнению с классическими компьютерами).

В классическом случае пространства состояний n частиц составляются посредством декартового произведения. Квантовые состояния, тем не менее, комбинируются через тензорное произведение. Давайте взглянем на разницу между декартовым произведением и тензорным произведением. Эта разница очень важна для понимания квантовых вычислений.

Допустим, что V и W - два двумерных комплексных линейных пространства с базисами $\{v_1, v_2\}$ и $\{w_1, w_2\}$ соответственно. Декартово произведение этих двух пространств может иметь в качестве базиса объединение базисов его пространств-компонент: $\{v_1, v_2, w_1, w_2\}$. Таким образом, размерность классического пространства состояний множественных частиц растет линейно с числом этих частиц, так как $\dim(X \times Y) = \dim(X) + \dim(Y)$. Тензорное произведение $V \otimes W$ пространств V и W имеет базис $\{v_1 \otimes w_1, v_1 \otimes w_2, v_2 \otimes w_1, v_2 \otimes w_2\}$. Таким образом, пространство состояний двух кубитов, у каждого из которых базис $\{|0\rangle, |1\rangle\}$, имеет базис $\{|0\rangle \otimes |0\rangle, |0\rangle \otimes |1\rangle, |1\rangle \otimes |0\rangle, |1\rangle \otimes |1\rangle\}$, который может быть записан более компактно как $\{|00\rangle, |01\rangle, |10\rangle, |11\rangle\}$. Обобщая, напомним $|a\rangle$, что означает $|a_0 a_1 \dots a_n\rangle$, где a_i - бинарные цифры числа a . Базис для системы из трех кубитов - это

$$\{|000\rangle, |001\rangle, |010\rangle, |011\rangle, |100\rangle, |101\rangle, |110\rangle, |111\rangle\}$$

и в общем, система из n кубитов имеет 2^n базисных векторов. Мы теперь можем наблюдать экспоненциальный рост размерности пространства состояний с ростом числа квантовых частиц. Тензорное произведение $X \otimes Y$ имеет размерность $\dim(X) \times \dim(Y)$.

Измерение единичного кубита проецирует квантовое состояние на одно из базовых состояний, ассоциированных с измерительным устройством. Результат измерения - вероятностный, и процесс измерения изменяет состояние к измеренному. Измерениями мы вторгаемся в систему. Согласно принципам квантовой механики, действие сопровождается проецированием пространства состояния системы, или ее коллапсом, который является необратимым процессом, так что измерение - это последний шаг, после которого система разрушается и уже не годится для практических целей. В таком смысле измерение может дать только частичную информацию.

Можно перечислить по меньшей мере два вида прикладных проблем, для которых использование квантовых компьютеров принесет однозначные преимущества.

1. Алгоритмы поиска.

Следующая проблема хорошо известна. Нам дан неупорядоченный набор элементов a_0, a_1, \dots, a_N . Требуется найти определенный элемент a_i . Например, ищется определенный номер в телефонной книге, принадлежащий человеку, имя которого неизвестно. Классический алгоритм требует $N/2$ шагов для списка из N номеров. Квантовый алгоритм Гровера [2] требует только количества состояний порядка \sqrt{N} .

2. Разложение целых чисел на множители.

Рассмотрим классическую задачу разложения заданного целого числа N в произведение его простых делителей. На данный момент лучший алгоритм требует количество вычислений порядка $\exp[2L^{1/3}(\log L)^{2/3}]$, где $L = \log N$. Квантовый алгоритм Шора [3] требует только $O(L^3)$ шагов. Таким образом, использование квантовых вычислений позволит относительно решить задачи, трудные для классических вычислений.

Естественно ожидать, что квантовые алгоритмы были бы весьма эффективны не только в задачах поиска и в арифметике. Например, алгоритм Гровера может быть очень полезным в информационных системах. Рассмотрим в качестве частного случая хорошо известную в CAD процедуру, называемую Z-буфер. Рассмотрим неупорядоченное множество, состоящее из N точек в R^3 . Проблема заключается в их сортировке вдоль оси z . Предположим, например, что $N=1000$. На основании вышесказанного, используя квантовые вычисления, мы выполним процедуру сортировки приблизительно в 16 раз быстрее, чем используя обычный компьютер. Без сомнения, мы можем решать подобные проблемы намного эффективней, используя квантовые вычисления вместо классических алгоритмов. Безусловно, квантовые вычисления требуют специальных устройств (т.е. квантовых компьютеров), чтобы стать рабочим инструментом для науки и бизнеса. Научные исследования в этом направлении очень перспективны, и можно ожидать, что квантовые компьютеры станут повседневной реальностью в обозримом будущем.

Литература

1. Д.В.Берзин "Квантовые вычисления и автоматизированные системы проектирования" // Международный научно-исследовательский журнал = Research Journal of International Studies, №8 (27), август 2014, с.9
2. L.K.Grover. "Quantum mechanics helps in searching for a needle in a haystack." // Phys.Rev.Lett. 79 (1997), 325-328.
3. P.W.Shor "Polynomial-time algorithms for prime factorization and discrete logarithms on a quantum computer." // SIAM J. Comput., 26:5 (1997), 1484-1509.

References

1. D.V.Berzin "Kvantovye vychisleniya i avtomatizirovannye sistemy proektirovaniya" // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal = Research Journal of International Studies, №8 (27), avgust 2014, s.9
2. L.K.Grover. "Quantum mechanics helps in searching for a needle in a haystack." // Phys.Rev.Lett. 79 (1997), 325-328.
3. P.W.Shor "Polynomial-time algorithms for prime factorization and discrete logarithms on a quantum computer." // SIAM J. Comput., 26:5 (1997), 1484-1509.

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.034

Берзин Д.В.

Кандидат физико-математических наук, доцент,

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва

ОБРАБОТКА ФИНАНСОВЫХ ДАННЫХ BLOOMBERG ПОСРЕДСТВОМ СРЕДЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ R

Аннотация

В распоряжении студентов, преподавателей и сотрудников Финансового университета имеются терминалы Bloomberg. Информация, предоставляемая этой системой, чрезвычайно востребована у экономистов. Среда программирования R-project превосходно интегрируется с финансовыми данными Bloomberg, что позволяет представлять их в удобном для пользователя виде.

Ключевые слова: ИТ, информационная система, прикладная информатика, терминалы Блумберг, студенты-финансисты.

Berzin D.V.

PhD in Physics and Mathematics, associate professor,

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow

PROCESSING OF BLOOMBERG FINANCIAL DATA
BY PROGRAMMING ENVIRONMENT R

Abstract

Students and staff of the Financial University under the Government of the Russian Federation have an access to Bloomberg terminals. Bloomberg financial information is in high demand among economists. Programming environment R-project fits well with the system Bloomberg, that allows to represent financial data in a user-friendly way.

Keywords: IT, information system, applied informatics, Bloomberg terminals, R-project.

Bloomberg (по-русски: "Блумберг") – знаменитейшая компания, являющаяся лидером среди поставщиков финансовой информации для игроков финансовых рынков. Главный продукт этой компании – Терминал Блумберг, с помощью которого дается доступ к ценам фактически на всех мировых биржах и рынках, новостным лентам агентства Bloomberg и других ведущих средств массовой информации, системе электронной торговли ценными бумагами.

Университеты по всему миру используют "Блумберг", чтобы привнести реальный мир финансов в учебные аудитории, предоставляя студентам доступ к той же информационной платформе, что используется ведущими игроками в сфере бизнеса, финансов и государственных дел.

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации по праву считается лидером финансового образования. Он обладает впечатляющей материально-технической базой и хорошо оснащен. В частности,

Международная финансовая лаборатория с 2013 года располагает классом с терминалами "Блумберг", что позволяет студентам и научно-педагогическим сотрудникам пользоваться этой финансово-аналитической системой.

Терминал системы "Блумберг" включает в себя клавиатуру и два дисплея. Красные стоп-клавиши, зеленые активные и желтые клавиши рыночных секторов предоставляют быстрый и легкий доступ к информационным ресурсам. Рыночные сектора содержат в себе, к примеру, следующие классы активов: F6 - муниципальные облигации, F7 - привилегированные облигации, F8 - обыкновенные акции. Чтобы обнулить введенную информацию, следует дважды нажать на красную клавишу Esc (Cancel). Зеленая клавиша Enter (GO) осуществляет введенную команду. Зеленая клавиша HELP выводит пользователя к страницам помощи (онлайн руководства), а также к службе поддержки клиентов. Зеленая клавиша SEARCH инициирует поиск по ключевым словам по всей базе данных Bloomberg. Весьма полезна и зеленая клавиша END (MENU), поскольку она дает возможность вернуться из любого состояния обратно к предыдущему уровню, а затем обратно по восходящей в главное меню.

Основными понятиями в интерфейсе терминала служат *мнемоники* и *тикеры*, которые пользователь вбивает в командной строке. Мнемоники являются командами, а тикеры - краткие обозначения объектов. Например, в строке

MSFT US Equity <go> GP <go> FA <go> BOLL

MSFT US - это тикер, представляющий американскую компанию Microsoft, а GP, FA, BOLL - это мнемоники, FA означает "финансовый анализ".

Команда MAIN выдает самое главное меню в "Блумберге".

Система "Блумберг" хорошо интегрируется со средой программирования R, что дает возможность эффективно обрабатывать и делать наглядными финансово-экономические показатели. R – свободная программная среда вычислений, которая имеет открытый исходный код в рамках проекта GNU. Проект R широко используется как статистическое программное обеспечение для анализа данных и на самом деле стал неким эталоном для статистических программ. В среде R используется интерфейс командной строки, хотя доступны и несколько графических интерфейсов пользователя, например пакет "R Commander", а также средства интеграции в офисные пакеты. R поддерживает серьезный спектр статистических и количественных методов, а также обладает внушительной расширяемостью с помощью пакетов. Ещё одной "изюминкой" R служат мощные графические средства с возможности создания потрясающей графики, которая может включать в себя и математические символы.

Автором этой работы разработана и предложена практически всем факультетам Финансового университета дисциплина по выбору "Финансовая информатика на примере интеграции Bloomberg и R-project". Она нацелена на студентов-финансистов, и пригодна для освоения на любом году обучения. Автор может читать этот спецкурс как на английском, так и на русском языках. Содержание и другие моменты дисциплины согласованы деканом факультета МЭО, кандидатом экономических наук Александром Сергеевичем Диденко, которому я очень благодарен за сотрудничество и постоянное внимание к научной деятельности в Финансовом университете. В основе данного специального курса лежит обучение студентов поиску, обработке, интерпретации и наглядному представлению финансовых данных Bloomberg посредством проекта R. Этот спецкурс состоит из: основ системы "Блумберг"; обработки финансовых данных Блумберг в проекте R; выполнения отчетных работ.

Автор более чем 7 лет преподает на Международном финансовом факультете, на котором все обучение проходит на английском языке [1]. Опросы студентов этого и других факультетов Финансового университета вселяют уверенность в том, что этот спецкурс будет очень востребован и позволит студентам получить выход в финансовый мир с помощью информационных технологий.

Литература

1. Берзин Д.В. О преподавании на английском языке для студентов-финансистов. – Международный научно-исследовательский журнал = Research Journal of International Studies, №3 (22) 2014, апрель 2014 г., с.5

References

1. Berzin D.V. O prepodavanii na anglijskom jazyke dlja studentov-finansistov. – Research Journal of International Studies, №3 (22) 2014, april' 2014 g., s.5

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.216

Блинов А.В.

Студент, Пермский национальный исследовательский политехнический университет
ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДВУХСЛОЙНОЙ ТРУБЫ**Аннотация**

В статье сформулирована постановка задачи линейной теории упругости для определения напряженно-деформированного состояния трубы, продемонстрирован алгоритм получения зависимости напряжений и деформаций по радиусу трубы.

Ключевые слова: напряжения, деформация, двухслойная труба.

Blinov A.V.

Student, Perm National Research Polytechnic University

DETERMINATION OF STRESS-STRAIN STATE OF TWO-LAYER PIPES**Abstract**

In the article formulate the problem of linear elasticity theory to determine the stress-strain state, demonstrated algorithm for produce according to the stresses and strains along the radius of the tube.

Keywords: stress, strain, two-layer pipes.

При постановке задачи были внесены следующие упрощения: слои трубопровода – однородные, давление равномерно распределено по внутренней поверхности трубы, внешний слой не имеет гофрированной структуры. В силу данных упрощений можно считать, что задача является осесимметричной и относится к классу плоских задач теории упругости, поэтому удобно рассматривать её решение в цилиндрической системе координат. Внешний и внутренний радиус задаются из условий требуемой задачи, рассматриваемой инженером. Выберем систему координат таким образом, чтобы её начало совпадало с центром тяжести какого-либо произвольного поперечного сечения, а ось Oz была сонаправлена оси симметрии трубы, см. рис 1.

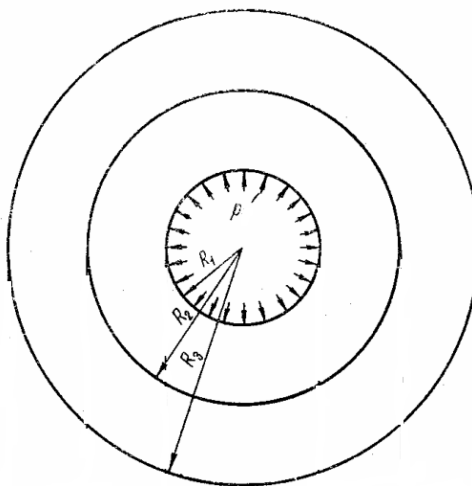


Рис. 1 – Выбор оси Oz в центре сечения, указание радиусов слоёв трубы и внутреннего давления

Математическая постановка:

- Уравнение равновесия, применяемое для описания поведения трубы в цилиндрической системе координат:

$$\frac{d\sigma_{rr}}{dr} + \frac{\sigma_{rr} - \sigma_{\phi\phi}}{r} = 0 \quad (1)$$

- Физические соотношения в цилиндрической системе координат:

$$\sigma_{rr} = \lambda(\varepsilon_{rr} + \varepsilon_{\phi\phi}) + 2\mu\varepsilon_{rr} ; \sigma_{\phi\phi} = \lambda(\varepsilon_{rr} + \varepsilon_{\phi\phi}) + 2\mu\varepsilon_{\phi\phi} \quad (2)$$

- Геометрические соотношения (связь тензора деформаций от перемещений по радиусу):

$$\varepsilon_{rr} = \frac{du_r}{dr} ; \varepsilon_{\phi\phi} = \frac{u_r}{r} \quad (3)$$

- Граничные условия (4):

Напряжение на внутренней поверхности первого слоя (от центра сечения трубы) определяется через внутреннее давление:

$$\sigma_{rr}^I \Big|_{r=R_1} = -p ; \quad (4a)$$

По условиям поставленной задачи, давление на внешнем слое трубы отсутствует, следовательно, напряжение на внешнем радиусе отсутствует:

$$\sigma_{rr}^{II} \Big|_{r=R_2} = 0 ; \quad (4b)$$

Учет напряжений между слоями трубы:

$$\sigma_{rr}^I \Big|_{r=R_2} = \sigma_{rr}^{II} \Big|_{r=R_2} = -p_k; \quad (4в)$$

Учет перемещений между слоями трубы:

$$u_r^I \Big|_{r=R_2} = u_r^{II} \Big|_{r=R_2} \quad (4г)$$

где r, ϕ - радиальная и угловая координаты. $\sigma_{rr}^I, \sigma_{\phi\phi}^I, \sigma_{rr}^{II}, \sigma_{\phi\phi}^{II}$ - радиальное и окружное напряжения на внутренней и внешней трубе. $\varepsilon_{rr}, \varepsilon_{\phi\phi}$ - радиальная и окружная компоненты тензора деформаций. λ, μ - упругие постоянные Ляме изотропного материала. u_r^I, u_r^{II} - радиальное перемещение на внутренней и внешней трубе. p_k - межтрубное давление, действующее на поверхности соприкосновения труб (которое найдется в процессе решения поставленной задачи).

Будем решать задачу в перемещениях в радиальном направлении. В данном случае это удобно, так как постановка плоской осесимметричной задачи включает только одно уравнение равновесия, а поле перемещений является чисто радиальным.

В случае плоского деформированного состояния в теле обязательно возникает ненулевое осевое напряжение $\sigma_{zz} = \nu(\sigma_{rr} + \sigma_{\phi\phi})$. Здесь ν - коэффициент Пуассона для материала.

Подставляя соотношения (2) и (3) в уравнение равновесия (1) получим уравнение равновесия в перемещениях в виде:

$$\frac{d^2 u_r}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{du_r}{dr} - \frac{u_r}{r^2} = 0 \quad (5)$$

Отметим, что уравнения равновесия для первого и второго слоя трубы совпадают на качественном уровне, отличаются лишь свойством материала слоя.

Интегрируя уравнение (5), получим поле перемещений для первого и второго слоя трубы в радиальном направлении:

$$\begin{cases} u_r^I(r) = Ar + \frac{B}{r} \\ u_r^{II}(r) = Dr + \frac{E}{r} \end{cases} \quad (6)$$

Константы A, B, D, E определим из граничных условий задачи (4):

$$A = \frac{1}{2(\lambda_1 + \mu_1)} \left(\frac{(p - p_k) R_2^2}{(R_2^2 - R_1^2)} - p \right); B = \frac{1}{2\mu_1} \left(\frac{(p - p_k) R_2^2 R_1^2}{(R_2^2 - R_1^2)} \right) \quad (7)$$

$$D = \frac{p_k}{2(\lambda_2 + \mu_2)} \left(\frac{R_2^2}{(R_3^2 - R_2^2)} \right); E = \frac{p_k R_2^2 R_3^2}{2\mu_2 (R_3^2 - R_2^2)} \quad (8)$$

Подставим соотношение (6) - (8) в соотношения (3), получим выражения для нахождения напряжений и деформаций для каждого слоя трубы, выраженных через внешний и внутренний радиус, равномерное внутреннее давление и упругие константы:

- Деформации в радиальном направлении по радиусу от внутреннего давления в первом слое трубы:

$$\varepsilon_{rr}^I = \frac{1}{2(\lambda_1 + \mu_1)} \left(\frac{(p - p_k) R_2^2}{(R_2^2 - R_1^2)} - p \right) - \frac{1}{2\mu_1 r^2} \left(\frac{(p - p_k) R_2^2 R_1^2}{(R_2^2 - R_1^2)} \right) \quad (9)$$

- Деформации в окружном направлении по радиусу от внутреннего давления в первом слое трубы:

$$\varepsilon_{\phi\phi}^I = \frac{1}{2(\lambda_1 + \mu_1)} \left(\frac{(p - p_k) R_2^2}{(R_2^2 - R_1^2)} - p \right) + \frac{1}{2\mu_1 r^2} \left(\frac{(p - p_k) R_2^2 R_1^2}{(R_2^2 - R_1^2)} \right) \quad (10)$$

- Деформации в радиальном направлении по радиусу от внутреннего давления во втором слое трубы:

$$\varepsilon_{rr}^{II} = \frac{p_k}{2(\lambda_2 + \mu_2)} \left(\frac{R_2^2}{(R_3^2 - R_2^2)} \right) - \frac{p_k R_2^2 R_3^2}{2\mu_2 r^2 (R_3^2 - R_2^2)} \quad (11)$$

- Деформации в окружном направлении по радиусу от внутреннего давления во втором слое трубы:

$$\varepsilon_{\phi\phi}^{II} = \frac{p_k}{2(\lambda_2 + \mu_2)} \left(\frac{R_2^2}{(R_3^2 - R_2^2)} \right) + \frac{p_k R_2^2 R_3^2}{2\mu_2 r^2 (R_3^2 - R_2^2)} \quad (12)$$

- Напряжение в радиальном направлении по радиусу от внутреннего давления в первом и втором слое трубы:

$$\sigma_{rr}^I = \frac{(p - p_k) R_2^2}{(R_2^2 - R_1^2)} \left(1 - \frac{R_1^2}{r^2} \right) - p; \quad \sigma_{rr}^{II} = \frac{p_k R_2^2}{(R_3^2 - R_2^2)} \left(1 - \frac{R_3^2}{r^2} \right) \quad (13)$$

Напряжение в окружном направлении по радиусу от внутреннего давления в первом и втором слое трубы:

$$\sigma_{\varphi\varphi}^I = \frac{(p - p_k) R_2^2}{(R_2^2 - R_1^2)} \left(1 + \frac{R_1^2}{r^2} \right) - p; \quad \sigma_{\varphi\varphi}^{II} = \frac{p_k R_2^2}{(R_3^2 - R_2^2)} \left(1 + \frac{R_3^2}{r^2} \right) \quad (14)$$

По зависимостям (9)-(14) можно однозначно определить напряжения и деформации от радиуса по всему сечению бесконечной двухслойной трубы. Давление на стыке слоев трубы определяется P_k . Ожидается небольшой скачок напряжений и деформаций на стыке слоев бесконечной двухслойной трубы, связанный с контактом между двух материалов.

Данные результаты будут использоваться для проверки применения конечно-элементной модели двухслойного трубопровода, которые используются в различных сферах промышленности. Необходимо построить функциональную зависимость напряжений, деформаций и перемещений от радиуса, меняющегося от внутреннего слоя до внешнего радиуса второго слоя. А так же определить относительную и абсолютную погрешность между аналитическим решением и решением, полученным с помощью метода конечных элементов.

Необходимость применения конечно-элементной модели связано с удобством быстрого определения напряжений и деформаций двухслойной толстостенной трубы, которые применяются для подземной прокладки систем отвода канализационной и дождевой воды, а так же прочих нужд, которые допускает данный тип материала и конструкцию труб. Чаще всего это трубы городской наружной канализации, прежде всего в качестве коллекторов. Могут применяться для строительства канализационных сетей санитарно-технического, ливневого и общего назначения, а благодаря высокой химической стойкости могут успешно использоваться в строительстве промышленных сетей [1].

Литература

1. Трубы ПЭ, ПП для наружной канализации двухслойные «ПОЛИТЭК-3000», «FD ПЛАСТ», «POLYTRON». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rtg-company.ru/gl/katalog-ceni/details/16/8/narugnie-sistemi-truboprovodov/kanalizatsiya/dvuhsloynaya->
2. Демидов С.П. Теория упругости: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1979. – 432 с.
3. Дарков, А.В. Сопротивление материалов / А.В. Дарков, Шапиро Г.С. – М.: Высшая школа. 1975. – 654 с.

References

1. Trubi PE, PP dlya narujnoy kanalizacii dvuhsloynnye «politek-3000», «FD plast», «POLYTRON». [electronic resource]. URL: <http://www.rtg-company.ru/gl/katalog-ceni/details/16/8/narugnie-sistemi-truboprovodov/kanalizatsiya/dvuhsloynaya->
2. Demidov S.P. Teoriya uprugosti: Uchebnik dlya vuzov. – M.: Visshaya shkola, 1979. - 432 s.
3. Darkov A.V. Soprotivlenie materialov / A.V. Darkov, Shapiro G.S. – M.: Visshaya shkola. 1975. – 654 s.

РОССИЙСКИЙ ИНДЕКС
НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ

Science Index



Мы настоятельно рекомендуем всем нашим авторам зарегистрироваться в системе **Science Index РИНЦ**.

Таким образом, авторы могут более детально контролировать список своих публикаций, не только в нашем журнале, но и во всех научных изданиях, входящих в РИНЦ. Регистрация в системе также позволит узнать индекс научного цитирования автора и его публикаций.

Подробную инструкцию по регистрации в системе Science Index РИНЦ Вы можете найти на нашем сайте <http://research-journal.org/> в разделе «Полезно знать».

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.003

Глазырин В.П.¹, Орлов Ю.Н.²¹Доктор физико-математических наук, ²кандидат физико-математических наук

Национальный исследовательский Томский государственный университет

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках государственного задания №2014/223

(код проекта 1567)

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПРОБИТИЯ ПРЕГРАД КОМПАКТНЫМИ УДАРНИКАМИ**Аннотация**

При помощи методов математического моделирования исследован процесс взаимодействия компактных ударников с алюминиевыми преградами. Рассмотрены сферические и цилиндрические ударники. Поведение среды описывается с общих позиций механики деформируемого твердого тела. Учитываются ударно-волновые явления, а также образование отрывных и сдвиговых разрушений. Для численного моделирования процесса соударения тел использована разработанная методика. Рассмотрен двумерный случай осевой симметрии. Получены текущие конфигурации ударник-мишень, области разрушенного материала и временные параметры моделируемого процесса.

Ключевые слова: модель, скорость, ударник, преграда, метод, пробитие.

Glazyrin V.P.¹, Orlov Yu.N.²¹PhD in Physics and Mathematics, ²PhD in Physics and Mathematics, National Research Tomsk State University**ANALYSIS OF DYNAMICS PENETRATING OF TARGETS BY COMPACT STRIKERS****Abstract**

With the help of mathematical modeling methods used to study the interaction of compact strikers aluminum targets. Consider a spherical and cylindrical strikers. The behavior of the medium is described by the general position of solid mechanics. Taking into account the shock-wave phenomena, as well as education vouchers and shear damage. For the numerical simulation of the collision of bodies used the method developed. Considered two-dimensional case of axial symmetry. Get current configuration strikers - target, the area of damaged material and temporal parameters of the modeled process.

Keywords: model, velocity, striker, target, method, penetration.

В практике создания ударостойких защит часто применяют инженерные формулы, позволяющие, не прибегая к анализу сложного напряженно-деформированного состояния, оценивать надежность преграды. В большинстве таких формул, используется величина предела сквозного пробития или баллистический предел. Поэтому более точное знание запреградной скорости ударника V_z предполагает и более точные расчеты по таким формулам. Очевидно, что результаты экспериментов по определению данных величин зависят от разных факторов, возможно, в том числе, и от фронтальных размеров преграды. Это актуально, поскольку материалы для современных ударостойких защит на этапе их разработки стоят довольно дорого, а образцы, как правило, невелики по размерам.

С целью проверки влияния размера преград на значение запреградной скорости ударника проведены расчеты взаимодействия стальных ударников сферической и цилиндрической формы одинаковой массы диаметром 15 мм с плитами из алюминиевого сплава Д16 толщиной 4 мм с динамическим пределом текучести 0.5 ГПа. Преграды расположены на опорных кольцах с внутренним диаметром 9.0 и 2.5 см. Начальная скорость ударников равна 290 м/с.

Для описания поведения материала используется модель упругопластической повреждаемой среды с упрочнением. Материал считается изотропным, упругопластическим, сжимаемым, пористым [1, 2]. Задача решается численно в осесимметричной постановке методом Джонсона, который дополнен алгоритмами разрушения расчетных элементов и расщепления расчетных узлов, позволяющими моделировать глубокое проникание ударников и сквозное пробитие преград с учетом разрушения тел на фрагменты [3, 4].

Микроповреждения в материале трактуются как эволюционирующие в волнах напряжений микропустоты и описываются кинетическим уравнением порообразования [3, 4]. Принято, что отрывные разрушения происходят при достижении главным растягивающим напряжением значения откольной прочности, а сдвиговые разрушения – при достижении удельной работой сдвиговых пластических деформаций критического значения [5].

Начальная схема моделируемого процесса приведена на рис. 1а. На рис. 1б представлены результаты расчетов процесса взаимодействия сферического ударника с алюминиевой плитой, расположенной на большом кольце. Наблюдается сквозное пробитие, а $V_z=153$ м/с. Изменение относительной скорости центра масс ударника приведено на рис. 2 (кривая 1с). Отсюда видно, что пробитие преграды происходит приблизительно на 90 мкс процесса. На рис. 1в и рис. 1г приведены результаты расчета для случая, когда преграда лежит на опорном кольце меньшего диаметра. Изменение относительной скорости центра масс ударника приведено на рис. 2 (кривая 2с). Сквозное пробитие наблюдается на 50 мкс процесса, а $V_z=167$ м/с.

Для выяснения влияния формы головной части проведены расчеты по моделированию процесса взаимодействия цилиндрического ударника с такой же преградой. Результаты расчета представлены на рис. 3. Изменение относительной скорости центра масс для этих вариантов приведены на рис. 2 (кривые 1ц и 2ц). Запреградная скорость цилиндра при пробитии преграды на большом кольце равна 192 м/с и на малом - 203 м/с.

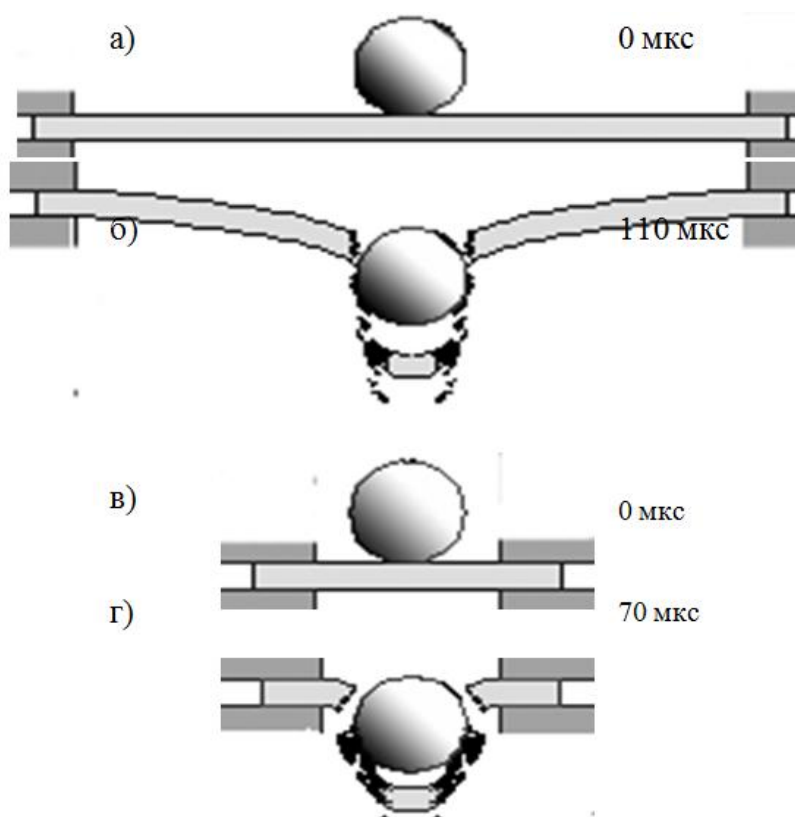


Рис. 1 – Взаимодействие сферического ударника с преградой

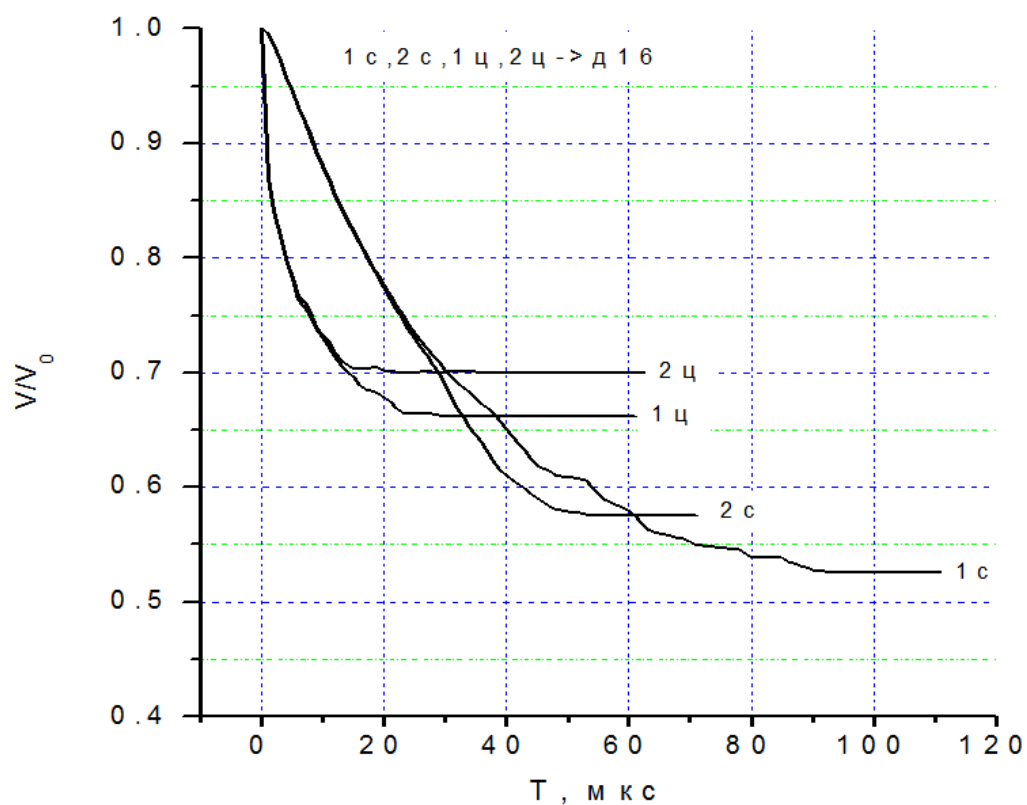


Рис. 2 – Зависимость скорости центра масс ударников от времени

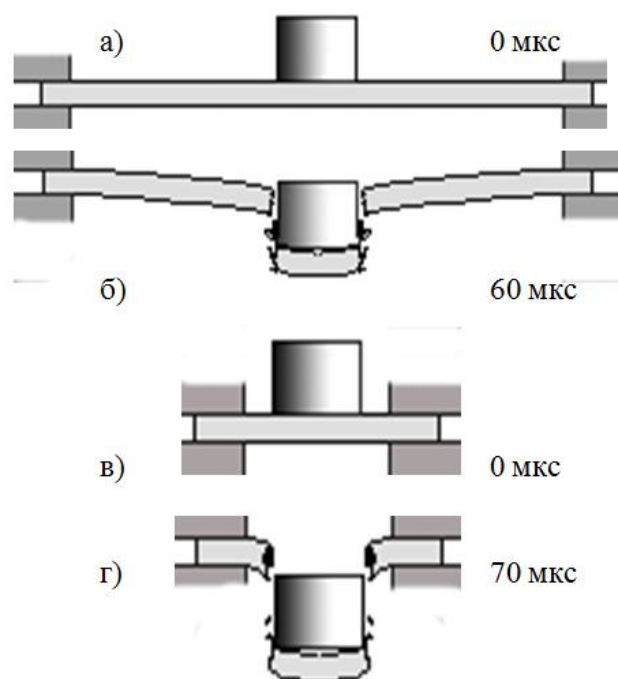


Рис. 3 – Взаимодействие цилиндрического ударника с преградой

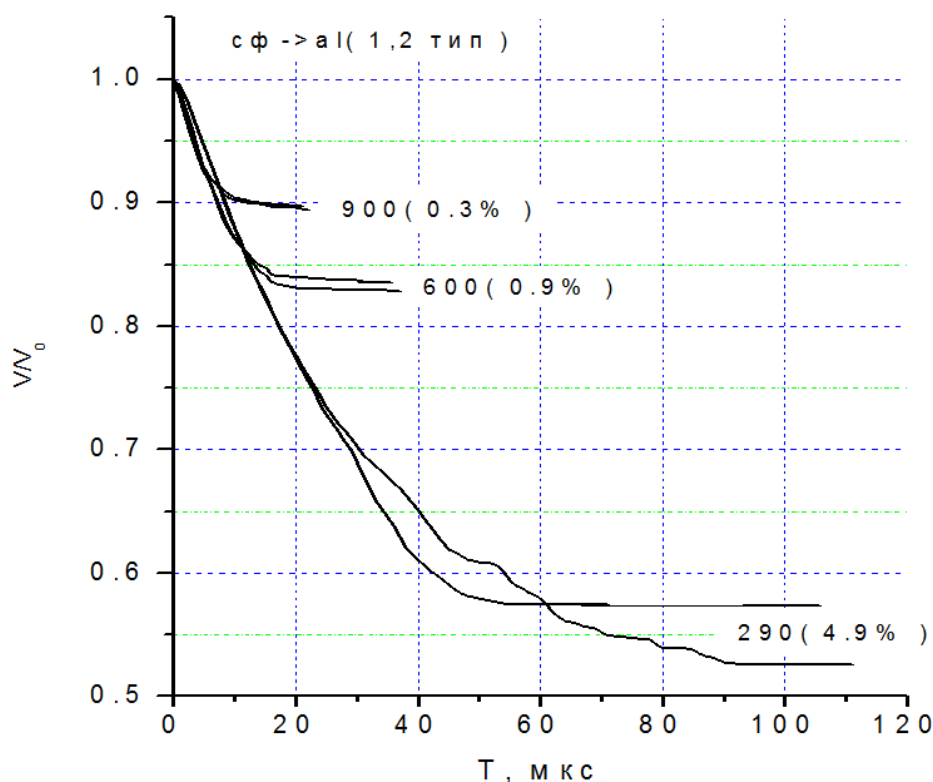


Рис. 4 – Зависимость скорости центра масс ударников от времени при различных начальных скоростях удара

Обозначим преграду большего диаметра как тип 1, а преграду меньшего диаметра – как тип 2. Из расчетов следует, что после пробития преграды первого типа сферическим ударником, его относительная V_3 равна 0.53, а после пробития преграды второго типа – 0.57, т.е. разница между ними составила 14 м/с. Относительные V_3 цилиндрического ударника для аналогичных вариантов расчетов дают 0.66 и 0.71 с разницей в 11 м/с.

Запреградные скорости ударников в случае преград типа 1 ниже, чем в случае преград типа 2 видимо из-за того, что в первом случае деформируется больший объем материала, чем во втором, т.е. в первом случае тратится больше кинетической энергии ударника на упругопластическое деформирование преграды, чем во втором.

На рис. 4 приведены графики относительной скорости сферического ударника при пробитии преград 1 и 2 типа при начальных скоростях 290, 600 и 900 м/с. Напротив кривых указаны начальные скорости, а в скобках – процентная разница запреградных скоростей при пробитии преград разного типа. Видно, что с увеличением начальной скорости разница уменьшается. Это можно объяснить тем, что при высоких скоростях инерционная масса играет роль упора, и влияние размеров преград снижается.

В результате проведенных расчетов установлена степень влияния размера преград на значение запреградных скоростей сферических и цилиндрических ударников. Численные исследования позволили дать сравнительную оценку пробивного действия ударников различной формы и, кроме того, показали возможность применения и перспективность разработанного программного комплекса к решению задач сквозного пробития преград. Полученные данные нельзя автоматически распространять на любые другие материалы, размеры и скорости. Для решения такой задачи требуются проведение дополнительных исследований и экспериментальная проверка результатов.

Литература

1. Герасимов А.В., Пашков С.В. Взаимодействие высокоскоростных элементов с комбинированными преградами // Известия вузов. Физика. – 2011. - т. 54, № 10/2. - С. 25-29.
2. Глазырин В.П., Платова Т.М. О релаксации напряжения сдвига в металлах при ударном нагружении // Журнал Физика горения и взрыва. – 1988. - №1. – С. 79-83.
3. Орлов Ю.Н., Глазырин В.П., Орлов М.Ю. Удар-ПЛ-2. Разрушение тел при соударении. Плоская задача. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2010610912 от 21.01.2010.
4. Глазырин В.П., Орлов М.Ю., Орлов Ю.Н. Моделирование ударно-волнового нагружения функционально-градиентных материалов // Известия вузов. Физика. – 2007. - т. 50, № 9/2. - С. 65-73.
5. Герасимов А.В., Пашков С.В. Численное моделирование пробития слоистых преград // Механика композиционных материалов и конструкций // Механика композиционных материалов и конструкций. – 2013. - т.19, №1. - С. 48-61.

References

1. Gerasimov A.V., Pashkov S.V. Vzaimodejstvie vysokoskorostnyh jelementov s kombinirovannymi pregradami // Izvestija vuzov. Fizika. – 2011. - t. 54, № 10/2. - S. 25-29.
2. Glazyrin V.P., Platova T.M. O relaksacii naprjazhenija sdviga v metallah pri udarnom nagruzhenii // Zhurnal Fizika gorenija i vzryva. – 1988. - №1. – S. 79-83.
3. Orlov Ju.N., Glazyrin V.P., Orlov M.Ju. Udar-PL-2. Razrushenie tel pri soudarenii. Ploskaja zadacha. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlja JeVM № 2010610912 ot 21.01.2010.
4. Glazyrin V.P., Orlov M.Ju., Orlov Ju.N. Modelirovanie udarno-volnovogo nagruzhenija funkcional'no-gradientnyh materialov // Izvestija vuzov. Fizika. – 2007. - t. 50, № 9/2. - S. 65-73.
5. Gerasimov A.V., Pashkov S.V. Chislennoe modelirovanie probitija sloistyh pregrad // Mehanika kompozicionnyh materialov i konstrukcij // Mehanika kompozicionnyh materialov i konstrukcij. – 2013. - t.19, №1. - S. 48-61.

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.130

Ковыршина А.И.¹, Лапшина Е.С.²

¹Кандидат физико-математических наук, ²кандидат физико-математических наук,
Иркутский государственный университет

ДОСТАТОЧНЫЕ УСЛОВИЯ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ЭЛЕМЕНТА СВОБОДНЫХ НИЛЬПОТЕНТНЫХ ГРУПП

Аннотация

Поиск стабильных элементов свободных нильпотентных групп тесно связан с нестабильными элементами в этих группах. При установлении достаточных условий существования нестабильных элементов значительно облегчается поиск стабильных. Статья посвящена описанию множества базисных коммутаторов определенного вида, среди линейных комбинаций которых нет стабильных элементов. Рассматривается свободная нильпотентная группа ранга 3 степени 12.

Ключевые слова: автоморфизмы групп, неподвижные точки, нильпотентные группы.

Kovyrshina A.I.¹, Lapshina E.S.²

¹ PhD in Physics and Mathematics of Sciences, ² PhD in Physics and Mathematics of Sciences, Irkutsk State University

SUFFICIENT CONDITIONS OF INSTABLE ELEMENTS OF FREE NILPOTENT GROUP

Abstract

Search stable elements of free nilpotent groups closely associated with unstable elements in these groups. In establishing sufficient conditions for the existence of unstable elements much easier search for stability. The article describes the set of a particular type of basic commutators, among the linear combinations which are not stable elements. We consider the free nilpotent group of rank 3 class 12.

Keywords: automorphisms groups, fixed points, nilpotent groups.

Элемент g группы G называется нестабильным, если существует автоморфизм $\varphi \in \text{Aut}(G)$, такой что $\varphi(g) \neq g$.

Вопросами о существовании нетривиальных стабильных элементов в свободных нильпотентных группах занимались В.В. Блудов [1], А. Папистас [2], Е. Форманек [3], А.И. Ковыршина [4, 5]. Так, А. Папистас и Е. Форманек доказали существование нетривиальных стабильных элементов в свободных нильпотентных группах при определенных условиях на степень и ранг группы. Работы [4, 5] посвящены описанию нетривиальных стабильных элементов свободных нильпотентных групп, ранг и степень которых удовлетворяют условиям, найденным А. Папистас и Е. Форманек. Поиск стабильных элементов является технически сложным процессом. В работе [4] приведены основные теоремы, описывающие строение стабильных элементов группы $F_{3,12}$ – свободной

нильпотентной группы ступени 12 ранга 3 с образующими a, b, c . Однако, вопрос о полном описании таких элементов в группе $F_{3,12}$ остался открытым.

Нами доказана следующая теорема:

Теорема: Пусть g - элемент группы $F_{3,12}$ с образующими a, b, c . Если хотя бы один базисный коммутатор в разложении элемента g по базисным коммутаторам имеет вид $[x_1, \dots, x_{12}]$, или $[[x_1, \dots, x_k], [x_{k+1}, \dots, x_{12}]]$, где $x_1, \dots, x_m \in \{a, b, c\}$, $k > 1$, то g является нестабильным.

Доказательство. Нетрудно проверить, что среди линейных комбинаций элементов вида $[x_1, \dots, x_{12}]$, $x_1, \dots, x_m \in \{a, b, c\}$ нет нетривиальных стабильных элементов. Покажем, что среди комбинаций базисных элементов вида $[[x_1, \dots, x_k], [x_{k+1}, \dots, x_{12}]]$ их нет. Наибольший интерес представляет случай, когда $k = 6$, так как базисный коммутатор вида $[[x_1, \dots, x_6], [x_7, \dots, x_{12}]]$ под действием автоморфизмов, порождающих группу всех автоморфизмов группы $F_{3,12}$, становится небазисным.

Введем следующие обозначения базисных коммутаторов вида $[[x_1, \dots, x_6], [x_7, \dots, x_{12}]]$:

$$\begin{aligned} u_1 &= [[bcbbaa][bcccaa]], u_2 = [[bcccaa][acbbba]], u_3 = [[acccaa][acbbbb]], \\ u_4 &= [[bccaaa][bccbba]], u_5 = [[bccbaa][accbba]], u_6 = [[accbaa][bccbba]], \\ u_7 &= [[bcbbaa][acccba]], u_8 = [[acbbba][acccba]], u_9 = [[bcbaaa][bcccba]], \\ u_{10} &= [[acbbba][bcccba]], u_{11} = [[abbbba][acccca]], u_{12} = [[abbbba][bcccca]], \\ u_{13} &= [[acccaa][acbbbb]], u_{14} = [[accbaa][accbbb]], u_{15} = [[bccaaa][accbbb]], \\ u_{16} &= [[accaaa][bccbbb]], u_{17} = [[acbbba][accbbb]], u_{18} = [[bcbaaa][accbbb]], \\ u_{19} &= [[acbaaa][bccbbb]], u_{20} = [[bcaaaa][bccbba]], u_{21} = [[abbbba][accccb]], \\ u_{22} &= [[abbaaa][bccccb]]. \end{aligned}$$

Пусть $g_1 = \sum m_s u_s$ - линейная комбинация элементов u_s с целыми коэффициентами m_s . Подействуем на элемент g_1 автоморфизмом $\phi_{23}: b \rightarrow b+c, a \rightarrow a, c \rightarrow c$. Линейная комбинация всех базисных коммутаторов, полученных из u_s заменой одного вхождения образующего b на c равна:

$$\begin{aligned} &2m_1[[bccbaa][bcccaa]] + 3m_2[[bcccaa][accbba]] + 3m_3[[acccaa][bccbba]] + \\ &+ 2m_4[[bccaaa][bccbba]] + m_5[[acbbba][accbba]] + 2m_5[[bccbaa][bccbbb]] + \\ &+ 2m_6[[accbaa][bcccba]] + m_6[[acccaa][bccbba]] + 2m_7[[bccbaa][acccba]] + \\ &+ m_7[[bcbbaa][acccca]] + 3m_8[[accbba][acccba]] + m_8[[acbbba][acccca]] + \\ &+ m_9[[bcbaaa][bcccca]] + m_9[[bccaaa][bccbaa]] + 2m_{10}[[accbaa][bcccba]] + \\ &+ m_{10}[[acbbba][bcccca]] + 4m_{11}[[acbbba][acccca]] - 3m_{11}[[bcbbaa][acccca]] + \\ &+ 3m_{12}[[acbbba][bcccca]] - 2m_{12}[[bcbaaa][bcccca]] - 2m_{12}[[bcbaaa][bcccca]] + \\ &+ 4m_{13}[[acccaa][accbbb]] + 3m_{14}[[bccbbb][acccbb]] + m_{14}[[acccaa][accbbb]] + \\ &+ 3m_{15}[[bccaaa][acccbb]] + 3m_{16}[[accaaa][bccbbb]] + 2m_{17}[[acbbba][acccbb]] + \\ &+ 2m_{17}[[bccbbb][acccbb]] + 2m_{18}[[bcbaaa][acccbb]] + m_{18}[[bccaaa][acccbb]] - \\ &- 2m_{21}[[bcbaaa][acccbb]] + 2m_{19}[[acbaaa][bccccb]] + m_{19}[[accaaa][bccbbb]] + \\ &+ 2m_{20}[[bcaaaa][bccccb]] + 3m_{21}[[acbbba][accccb]] + m_{21}[[abbbba][accccb]] + \\ &+ m_{22}[[abbaaa][bccccc]] + 2m_{21}[[acbaaa][bccccb]] - m_{22}[[bcaaaa][bccccb]]. \end{aligned}$$

После приведения подобных, запишем условия при которых рассматриваемая сумма равна нулю:

$$\begin{aligned} 2m_1 &= 0, 3m_2 + m_5 = 0, 3m_3 + m_6 = 0, 2m_4 + m_9 = 0, 2m_5 + 2m_7 = 0, \\ 2m_6 + 2m_{10} &= 0, m_7 - 3m_{11} = 0, 3m_8 = 0, m_9 - 2m_{12} = 0, m_8 + 4m_{11} = 0, \\ m_{10} + 3m_{12} &= 0, 4m_{13} + m_{14} = 0, 3m_{14} + 2m_{17} = 0, 3m_{15} + m_{18} = 0, 3m_{16} + m_{19} = 0, \\ 2m_{17} + 3m_{21} &= 0, 2m_{18} - 2m_{21} = 0, 2m_{19} + 2m_{22} = 0, 2m_{20} - m_{22} = 0, m_{21} = 0, \\ m_{22} &= 0. \end{aligned}$$

Далее, применим к элементу g_1 автоморфизм $\phi_{21}: b \rightarrow b+a, a \rightarrow a, c \rightarrow c$. Коммутатор $[[bcbbaa][acssaa]]$ входит в линейную комбинацию всех коммутаторов, полученных из g заменой одного вхождения образующего b на a

с коэффициентом $m_1 - 3m_3 + m_7$. Приравняем данный коэффициент к нулю и решим систему полученных уравнений с учетом равенства $m_1 - 3m_3 + m_7 = 0$.

Объединенная система имеет единственное нулевое решение. Таким образом, при любых целых значениях m_s элемент g_1 является нестабильным элементом.

Пусть разложение элемента g по базисным коммутаторам имеет вид $g = g_1 + g_2 + g_3$, где g_1 – линейные комбинации коммутаторов вида $[x_1, \dots, x_{12}]$, g_2 – линейные комбинации коммутаторов вида $[[x_1, \dots, x_k], [x_{k+1}, \dots, x_{12}]]$, $x_1, \dots, x_m \in \{a, b, c\}$, g_3 – линейная комбинация коммутаторов, вид которых отличен от вида коммутаторов, входящих в g_1 и g_2 .

Рассмотрим $G'' = [G', G']$, где G' – коммутант группы G . Множество G'' не содержит коммутаторов вида $[x_1, \dots, x_{12}]$, а все элементы вида $[[x_1, \dots, x_k], [x_{k+1}, \dots, x_{12}]]$ принадлежат G'' . Так как G'' – характеристическая подгруппа, то для любого автоморфизма $\varphi \in \text{Aut}(F_{3,12})$ в автоморфном образе базисных элементов вида $[[x_1, \dots, x_k], [x_{k+1}, \dots, x_{12}]]$ не может быть коммутаторов вида $[x_1, \dots, x_{12}]$. Среди линейных комбинаций элементов рассматриваемых видов нет нетривиальных стабильных элементов, поэтому существует автоморфизм $\psi \in \text{Aut}(F_{3,12})$, такой что $(g_1 + g_2)^\psi \neq g_1 + g_2$. Поддействуем автоморфизмом ψ на $g = g_1 + g_2 + g_3$.

Рассмотрим подгруппу $H = [G', G', G']$. Элементы g_1 и g_2 не принадлежат H ,

а $g_3 \in H$, так как g_3 – линейная комбинация коммутаторов, вид которых отличен от вида коммутаторов, входящих в g_1 и g_2 . Так как H – характеристическая подгруппа, то для автоморфного образа элемента g_3 выполняется условие $g_3^\psi \subseteq H$. Следовательно, коммутаторы вида $[x_1, \dots, x_{12}]$ или $[[x_1, \dots, x_k], [x_{k+1}, \dots, x_{12}]]$ не входят в разложение g_3^ψ . Таким образом, $(g_1 + g_2)^\psi \neq g_1 + g_2$, в g_3^ψ нет элементов, входящих в g_1 или g_2 , а значит $g^\psi \neq g$. Теорема доказана.

Литература

1. Блудов В.В. Неподвижные точки относительно всех автоморфизмов в свободных нильпотентных группах. //Третий Сибирский конгресс по прикладной и индустриальной математике. Тез. докл. часть 5. Новосибирск, 1998.
2. Papistas A. A note on fixed points of certain relatively free nilpotent groups //Communications in algebra. 2001. No. 29, Pp. 4693-4699.
3. Formanek E. Fixed points and centers of automorphism groups of free nilpotent groups // Communications in algebra. 2002. No. 30. Pp. 1033-1038.
4. Ковыршина А.И. Стабильные элементы в свободных нильпотентных группах ранга три // Вестник Омского университета. – 2010. – №4 (58). – С. 20–23.
5. Ковыршина А.И. О стабильных элементах в свободных нильпотентных группах ранга два // Вестник Бурятского государственного университета. Серия: Математика и информатика. – 2015. – № 9. – С. 3–6.

References

1. Bludov V.V. Fixed points with respect to all automorphisms in free nilpotent groups // Third Siberian Congress on Industrial and Applied Mathematics. Proc. rep. Part 5. Novosibirsk. 1998. 2. Papistas A. A note on fixed points of certain relatively free nilpotent groups //Communications in algebra. 2001. No. 29, Pp. 4693-4699.
3. Formanek E. Fixed points and centers of automorphism groups of free nilpotent groups // Communications in algebra. 2002. No. 30. Pp. 1033-1038.

4. Kovyrshina A.I. Fixed points with respect to all automorphisms of the free nilpotent groups for three generators // Herald of Omsk University. 2010. No. 4 (58). Pp. 20-23.

5. Kovyrshina A.I. Stable elements in free nilpotent groups of rank two // Bulletin of Buryat State University. – 2015. – No.9. – Pp. 3–6.

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.175

Леонов Ю.В.

Частные исследования

Частное финансирование

ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНДУКТИВНОСТИ**Аннотация**

В статье описана физическая модель индуктивности, которая объясняет многие уникальные свойства индуктивности, такие как, отставание фазы тока от фазы напряжения, индуктивное сопротивление, высокие выбросы напряжения вначале и в конце полупериода на непостоянном токе, истинная самоиндукция обмотки и прямого проводника.

Ключевые слова: индуктивность, индуктивное сопротивление, самоиндукция, переменный ток.

Leonov Y.V.

Private research

Private financing

THE PHYSICAL MODEL OF INDUCTANCE**Abstract**

The article describes the physical model of inductance, which can help understand many of the unique properties of inductance, like lagging of the current phase from the voltage phase, inductive resistance, high surge of voltage at the beginning and at the end of the half cycle with nonuniform current, true self induction of the winding and that of the direct conductor.

Keywords: inductance, inductive resistance, self-induction, alternate current.

В прошлой статье «ПРИРОДА МАГНИТНОГО ПОЛЯ» в «Международном научно-исследовательском журнале» [Выпуск №9 (40) • 2015 • Часть 3 • Октябрь (стр. 53) – Электронный Архив номеров: 5015 Октябрь 9-3(40)], мы рассматривали физическую модель магнитного поля. Попутно мы рассматривали закрытый параллельный и открытый колебательные контуры, где нам понадобилась физическая модель индуктивности. В связи с этим, тогда было обещано следующую статью отдельно, целиком и полностью, посвятить индуктивности. И вот, держа своё слово, я посвящаю данную статью целиком индуктивности. Явление индуктивность, как отдельная модель физической системы¹, играет, хоть и не первостепенную, но, всё же, немалую роль в формулировании общей физической модели магнитного поля. Вообще, явление индуктивности очень неординарно, и до сих пор, было совершенно непостижимо для понимания на элементарном **физическом** уровне. Так же не поддаётся пониманию ситуация в Электродинамике с белыми пятнами в формулировках её физической модели и с пробелами в раскрытии её физической сути, делающая её статус в Электродинамике ещё более нераскрытым и непонятым. До сих пор индуктивность не имеет внятного описания своей общей элементарной физической модели и своей образной абстрактной **физической (не математической)** модели, за исключением голых математических абстракций, которые, надо быть справедливым, кроме скучных математических закономерностей совершенно не раскрывают удивительной сути элементарных физических процессов, благодаря которым индуктивность обладает уникальным набором незаурядных физических свойств. Именно отсутствие ясной картины происходящего в индуктивности, и скудности (хотя, правильнее будет сказать – полного отсутствия) физических объяснений её уникальных физических свойств, чаще сопровождаемых ещё большим туманом неясности, чем приходом к пониманию её физической сути, приводит ещё к большему количеству вопросов, чем было получено ответов. Не раз, из-за этого, в научном сообществе возникали, и до сих пор не затихают, жаркие дискуссии вокруг индуктивности, и до сих пор некоторые (не все, надо сказать, а лишь те, кто на самом деле стремится к познаниям) искушённые Физики часто возвращаются к очередным исследованиям и переосмыслению данного физического явления. Вот и я, с Уважаемыми читателями, поддерживая данную тенденцию, тоже внесу свой вклад в общее дело Науки, и попробую исправить эту ситуацию с белыми пятнами в биографии индуктивности и с обделением вниманием этого удивительного физического процесса. Итак, давайте и мы попробуем разобраться в этом удивительном физическом явлении - индуктивности². Перечислим основные признаки индуктивности:

1 – Отставание фазы тока от фазы напряжения при работе *соленоида* с непостоянным током;

2 – Наличие такого физического эффекта, как **активное индуктивное сопротивление**³;

3 – Так называемая, **самоиндукция**, но только истинная **самоиндукция**, а не та о которой написано во всех факультативах;

¹ Под «Физической системой» здесь понимается система отдельных физических процессов, которые взаимодействуя между собой, образуют одну отдельную физическую систему, которую, далее, уже можно рассматривать как отдельный физический процесс, и способную, в свою очередь, уже самостоятельно, как отдельный физический процесс, входить в состав других физических систем.

² Далее в статье употребляются термины: а - «индуктивность», в контексте физической системы-процесса; б – «соленоид», в контексте электротехнического элемента обладающего «индуктивностью».

³ Данный термин здесь имеет прямой смысл, как омическое активное сопротивление, а не как реактивное.

4 – Высокие броски напряжения в начале и в конце полупериодов, в *соленоиде*, работающем на непостоянном токе, причём величина напряжения в пике таких скачков явно **намного** превышает величину напряжения источника питания, питающего этот *соленоид*;

Начнём по порядку. Многие не раз видели на двух лучевом осциллографе, как ведёт себя *индуктивность* в *соленоиде*, особенно в колебательном контуре, и как кривая тока отстаёт от кривой напряжения. До сих пор, это туманно объяснялось невнятным свойством, какой то *самоиндукции* (не той, о которой будет написано тут), которое, якобы, выражается в том, что оно препятствует наращиванию собственного *магнитного потока* и *тока* в *соленоиде*, и, мол, из-за этого в *соленоиде* и происходит задержка фазы тока от фазы напряжения... Характерное объяснение, типичное для ситуаций, в которых попытка *математикой* описать **физический** процесс, сопровождалась полным отсутствием понимания физической сути описываемого физического процесса, на элементарном уровне, и называются такие объяснения – «**Всё в кучу**» (то есть, когда отдельные физические модели, которые входят в общую физическую систему конкретного физического процесса [например такого, как **индуктивность**], не имеют логической и физической связи) или «**Сама Очевидность**» (то есть, когда и без высшей математики, очевидно, что и как). Магнитные и электрические процессы перемешались и потерялись, в этих своеобразных математическо-физических хаосе и неразберихе, где уже не понять – что, где и почему... Но, попробуем подойти к этому вопросу с других сторон и по другому, нежели это делали до нас другие физики. Для начала, рассмотрим сопротивление наращиванию *магнитного потока* и *тока* – иными словами сопротивление наращиванию магнитного поля. Данное свойство очень напоминает проявление одного физического процесса, подробно рассмотренного в прошлой статье «ПРИРОДА МАГНИТНОГО ПОЛЯ». Совершенно очевидно, что это элементарное проявление **диамагнетизма**. Именно его физическую модель я, подробнейшим образом, описал в прошлой статье. Давайте вспомним из прошлой статьи, как влияет магнитное поле на диамагнетик: 1 – Диамагнетик сопротивляется собственному намагничиванию; 2 – При сопротивлении собственному намагничиванию, диамагнетик локально поглощает **внешний магнитный поток** источника магнитного поля, незначительно ослабляя общее магнитное поле самого источника магнитного поля; 2 – Диамагнетик-проводник, взамен сопротивляемости собственному намагничиванию (которое, надо заметить, всё равно происходит, но только очень незначительно), изумительно генерирует в себе упорядоченный поток зарядов – ток;

Теперь можно сделать первый вывод:

1 – **Именно сопротивление, у проводника, собственному намагничиванию, решительно, ни как не может мешать наращиванию в нём тока, но наоборот, должно помогать наращиванию в нём тока, согласно свойствам диамагнетиков-проводников (среди которых, надо отметить, такие характерные диамагнетики-проводники, как Серебро [Ag], Медь [Cu], Золото [Au]);**

Итак, объяснение отставания фазы тока от фазы напряжения, в *соленоиде*, сопротивляемостью проводника собственному намагничиванию **более не состоятельно**. Поскольку на этом вразумительные объяснения закончились, то дальше нам с Вами придётся разбираться самостоятельно. Вспомним, из статьи «ПРИРОДА МАГНИТНОГО ПОЛЯ», что же ещё интересного происходит, с атомами проводника, который наращивает магнитное поле – Наращивание магнитного потока проводником происходит при возрастании напряжённости внешнего электрического поля $\vec{E}_{нар}$ (например, под действием разности потенциала источника питания), что, в свою очередь, приводит к наращиванию неоднородности напряжённости внутренних электрических полей $\vec{E}_{вн}$ (в пространстве между электронными частями « e^- » и позитронными частями « r^+ » атомов проводника - См. Статья «ПРИРОДА МАГНИТНОГО ПОЛЯ» Схема 3) атомов проводника, с образованием в атомах проводника областей «В» (ближайших, к «+» потенциалу) повышенной напряжённости и областей «А» (ближайших, к «-» потенциалу) пониженной напряжённости внутреннего электрического поля $\vec{E}_{вн}$ атомов проводника, что, уже в свою очередь, приводит к увеличению силы связи электрона-оболочки с ядром атома проводника в области «В» – то есть к элементарному увеличению **электрического сопротивления**. Если рассмотреть данный процесс с учётом взаимодействия соседних витков данного *соленоида* друг с другом, то мы увидим, что соседние витки данного *соленоида* будут обладать взаимно содействующими напряжённостями наружного электрического поля ($\vec{E}_{нар-1}$ Проводника 1 и $\vec{E}_{нар-2}$ Проводника 2 – См. Статья «ПРИРОДА МАГНИТНОГО ПОЛЯ» Схема 6), что даёт некоторое увеличение **электрического сопротивления** – это есть ни что иное, как **активное индуктивное сопротивление** R_L^4 , которое является ни чем иным, как элементарным **электрическим (омическим)**, или, как его ещё принято называть, **активным сопротивлением**. В чём уникальность **активного индуктивного сопротивления**? А уникальность его в том, что ввиду локальной повышенной напряжённости магнитного поля вокруг проводника *соленоида*, так же локально повышается и активное сопротивление проводника этого *соленоида*, в то время, как этот же проводник, но находящийся вне *соленоида*, распрямлённый, и вне области повышенной напряжённости магнитного поля, имеет активное сопротивление меньшее, чем проводник в *соленоиде*. Отсюда второй вывод:

2 – **Взаимное усиление соседними витками соленоида магнитного поля друг в друге, ведёт к усилению в них активного (омического) электрического сопротивления;**

Тем не менее, совершенно очевидно, что в *индуктивности* величина приращения **активного индуктивного сопротивления** ΔR_L не адекватно меньше величины приращения напряжённости магнитного потока $\Delta \vec{H}$, из чего наглядно наличие ещё какого-то физического процесса, ответственного за нелинейную зависимость ΔR_L и $\Delta \vec{H}$ –

⁴ Для обозначения индуктивного **активного** сопротивления соленоида, введено новое обозначение R_L .

данный факт, есть вновь поставленная физическая задача, для решения которой, мы, на данном этапе, не располагаем достаточным количеством данных. Откладываем данный вопрос на какое-то время, до получения большего количества данных. Итак, сформулирована физическая суть **активного индуктивного сопротивления**, но она, определённо, не может являться основной причиной отставания фазы тока от фазы напряжения. Также, обнаружен неизвестный физический процесс сдерживающий прирост ΔR_L при увеличении $\Delta \vec{H}$. Продолжим... Вопреки распространённому заблуждению, выражающемуся в том, что напряжённость электрического поля появляется одновременно во всей цепи, появление напряжённости электрического поля в проводнике, в реальности, носит, хоть и очень быстрый, но, всё-таки, поступательный, последовательный и нарастающий характер, а уже, относительно, одновременным во всей цепи, является перемещение самих зарядов (*после замыкания напряжённости электрического поля между полюсами источника питания [далее по тексту – ИП]*). Распространение напряжённости электрического поля в цепи происходит от положительного потенциала (*с избытком зарядов*) и отрицательного потенциала (*с недостатком зарядов*)⁵, **навстречу друг другу, постепенно, с задержкой** (около световой скорости + время на раскомпенсацию $\vec{E}_{\text{вн}}$ - См. Статья «ПРИРОДА МАГНИТНОГО ПОЛЯ») – то есть, сначала появление напряжённости электрического поля происходит только непосредственно около положительного и отрицательного потенциалов ИП, потом чуть далее от них, навстречу друг другу, и так, **постепенно**, напряжённость электрического поля распространяется в проводнике от его концов к его середине, что мы и видим на осциллограмме на прямом проводнике как задержку фазы тока от фазы напряжения (*и на прямом проводнике этот эффект проявляется тем более, чем длиннее проводник – это принято понимать как самоиндукцию, но правильнее было бы это называть электрической инерцией цепи и это есть следствие наличия собственной внутренней полевой ёмкости проводника – ёмкости, именно для поглощения атомами проводника напряжённости электрического поля [а не перемещаемых зарядов], подобно тому, как жидкость заполняет пустую трубу, и давление на другом конце этой трубы появляется не сразу, но разность давлений появляется мгновенно*). Более глубоко этот эффект можно понять после усвоения материала прошлой статьи. Сейчас же, вкратце, напомним – напряжённость внутренних электрических полей атомов проводника раскомпенсируются, под действием напряжённости внешнего электрического поля (*например, от ИП*). Соответственно, напряжённость общего электрического поля (*напряжённость внешнего электрического поля + напряжённость внутренних электрических полей внутри атомов*) всей системы принимает скомпенсированный вид, и стремится к 0⁶ (*как в открытом колебательном контуре*). Однако, напряжённости внешнего электрического поля и внутренних электрических полей атомов проводника, находятся, тем не менее, в раскомпенсированном состоянии, если рассматривать их в отдельности друг от друга, но, при этом, в составе напряжённости общего электрического поля всей системы. Таким образом, время, затрачиваемое на процесс раскомпенсации напряжённостей внутренних электрических полей атомов проводника, является временем задержки фазы тока от фазы напряжения в прямом проводнике. То есть, **электрическая инерция** или **полевая электрическая ёмкость** проводника, объясняют нам отставание фазы тока от фазы напряжения, но **только, и лишь только, в прямом проводнике**, и, совершенно определённо, ни как не объясняют нам многократное усиление этого эффекта **в проводнике, свёрнутом в соленоид**, а итогом поиска физических процессов, приводящих к отставанию фазы тока от фазы напряжения в соленоиде, в целом, являются: – формулирование физической модели **активного индуктивного сопротивления**; – обнаружение неизвестного физического процесса ответственного за нелинейную зависимость ΔR_L и $\Delta \vec{H}$; – обнаружение физического процесса приводящего к отставанию фазы тока от фазы напряжения, но пока только в прямом проводнике, в виде **полевой электрической ёмкости** проводника, которая лишь частично объясняет отставание фазы тока от фазы напряжения в соленоиде, поскольку, оно зависит, практически, исключительно, только от длины проводника (*или по-другому – от количества атомов на пути распространения напряжённости внешнего электрического поля*), но не от геометрии и числа витков, которые образует этот проводник в соленоиде. Тем не менее, не будем останавливаться на достигнутом, и продолжим. Поскольку с вопросами отставания фазы тока от фазы напряжения и нелинейной зависимости ΔR_L и $\Delta \vec{H}$ у нас возникли трудности, оставим, на время, данные вопросы в покое, и отвлечёмся от них, переключившись на другой. Обратим, внимание на то, что все обнаруженные и объяснённые нами физические процессы ни как не влияют на аномальное поведение напряжения в соленоиде. Пора вспомнить про четвёртое свойство индуктивности – **Индуктивность**, в соленоиде, работающем на непостоянном токе, генерирует высокие броски напряжения в начале и в конце полупериодов, причём величина напряжения в пике таких скачков явно **намного превышает** величину напряжения источника, питающего этот соленоид, и тем больше это видно, чем ближе форма сигнала, подаваемая на соленоид, к прямоугольной, то есть, чем круче у этого сигнала фронт (*например, «Меандр»*) (См. Схему 1 «Осциллограмма прямоугольного сигнала в соленоиде»).

⁵ Часто люди недоумевают, почему заряды идут от «+» к «-»? Ведь на «плюсе» отрицательный «электронный» потенциал! Там ведь электронов больше, чем позитронов! – говорят они. Поясняю: «+» потенциал назван не по характеру заряда потенциала, а по количественной характеристике потенциала (сколько в данном потенциале перемещаемых зарядов) – то есть, где электронов больше, там и «+», а где меньше, там и «-».

⁶ Это частное проявление электрического равновесия системы, без перехода зарядов с атома на атом. Есть, например, и другое состояние электрического равновесия системы, электростатическое, когда заряды, переходя с атома на атом, перераспределяются в проводнике, или на поверхности диэлектрика конденсатора.

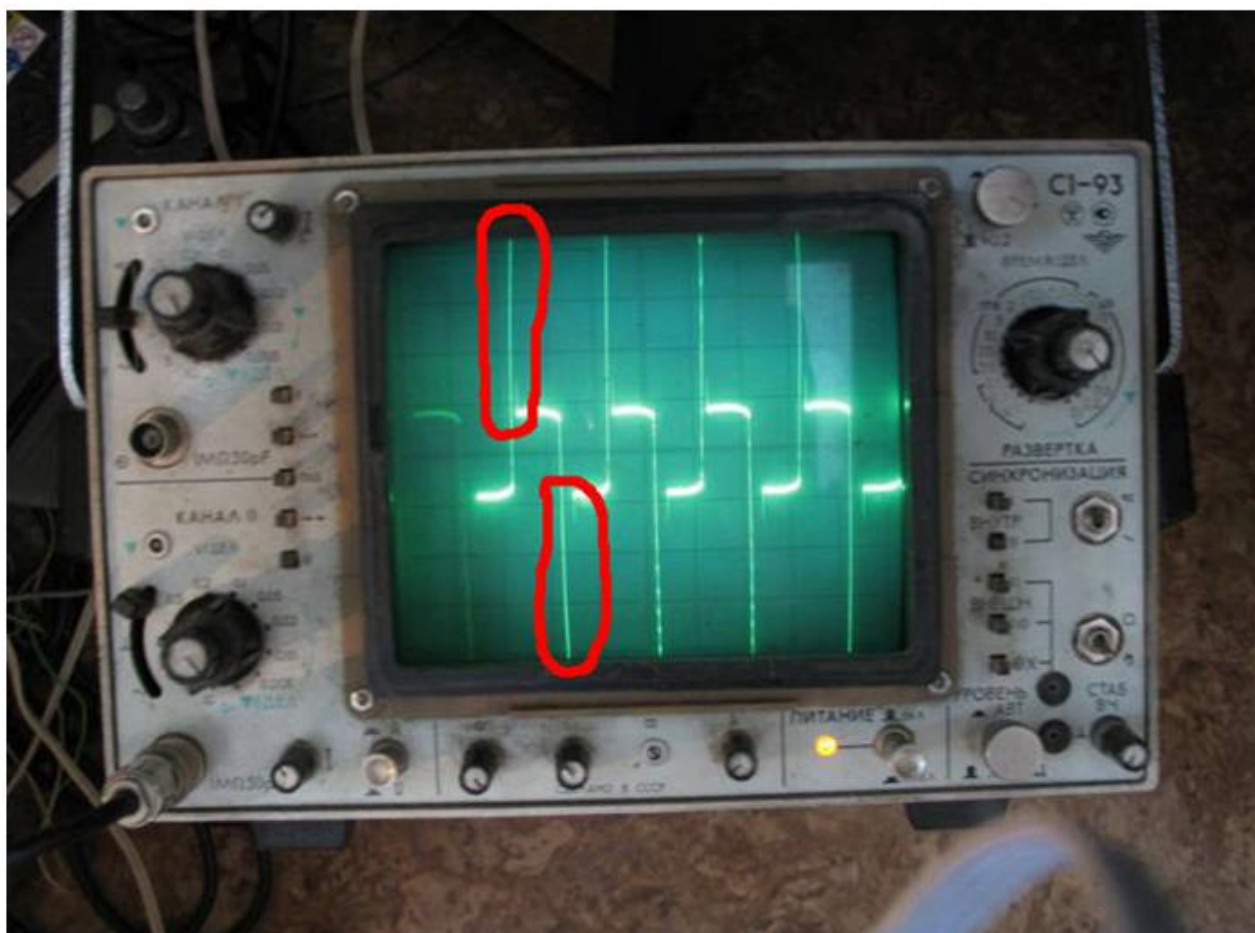


Схема 1 «Осциллограмма прямоугольного сигнала в соленоиде»

Эти броски обведены на Схеме 1 красными линиями, и они имеют, в высшей степени, важнейшее значение в формулировании физической модели *индуктивности*. Как видно из Схемы 1, амплитуда скачков напряжения превышает амплитуду напряжения питания на нелегальную величину. Но, давайте вспомним, что напряжение может повышаться не только за счёт повышения разности потенциала ввиду избытка зарядов на одном полюсе ИП и дефицита зарядов на другом полюсе ИП, но и за счёт повышения напряжённости электрического поля без реального наличия накопленных зарядов (См. Стаття «ПРИРОДА МАГНИТНОГО ПОЛЯ», в т.ч. Колебательные контуры), и раз такое напряжение отслеживается осциллографом, то это может означать следующее:

а – В соленоиде реально растёт напряжённость электрического поля, которая реально превышает напряжённость электрического поля разности потенциала ИП;

б – Фиксация в соленоиде напряжённости электрического поля, превышающей напряжённость электрического поля разности потенциала ИП может быть вызвана образованием в этом соленоиде, **точки** напряжённости электрического поля «+» или «-» потенциала, при этом напряжённость электрического поля разности потенциала этой **точки** и одного из полюсов ИП, значительно превышает напряжённость электрического поля разности потенциала полюсов ИП;

в – Поскольку измерение, фиксирующее рост напряжения в соленоиде, производится, фактически, на «концах» этого соленоида, то **очевидно**, что **точка** повышенной напряжённости электрического поля, «+» или «-» потенциала, находится у одного из «концов» этого соленоида;

Объединим, полученные в данной статье на данном этапе данные, с данными из двух прошлых статей, и начнём искать причины генерации у «концов» соленоида **точки** повышенной напряжённости электрического поля «+» или «-» потенциала. Здесь нам поможет явление *магнитной индукции* (то есть возникновение ЭДС в проводнике, находящимся в изменяющемся магнитном поле), но сначала, один интересный факт о массово допускаемом, среди многих учёных-физиков, упущении, упускающим из вида то, что соленоид может индуцировать ЭДС не только во внешнем, гальванически с ним не связанном, проводнике, но и в самом себе – в некоторых частях проводника соленоида, которые оказались в зоне изменения магнитного поля, происходящего в других частях проводника самого этого же соленоида. Если же теперь учесть этот физический процесс, то сразу становится очевидным, что одной из причин генерации у «концов» соленоида **точки** повышенной напряжённости электрического поля «+» или «-» потенциала – является сам же этот же соленоид. Как же такое возможно? Всё элементарно просто. Рассмотрим (по аналогии «Планковского» временного масштаба) фрагментарно, по точечно, процессы протекания основного переменного тока от ИП и нарастания магнитной составляющей проводника в Индуктивном Элементе⁷ (далее по

⁷ Под Индуктивным Элементом понимаются такие компоненты электротехники и электрических машин, как катушки, обмотки, дроссели, трансформаторы и другие многослойные элементы, в основе работы которых, лежат магнитное поле и магнитная индукция.

тексту - ИЭ) в конкретных точках одного отдельно взятого полного витка ИЭ (См. Схему 2«Переменный ток в соленоиде. Изменяющееся магнитное поле индуктивного элемента и направление напряжённости электрического поля 3D-модель» и Схему 3«Переменный ток в соленоиде. Изменяющееся магнитное поле индуктивного элемента и направление напряжённости электрического поля. Сечение»).

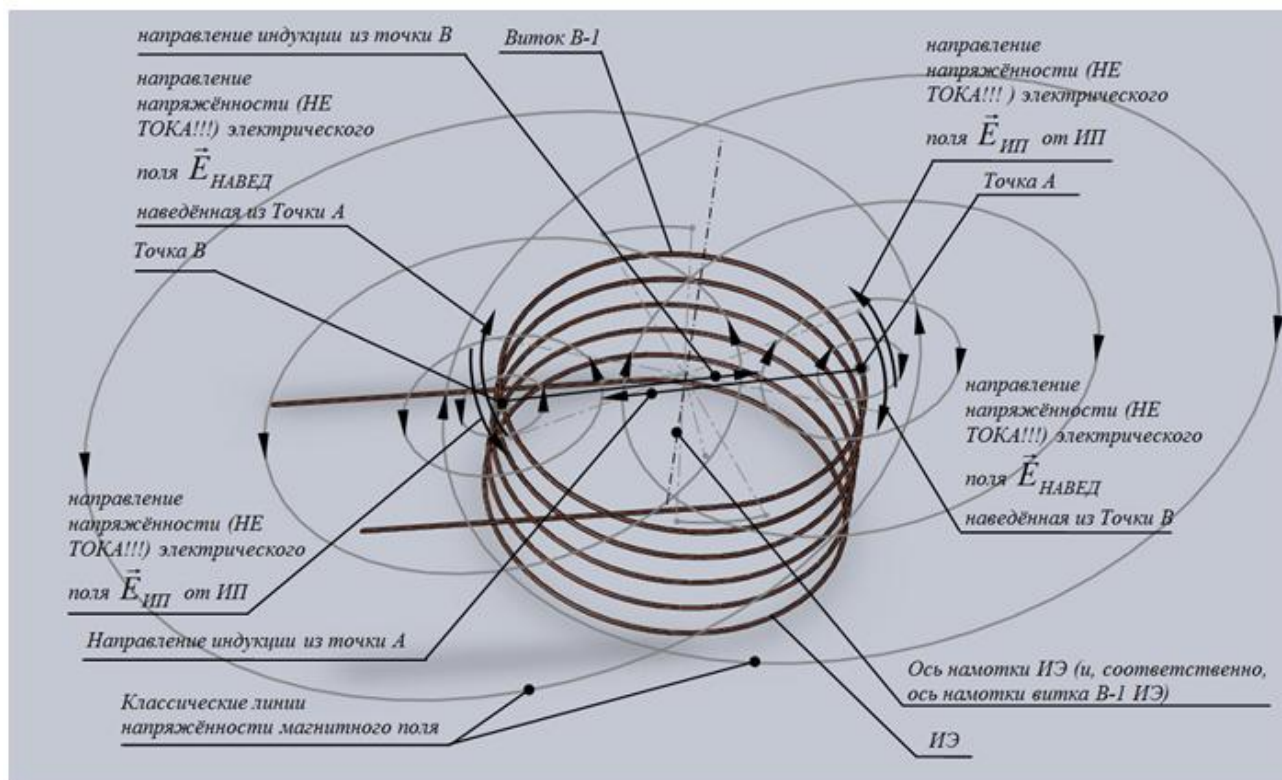


Схема 2«Переменный ток в соленоиде. Изменяющееся магнитное поле индуктивного элемента и направление напряжённости электрического поля 3D-модель»

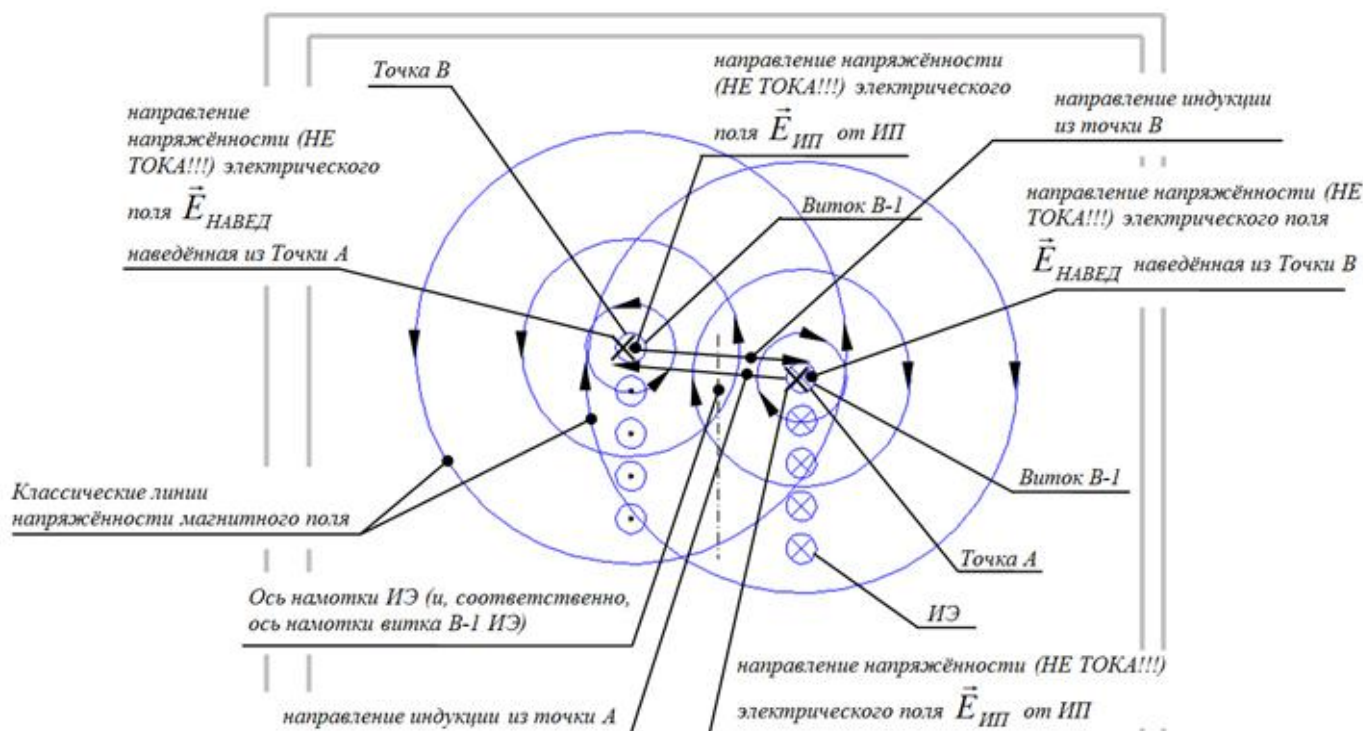


Схема 3«Переменный ток в соленоиде. Изменяющееся магнитное поле индуктивного элемента и направление напряжённости электрического поля. Сечение»

Рассмотрим один полный виток ИЭ – то есть виток, глядя на который вдоль оси намотки ИЭ, мы видим, что точка начала этого одного полного витка ИЭ совпадает с точкой его конца, и обозначим его как В-1. Теперь возьмём на этом витке В-1 воображаемую пару точек А и В, расположенных на витке В-1 диаметрально противоположно относительно

Оси намотки витка $B-1$ ИЭ и относительно друг друга таким образом, что бы через Ось намотки витка $B-1$ ИЭ и эти две воображаемые точки A и B можно было провести воображаемую прямую. Когда в любой точке A рассматриваемого витка $B-1$ начинает распространяться основная напряжённость электрического поля $\vec{E}_{ИП}$ ИП, то эта $\vec{E}_{ИП}$ ИП начинает в этой точке A мгновенно наращивать магнитную составляющую. Даже при ничтожно малых величинах $\vec{E}_{ИП}$ ИП в рассматриваемой точке A , рассматриваемого витка $B-1$, мгновенно распространяющаяся нарастающая магнитная составляющая из этой рассматриваемой точки A , начинает своим изменением в диаметрально противоположной рассматриваемой точке B этого же витка $B-1$ наводить напряжённость электрического поля $\vec{E}_{НАВЕД}$ в этой рассматриваемой точке B , вектор которой касателен к кривой, образованной витком $B-1$, и вектор которой, пространственно направлен в ту же сторону, куда направлен, касательный, к кривой образованной витком $B-1$, вектор $\vec{E}_{ИП}$ ИП, но, в тоже время, наведённая напряжённость электрического поля $\vec{E}_{НАВЕД}$ направлена противоположно основной напряжённости электрического поля $\vec{E}_{ИП}$ ИП относительно оси самого проводника витка $B-1$. То есть касательные к кривой, образованной витком $B-1$, вектора $\vec{E}_{ИП}$ ИП и $\vec{E}_{НАВЕД}$, из рассматриваемых точек A и B , направлены в одну сторону, но если мы проследим направления основной напряжённости электрического поля $\vec{E}_{ИП}$ и наведённой напряжённости электрического поля $\vec{E}_{НАВЕД}$ уже не по касательным, а вдоль проводника витка $B-1$, то мы, естественно, увидим, что вдоль проводника $\vec{E}_{ИП}$ и $\vec{E}_{НАВЕД}$ **противоположны друг другу**. Рассматривая процесс противодействующей работы двух противоположных (в проводнике соленоида) напряжённостей электрического поля – $\vec{E}_{ИП}$ и $\vec{E}_{НАВЕД}$ и процесс постепенного распространения напряжённости электрического поля от «+» и «–» ИП к соленоиду, в виде системы двух физических процессов, становится очевидным, что эта система, является не только основной причиной скачка напряжения в соленоиде, но, так же, является причиной генерации у «концов» соленоида не одной, а, как минимум, двух **точек** с напряжённостями электрического поля, разными, по знаку потенциала, (накопление **напряжённостей** электрического поля «+» потенциала в одной **точке** на одном конце соленоида, и «–» потенциала в другой **точке** на другом конце соленоида), при этом напряжённость электрического поля разности потенциала электрических полей этих двух **точек**, значительно превышает напряжённость электрического поля разности потенциала ИП. **Точки** же повышенной напряжённости электрического поля «+» и «–» потенциалов на «концах» соленоида, теперь, в силу причин их возникновения, правильнее будет называть – **точками повышенных противодействующих напряжённостей электрических полей соленоида**. Проследив за этим процессом дальше, мы увидим, что, по мере заполнения всей длины проводника соленоида основной напряжённостью электрического поля $\vec{E}_{ИП}$ ИП, **точки повышенных противодействующих напряжённостей электрических полей соленоида** постепенно начинают преобразовываться в общее поле напряжённости электрического поля этого соленоида, которое распространяясь по всему этому соленоиду, сопровождается постепенным снижением разности потенциала **точек повышенных противодействующих напряжённостей электрических полей соленоида**, а завершение этого преобразования мы видим на осциллограмме, как конец выброса напряжения, обведённого красной линией на *Схеме 1*, начало же выброса напряжения, обведённого красной линией на *Схеме 1*, следовательно, соответствует появлению $\vec{E}_{ИП}$ на «концах» данного соленоида и началу процесса противодействия двух встречных напряжённостей электрического поля – $\vec{E}_{ИП}$ и $\vec{E}_{НАВЕД}$. Далее может возникнуть непонимание – Откуда же тогда берётся магнитное поле у соленоида, если, в результате противодействия двух противоположных напряжённостей электрического поля – $\vec{E}_{ИП}$ и $\vec{E}_{НАВЕД}$, согласно *Схеме 5 Статьи «ПРИРОДА МАГНИТНОГО ПОЛЯ»*, магнитное поле должно скомпенсироваться и, практически, исчезнуть для наблюдателя? Данное рассуждение ошибочно, так как оно ограничено узким рассмотрением лишь одного отдельного физического процесса, входящего в общую систему многих физических процессов, из которых, уже в свою очередь, формулируется общая физическая модель *индуктивности* на непостоянном токе. Здесь нужно вспомнить из прошлой статьи «ПРИРОДА МАГНИТНОГО ПОЛЯ», что магнитное поле соленоида может почти полностью скомпенсироваться и, практически, исчезнуть для наблюдателя, только в случае, если источник ИП не сможет поддерживать, относительно постоянные, разность потенциала и основную напряжённость электрического поля $\vec{E}_{ИП}$ (См. Статью «ПРИРОДА МАГНИТНОГО ПОЛЯ» - *колебательные контуры*). Если же ИП в состоянии поддерживать, относительно постоянные, разность потенциала и основную напряжённость электрического поля $\vec{E}_{ИП}$, то, ввиду того, что каждый виток в соленоиде плотно примыкает к другим соседним **параллельным** виткам этого же соленоида (в которых **сонаправленно** распространяется основная напряжённость электрического поля $\vec{E}_{ИП}$ ИП), а так же, ввиду того, что **между соседними витками соленоида расстояние гораздо меньше**, чем **расстояние между точками A и B** (См. *Схему 2* и *Схему 3*), усиление общего магнитного поля соседних **параллельных** витков соленоида, будет всегда много большим, чем ослабление общего магнитного поля этого соленоида противодействием двух противоположных напряжённостей электрического поля – $\vec{E}_{ИП}$ и $\vec{E}_{НАВЕД}$. То есть, в условии, относительно, постоянных разности потенциала ИП и напряжённости

электрического поля $\vec{E}_{ИП}$, $\vec{E}_{НАВЕД}$ не может полностью компенсировать $\vec{E}_{ИП}$ ИП, так как плотность магнитной составляющей основной напряжённости электрического поля $\vec{E}_{ИП}$ ИП в рассматриваемой точке A , всегда будет больше плотности этой же магнитной составляющей, той же основной напряжённости электрического поля $\vec{E}_{ИП}$ ИП, но уже в рассматриваемой точке B . Отсюда очевидно – так как $\vec{E}_{НАВЕД}$ наводится изменением магнитной составляющей $\vec{E}_{ИП}$ ИП именно в рассматриваемой точке B (где магнитная составляющая $\vec{E}_{ИП}$ ИП имеет меньшую плотность, чем эта же магнитная составляющая этой же $\vec{E}_{ИП}$ ИП, но уже в рассматриваемой точке A), то, в условии, относительно, постоянных разности потенциала ИП и напряжённости электрического поля $\vec{E}_{ИП}$, и сама $\vec{E}_{НАВЕД}$ будет всегда меньше, чем наводящая его $\vec{E}_{ИП}$ ИП (исключения составляют такие системы, как, например, колебательные контуры, где, ввиду ограниченной ёмкости источников разности потенциала, просто физически невозможна поддержка, относительно, постоянных разности потенциала ИП и напряжённости электрического поля \vec{E}).

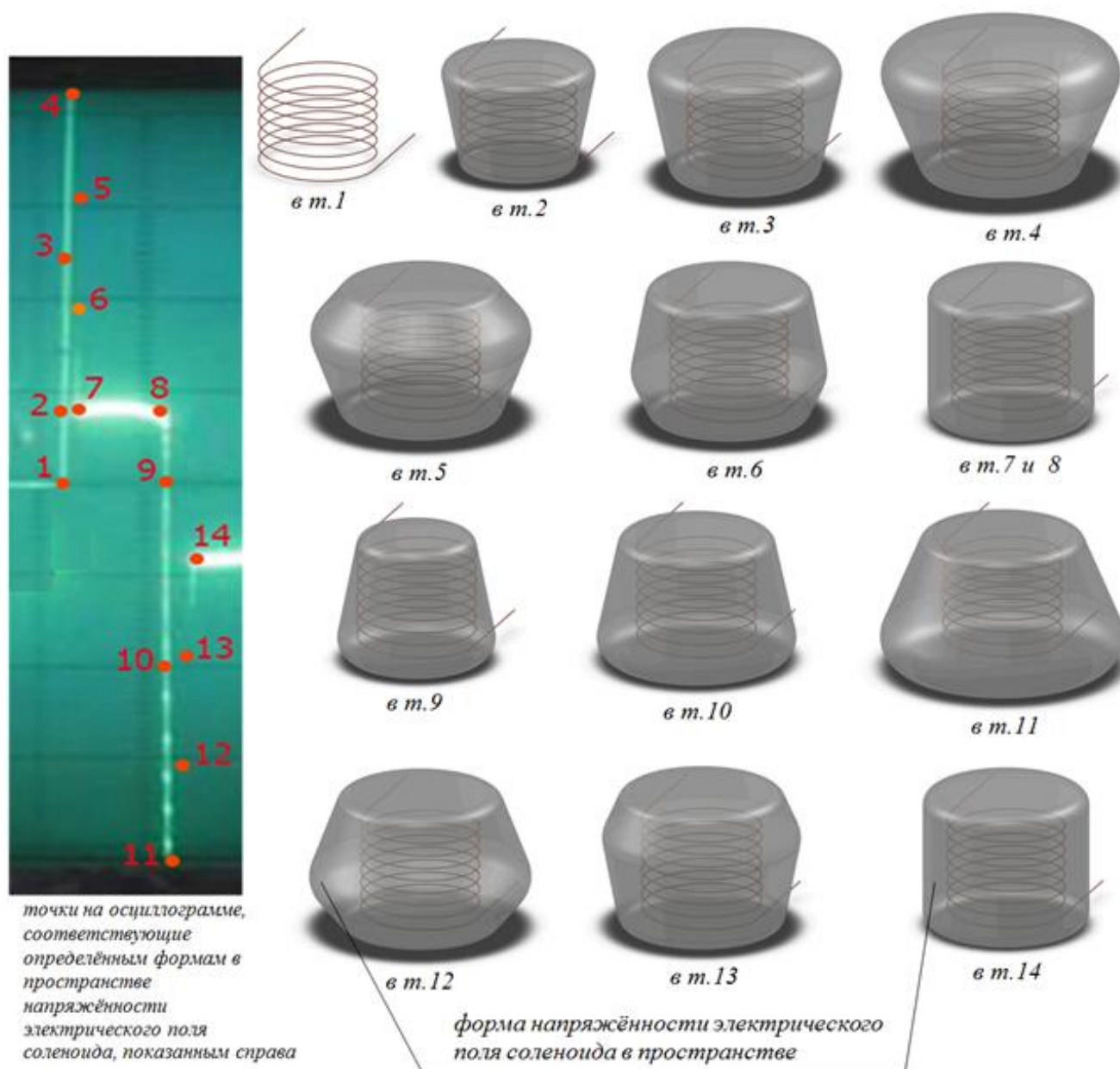


Схема 4 «Форма напряжённости электрического поля соленоида в пространстве, в соответствующих точках осциллограммы переменного прямоугольного сигнала, проходящего через этот соленоид»

На Схеме 4 «Форма напряжённости электрического поля соленоида в пространстве, в соответствующих точках осциллограммы переменного прямоугольного сигнала, проходящего через этот соленоид» примерно показано, в какой точке времени прохождения через соленоид переменного прямоугольного сигнала (в виде осциллограммы), какую форму принимает в пространстве напряжённость электрического поля этого соленоида. В т.2 показана «накачка» соленоида «постоянным неисчерпаемым»⁸ электрическим полем, которое, большую часть времени работы соленоида, сохраняется в скомпенсированном (не поддающимся измерению) состоянии, даже при переходе через нулевую отметку на осциллограмме, например, в т.9 на Схеме 4.

Итак, мы разобрались с вопросом высоких бросков напряжения, в начале и в конце полупериодов, в соленоиде, работающем на непостоянном токе, в своём пике, намного превышающих по напряжению, величину напряжения ИП. Поскольку, других вопросов по индуктивности у нас не осталось, возвращаемся к вопросам, которые пока оставались у нас без окончательного ответа: а – Нелинейность зависимости ΔR_L и $\Delta \vec{H}$; б – Отставание фазы тока от фазы напряжения. Некоторые внимательные читатели уже поняли, что при рассмотрении вопроса о высоких бросках напряжения, мы, собственно, сразу ответили и на вопросы об отставании фазы тока от фазы напряжения и нелинейности зависимости ΔR_L и $\Delta \vec{H}$. Для остальных я разъясню уже в обобщённом виде – процесс, с противодействующими напряжённостями электрических полей в соленоиде (описанный последним в этой статье и показанный на Схеме 2 и Схеме 3), в совокупности с процессом постепенного распространения напряжённости электрического поля от «+» и «-» ИП к соленоиду, и с **полевой электрической ёмкостью**, образуют систему физических процессов, которая приводит к нелинейности зависимости ΔR_L и $\Delta \vec{H}$, а так же, вызывает **сильное** отставание фазы тока от фазы напряжения (причём, гораздо более **сильное** отставание фазы тока от фазы напряжения именно в проводнике, свёрнутом в соленоид, чем в таком же проводнике, такой же длины, но распрямлённом) в соленоиде. Эта система физических процессов имеет в соленоиде два явных проявления – высокий скачок напряжения, который по амплитуде намного превышает напряжение ИП, и **сильное** отставание фазы тока от фазы напряжения. Каким же образом? Элементарно – в индуктивности взаимодействуют четыре разных физических процесса:

Проц. 1. $\vec{E}_{ИП}$ ИП распространяется одновременно от полюсов ИП к соленоиду с разных сторон – со стороны «+» ИП, соленоида достигает положительная $\vec{E}_{ИП}$, а со стороны «-» ИП, соленоида достигает отрицательная $\vec{E}_{ИП}$;

Проц. 2. Ближние к «концам» соленоида параллельные проводники соседних витков создают большую напряжённость магнитного поля, что вызывает некоторое усиление **активного индуктивного сопротивления** (описание физической сути см. выше по тексту), но главное то, что при этом усиливается Проц. 3;

Проц. 3. Одновременно с некоторым усилением **активного индуктивного сопротивления**, в витках у «концов» соленоида происходит противодействие напряжённостей электрических полей – $\vec{E}_{ИП}$ и $\vec{E}_{НАВЕД}$ (См. Схему 2 и Схему 3), которое приводит к приобретению, основной частью атомов проводника в глубине соленоида (то есть, расположенных дальше от «концов» соленоида), смещения⁹ электронных частей относительно протонных частей своих атомов «навстречу»¹⁰ вектору ЭДС ИП;

Проц. 4. В результате общего действия системы процессов 1, 2, 3, значение **полевой ёмкости проводника** (**Ёмкости именно для поглощения атомами проводника напряжённости электрического поля. Не путать с конденсаторной ёмкостью для поглощения зарядов.**), очевидно, возрастает, так как при дальнейшем распространении $\vec{E}_{ИП}$ ИП вглубь соленоида, для создания условий протекания тока через данный соленоид, $\vec{E}_{ИП}$ ИП производит двойную работу: а – по компенсации $\vec{E}_{вн}$ (См. Статью «ПРИРОДА МАГНИТНОГО ПОЛЯ») и частичному возвращению электронных частей, относительно протонных частей, атомов проводника соленоида (расположенных вдали от «концов» соленоида) в исходное состояние, предшествующее процессу 3 (См. Проц. 3); б – по приобретению сонаправленного, вектору ЭДС ИП, направления смещения электронных частей, относительно протонных частей, атомов проводника соленоида (расположенных вдали от «концов» соленоида);

Результатом особого взаимодействия уникальных физических процессов 1, 2, 3 и 4, образующих сложнейшую физическую систему, является работа по замедлению способности напряжённости электрического поля $\vec{E}_{ИП}$ ИП отделять электроны-оболочки от атомов и переносить их от атома к атому. Сделаем очередные выводы:

3 – **Причинами скачка напряжения в соленоиде, и возникновения на «концах» соленоида точек повышенной напряжённости электрического поля «+» и «-» потенциала, являются постепенное распространение напряжённости электрического поля от полюсов ИП к этому соленоиду и противодействующая работа двух противоположных (антипараллельных), в проводнике этого соленоида, напряжённостей электрического поля – $\vec{E}_{ИП}$ и $\vec{E}_{НАВЕД}$;**

⁸ Которое сохраняется, например, при непрерывности переменного сигнала, проходящего через этот соленоид, и при отсутствии, в этом сигнале, продолжительных пауз с нулевым потенциалом.

⁹ См. Статью «ПРИРОДА МАГНИТНОГО ПОЛЯ» Схema 2, где: $\vec{E}_{нар}$ соответствует $\vec{E}_{ИП}$ данной статьи, а $\vec{E}_{прот}$, следовательно, аналогично, $\vec{E}_{НАВЕД}$ данной статьи, и противоположно $\vec{E}_{нар}$ и $\vec{E}_{ИП}$.

¹⁰ То есть, смещение имеет противоположное направление, по отношению к направлению, которое приобретают атомы в прямом проводнике на участках той же цепи, в которую включен данный соленоид.

4 – **Основными причинами отставания фазы тока от фазы напряжения в соленоиде являются увеличенная, полевая электрическая ёмкость, как следствие постепенного распространения напряжённости электрического поля от полюсов ИП к этому соленоиду и противодействия (антипараллельных) напряжённостей электрических полей – $\vec{E}_{ИП}$ и $\vec{E}_{НАВЕД}$ в этом соленоиде;**

Ещё раз напоминаю, что процесс противодействия напряжённостей электрических полей – $\vec{E}_{ИП}$ и $\vec{E}_{НАВЕД}$ (См. Схему 2 и Схему 3) способствует накоплению соленоидом своей общей внутренней напряжённости электрического поля в **скомпенсированном состоянии** (то есть, в состоянии, когда силы есть, но они ни чем себя не проявляют, так как не достигаемы для наблюдений и измерений, но способные, при этом, совершать работу). Данное свойство, в совместной работе с магнитной индукцией, проявляется, например, в процессе перемагничивания (гистерезиса) сердечника соленоида с саморазгоном (так называемый, «обратный ход») – всё это, вместе взятое, **является основой, обеспечивающей существование резонансного процесса в колебательных контурах**. Так же важно знать, что при переходе на «обратный ход», работа соленоида, соответственно, перестраивается – генерация встречных противодействующих напряжённостей электрических полей соленоида осуществляется уже **не** взаимодействием диаметрально противоположных точек *A* и *B* витков соленоида (как показано на Схеме 2 и Схеме 3), **но взаимодействием между соседними витками соленоида** (очевидно, ввиду сворачивания магнитного поля соленоида), а взаимодействием же диаметрально противоположных точек *A* и *B* витков соленоида (как показано на Схеме 2 и Схеме 3), начинает осуществляться генерация **содействующих** напряжённостей электрических полей соленоида (соответственно, ввиду, всё того же, сворачивания магнитного поля соленоида).

Использование различных электротехнических решений в виде сердечников, магнитопроводов и т.п., снижает разницу между основной напряжённостью электрического поля $\vec{E}_{ИП}$ и противоположной ей наведённой напряжённостью электрического поля $\vec{E}_{НАВЕД}$ до очень малых величин, что, разумеется, выражается в увеличении общей индуктивности, и что, конечно же, сразу же отражается на осциллограммах ещё большей амплитудой скачка напряжения в соленоиде, повышением активного индуктивного сопротивления, ну и, разумеется, ещё большим сдвигом фазы тока от фазы напряжения. Иными словами, использование магнитопровода в соленоиде неминуемо усиливает все, перечисленные в статье, характерные свойства индуктивности, но с одной оговоркой – магнитопровод, сердечник и т.п., **обязательно должен проходить через внутреннее пространство соленоида**. Именно та часть сердечника, которая находится внутри соленоида¹¹, в значительной степени, отвечает за усиление процесса противодействия напряжённостей электрических полей – $\vec{E}_{ИП}$ и $\vec{E}_{НАВЕД}$ (См. Схему 2 и Схему 3), а значит и такого основного свойства индуктивности, как отставание фазы тока от фазы напряжения с накоплением этим соленоидом внутренней напряжённости электрического поля, без которых соленоид теряет своё основное свойство задерживать фазу тока от фазы напряжения, что сразу же превращает его в обыкновенное активное сопротивление и делает непригодным его для использования в колебательных контурах, и открытых, и закрытых. Убедиться в этом можно, проведя простейшую экспресс-проверку таким нехитрым набором, который показан на Схеме 5 «Набор электротехнических компонентов для проверки влияния магнитопроводности внутренней части соленоида на его индуктивные свойства».

¹¹ А так же, межвитковая взаимоиндукция в магнитном зазоре между соседними витками соленоида.



Схема 5 «Набор электротехнических компонентов для проверки влияния магнитопроводности внутренней части соленоида на его индуктивные свойства»

В наборе из Схемы 5 использовались: 1 – две одинаковые обмотки *Обмотка I* и *Обмотка I'* из ПЭТВ 0.5[mm], с одинаковым количеством витков, одинаковым расстоянием между витками, одинаковым диаметром витков (то есть, с одинаковыми индуктивными характеристиками); 2 – Ферритовый кольцевой сердечник для поочередного одевания его снаружи на *Обмотку I* и *Обмотку I'* (фольга не имеет отношение к статье – сердечник после этого эксперимента был подготовлен к другим исследованиям, и участвовал в экспресс-проверке без фольги); 3 – Ферритовый сборный чашечный сердечник (наиболее подходящий по диаметру под размер внутреннего отверстия наружного ферритового кольцевого сердечника+толщина *Обмотки I'* вместе с каркасом) для помещения его вовнутрь *Обмотки I'*; 4 – Сердечник из диамагнетика «Висмута» [Bi] с *Обмоткой I* снаружи;

Порядок проверки: 1. Берутся *Обмотка I* и *Обмотка I'* только с внутренними сердечниками, (соответственно, из диамагнетика и ферромагнетика) и производится замер их индуктивности; 2. На *Обмотку I* и *Обмотку I'*, поочередно одевается наружный ферритовый кольцевой сердечник, и поочередно замеряется индуктивность обмоток; 3. Из *Обмотки I'* извлекается ферритовый внутренний сердечник, и оставляется только наружный ферритовый кольцевой сердечник – специальным прибором производится замер индуктивности *Обмотки I'*;

Как показала такая нехитрая экспресс-проверка, на основную индуктивную характеристику обмоток, больше всего повлияло изменение магнитопроводности внутренней части обмотки, нежели, чем изменение наружной магнитопроводности (можно, так же, ещё и снять осциллограммы, но это уже будет другая история – не простая экспресс-проверка, а более сложная работа с генераторами). То есть, если внутри соленоида использовать для сердечника магнитопроводящий материал, диамагнетик, а снаружи соленоида, использовать для сердечника магнитопроводящий материал, то можно увидеть, что общее активное сопротивление данного ИЭ, будет по-прежнему высоким, но отставание фазы тока от фазы напряжения сильно снизится.

Нужна помощь в продолжении исследований: email – leonovmgn74@gmail.com; Skype – mgn74 74mgn.

Литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц М.Е. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА СПЛОШНЫХ СРЕД (Серия: «Теоретическая физика», том VIII). М., 1982.
2. Трофимова Т.И. Курс физики: учеб. пособие для вузов. – М., 2006. – 560 с.

References

1. Landau L.D., Lifshits M.E. ELECTRODINAMICA SPLOSHNIH SRED (Seriya: “Teoreticheskaya fizika”, tom VIII). M., 1982.
2. Trofimova T. I. Kurs fiziki: ucheb. posobie – M., 2006. – 560 S.

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.105

Лепешинский И.А.

Доктор технических наук, профессор

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

Работа выполнена при финансовой поддержки Минобрнауки РФ

в рамках базовой части государственного задания

К ВОПРОСУ ОБ ОСРЕДНЕНИИ ПАРАМЕТРОВ НЕОДНОМЕРНОГО ПОТОКА**Аннотация**

На основе закона Гюи-Стодола рассматривается использование понятия эксергии для описания необратимых процессов. Получено выражение для потери эксергии записываемое через параметры торможения давления. Показано, что осреднение неравномерных потоков на основе выполнения законов сохранения массы, количества движения и энергии определяется величиной потерь эксергии.

Ключевые слова: осреднение неравномерных потоков, энтропия, эксергия, работоспособность, параметр необратимости процесса.

Lepeshinsky I.A.

PhD in Engineering, professor, Moscow Aviation Institute (National Research University) MAI, Moscow

ON THE AVERAGED PARAMETERS OF MULTIDIMENSIONAL FLOW**Abstract**

On the basis of the law of Guy - Stodola it is explained how to use the concept of exergy to describe irreversible processes. An expression for exergy losses recorded through the parameters of the total pressure is received. It is shown that the averaging of irregular flows based on the implementation of the laws of conservation of mass, momentum and energy is determined by the loss of exergy.

Keywords: averaging of non-uniform streams, entropy, exergy, working capacity, irreversibility parameter of process.

При решении практических газодинамических задач приходится рассчитывать газовые потоки с переменными по сечению параметрами. Такие потоки также реализуются в экспериментальных исследованиях. В ряде случаев проводят осреднение таких потоков, а для анализа полученных результатов используют средние значения параметров, полученные при осреднении. В этом случае приходится формулировать математические модели, в качестве которых используются модели элементарной струйки [1, 2, 3]. Эти модели позволяют достаточно хорошо описывать физику процесса. Для замыкания системы уравнений математической модели используется понятие энтропии. Играя значительную роль в развитии науки, это понятие по целому ряду причин является весьма трудным и неудобным для практического использования, более подробно об этом можно прочитать, например, в [4]. Отметим только наиболее важные для нас недостатки энтропии. Энтропию нельзя измерить, что весьма важно при решении практических задач, она не позволяет различать долю ее роста, связанную с внешним подогревом и внутренним трением в системе. Но самое главное, если в системе происходит необратимый процесс, то система уравнений математической модели замыкается неравенством для изменения энтропии $\Delta s > 0$ или $ds > 0$, т.е. констатируется только факт необратимости процесса, но система уравнений остается незамкнутой. Здесь s энтропия на единицу массы, Дж/кг·К. Это связано с тем, что в данном случае необходимо уметь вычислять производство энтропии [4]. Справедливости ради, следует сказать, что этим достаточно успешно занимается «Термодинамика необратимых процессов» [4, 5, 6.], однако получаемые там решения не менее сложны, чем исходная газодинамическая задача.

Сформулированная проблема с энтропией может быть решена путем использования понятия эксергии или работоспособности [7,8]. *Эксергия или работоспособность – это максимальная работа, которую может совершить в обратимом процессе взаимодействия с окружающей средой система, если в конце этого процесса рабочее тело системы приходит в состояние равновесия со всеми параметрами окружающей среды.* Различие в химическом составе рабочих тел системы и окружающей среды здесь не рассматривается. Обозначим параметры окружающей среды индексом "0", тогда для газа его удельная полная энергия на уровне окружающей среды запишется как

$$e_0 = c_p T_0^* \quad (1)$$

энергия в состоянии "1" как

$$e_1 = c_p T_1^* \quad (2)$$

здесь c_p удельная теплоемкость при постоянном давлении, Дж/кг·К, T^* температура торможения в градусах Кельвина. Тогда удельная на единицу массы эксергия l_1^{\max} в состоянии "1" будет

$$l_1^{\max} = (c_p T_1^* - c_p T_0^*) - T_0 (s_1 - s_0) \quad (3)$$

Изменение эксергии системы между двумя состояниями "1" и "2" запишется как

$$\Delta l_{1-2}^{\max} = (c_p T_1^* - c_p T_2^*) - T_0 (s_2 - s_1) \quad (4)$$

Потери эксергии от необратимости в этом процессе запишутся как

$$\nabla l_{1-2}^{\max} = T_0 (s_2 - s_1) \quad (5)$$

Формула (5) выражает закон Гюи-Стодола [7] для потери эксергии или работоспособности. Эти потери характеризуют диссипацию энергии, т.е. показывают какая часть энергии, которая в целом сохраняется, теряет

способность к совершению работы. Воспользуемся известным выражением [1, 2, 3] связывающим изменение энтропии с параметрами торможения газодинамической системы.

$$(s_2 - s_1) = c_p \ln \frac{T_2^*}{T_1^*} - R \ln \frac{p_2^*}{p_1^*} \quad (6)$$

здесь p^* давление торможения, н/м².

Можно показать [3], что последнее выражение преобразуется в

$$(s_2 - s_1) = c_p \ln \frac{T_2^*}{T_1^*} - R \ln \frac{p_2^*}{p_1^*} = -R \ln \frac{p_2^*}{p_{2s}^*} \quad (7)$$

где

$$p_{2s}^* = p_1^* \left(\frac{T_2^*}{T_1^*} \right)^{\frac{k}{k-1}} \quad (8)$$

k показатель изоэнтропы, а p_{2s}^* давление торможения, полученное в изоэнтропическом процессе изменения состояния. Тогда потери эксергии ∇l_{1-2}^{max} можно записать, как

$$\nabla l_{1-2}^{max} = -T_0 R \ln \frac{p_2^*}{p_{2s}^*} \quad (9)$$

R удельная газовая постоянная, Дж/кг·К.

Будем полагать, что основными параметрами системы струйки являются p -давление, T -температура, ρ - плотность, w -скорость, F -площадь сечения струйки. Поэтому для замкнутой математической модели необходимо иметь пять уравнений. Можно указать алгоритм построения такой модели [3]. Это три закона сохранения (массы, количества движения, энергии), определяющее уравнение. Поскольку законы сохранения не содержат никакой информации о рабочем теле, определяющим уравнением обычно является уравнение состояния. О пятом уравнении будет сказано ниже.

Из (9) следует, что увеличение энтропии или потери эксергии однозначно определяются давлением торможения, которое таким образом является эксергетическим параметром, т.е. характеризует эксергию системы.

Величину

$$\sigma_s = \frac{p_2^*}{p_{2s}^*} \quad (10)$$

назовем параметром необратимости процесса. Для энергетически изолированной системы, когда

$$T_2^* = T_1^* \quad (11), \quad p_2^* \leq p_1^* \quad (12)$$

можно дать газодинамическую формулировку второго закона термодинамики, точнее одной из формулировок, называемой иногда принципом возрастания энтропии [8], которая звучит в термодинамике так:

энтропия изолированной системы возрастает (для необратимых процессов) или в пределе остается постоянной (для обратимых процессов). Газодинамическая формулировка, которую будем называть *принципом уменьшения давления торможения*, формулируется так:

В изолированной газодинамической системе давление торможения остается постоянным (в обратимых процессах) или уменьшается (в необратимых процессах).

Рассмотрим общий случай процесса в неизолированной системе между двумя состояниями "1" и "2". Обозначим изменение давления торможения для этого случая как

$$\sigma = \frac{p_2^*}{p_1^*} \quad (13)$$

Воспользуемся уравнением энергии для элементарной струйки в газодинамической форме [1, 2, 3]

$$q_n - l_{mex} = c_p (T_2^* - T_1^*) \quad (14)$$

здесь q_n внешнее количество тепла единицы массы, Дж/кг, l_{mex} техническая работа единицы массы, Дж/кг.

Выражая отношение температур из (14) и подставляя его в (8), после преобразований получим

$$\sigma = \sigma_s \left(\frac{q_n - l_{mex}}{c_p T_1^*} + 1 \right)^{\frac{k}{k-1}} \quad (15)$$

Обозначим величину

$$\sigma_e = \frac{p_{2s}^*}{p_1^*} = \left(\frac{q_n - l_{mex}}{c_p T_1^*} + 1 \right)^{\frac{k}{k-1}} \quad (16)$$

и назовем ее коэффициентом обмена энергией. По существу эта величина характеризует изменение эксергии, которое могло бы быть, если бы процесс изменения энергии был бы обратимым. Тогда

$$\sigma = \sigma_s \sigma_e \quad (17)$$

Таким образом, удастся отделить проблему необратимости от проблемы обмена энергией, и в частности, от обмена теплом.

Пятое замыкающее уравнение, уравнение *качества процесса*, поскольку оно представляет собой альтернативу между обратимым и необратимым процессами, и, таким образом, характеризует качество процесса. Остановимся на нем подробнее. Теперь это уравнение, как для обратимого так и необратимого процесса записывается в виде равенства (9) (в отличие от энтропии). Для обратимого процесса потери эксергии равны нулю, т.е

$$\nabla l_{1-2}^{\max} = 0 \quad (18)$$

и система замыкается уравнением изозэнтропии. Для необратимого процесса величина потерь эксергии определяется (вместо энтропии) значением давления торможения в конце рассматриваемого процесса, т.е. величиной p_2^* . Она может быть рассчитана по известным газодинамическим формулам или измерена экспериментально, поскольку давление торможения легко измеряется в отличие от энтропии. При этом качество процесса может быть выражено величиной потерь эксергии (потерей полезной работы).

Обратимся теперь к проблеме осреднения неоднородных потоков, которая рассматривалась в работах [1,9,10]. Заменяя неоднородный поток одномерным, следует стремиться к тому, чтобы сохранить неизменными такие интегральные характеристики как расход, импульс и энергия. Наиболее распространенным является метод нахождения средних значений параметров p^* , T^* , и λ при сохранении в исходном и осредненном потоке величин расхода газа G , полной энергии E и импульса I . Рассмотрим такой способ осреднения [1]. Пусть в поперечном сечении известны (заданы или измерены) все необходимые параметры. Тогда расход газа равен

$$G = \int_{(F)} dG = \int_{(F)} m \frac{p^* q(\lambda)}{\sqrt{T^*}} dF \quad (19)$$

На основе законов сохранения энергии и расхода определяется среднее значение температуры торможения T_{cp}^*

$$G c_p T_{cp}^* = \int_{(G)} c_p T^* dG = E \quad (20)$$

Теплоемкость c_p и показатель изозэнтропии k полагаются постоянными.

На основе среднemasовой температуры торможения T_{cp}^* определяется среднее значение критической скорости звука $\alpha_{кр, cp}$

$$\alpha_{кр, cp} = \sqrt{\frac{2k}{k+1} R T_{cp}^*} \quad (21)$$

Среднее значение приведенной скорости потока находится из уравнения импульсов

$$z(\lambda_{cp}) = \frac{2k}{k+1} \frac{1}{G \alpha_{кр, cp}} \int_F p^* f(\lambda) dF \quad (22)$$

И теперь из уравнения расхода по средним значениям T_{cp}^* и λ_{cp} определяется среднее значение p_{cp}^*

$$p_{cp}^* = \frac{G \sqrt{T_{cp}^*}}{m f q(\lambda_{cp})} \quad (23)$$

Рассмотрим другой способ осреднения, при котором значение давления торможения определяется из условия постоянства энтропии s . Обозначим это давление как p_{cps}^* . Воспользуемся выражением для этой величины полученным в [1,10]

$$\ln p_{cps}^* = \frac{m}{G} \int_F \left(\ln p^* - \frac{k}{k-1} \ln \frac{T^*}{T_{cp}^*} \right) \frac{p^* q(\lambda)}{\sqrt{T^*}} dF \quad (24)$$

Величина p_{cp}^* меньше p_{cps}^* . Теперь можно определить потери эксергии, используя формулу (9)

$$\nabla l^{\max} = -T_0 R \ln \frac{p_{cp}^*}{p_{cps}^*} \quad (25)$$

Потери эксергии неравномерного потока объясняются следующим [1]:

полученные значения параметров T_{cp}^* , p_{cp}^* и λ_{cp} равны соответствующим параметрам такого потока, который может образоваться при выравнивании за счет перемешивания исходного неоднородного потока в теплоизолированной трубе постоянного сечения без трения о стенки; при этом расход, импульс и полная энергия также сохраняют свое значение. Осреднение такого потока и будет соответствовать постоянству энтропии. Потери эксергии связаны с потерями на перемешивание потока.

Из вышесказанного следует вывод о том, что рассмотренные выше два способа осреднения не являются альтернативными, а должны использоваться одновременно, поскольку они позволяют определить действительную работоспособность осредняемого потока. Возможно, будет целесообразно ввести эксергетический КПД осредняемого потока η как

$$\eta = \frac{c_p T_{cp}^* - c_p T_0 - \nabla l^{\max}}{c_p T_{cp}^* - c_p T_0} \quad (26)$$

Литература

1. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика в 2х ч. Ч. 1,2 Учеб. руководство для вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука. Гл. ред. Физ.-мат. лит. 1991. С. 600.
2. Сергель О.С. Прикладная гидрогазодинамика. М.: Машиностроение. 1981. С. 374.

3. Лепешинский И.А. Газодинамика одно- и двухфазных течений в реактивных двигателях. М.: Изд-во МАИ. 2003. С. 276.
4. Вейник А.И. Термодинамика. М.: Высшая школа. 1968. С. 463.
5. Де Гроот С. Мазур П. Неравновесная термодинамика. М.: Мир. 1964. С. 329.
6. Пригожин И. Введение в термодинамику необратимых процессов. М.: ИЛ. 1960. С. 357.
7. Шаргут Я. Петела Р. Эксергия. М.: Энергия. 1968. С. 279.
8. Кириллин В.А. Сычев В.В. Шейндлин А. Е. Техническая термодинамика. М.: Энергия. 1968. С. 472.
9. Седов Л.И. Черный Г.Г. Об осреднении неравномерных потоков газа в каналах. М.: Оборонгиз. Теор. гидромеханика, сб. статей №12, вып.4. С.17-30.
10. Черкез А.Я. О некоторых особенностях осреднения параметров в сверхзвуковом газовом потоке. Изд. Академии наук СССР, ОТН, №4, 1962. С. 23-28.

References

1. Abramovich G.N. Prikladnaja gazovaja dinamika. v 2h ch. Ch. 1,2 Ucheb. rukovodstvo: Dlja vtuzov. – 5-e izd., pererab. i dop. – M.: Nauka. Gl. red. Fiz.-mat. lit. 1991. 600 s.
2. Sergel' O.S. Prikladnaja gidrogazodinamika. M.: Mashinostroyeniye. 1981. 374 s.
3. Lepeshinskij I.A. Gazodinamika odno- i dvufaznyh techenij v reaktivnyh dvigateljah. M.: Izd-vo MAI. 2003. 276 s.
4. Vejniki A.I. Termodinamika. Mn.: Vyshejssha shkola. 1968. 463s.
5. De Groot S. Mazur P. Neravnovesnaja termodinamika. M.: Mir. 1964. 329s.
6. Prigozhin I. Vvedenie v termodinamiku neobratimyh processov. M.: IL. 1960. 357s.
7. Shargut Ja. Petela R. Jeksergija. M.: Jenergija. 1968. 279s.
8. Kirillin V.A. Sychev V.V. Shejndlin A. E. Tehnicheskaja termodinamika. M.: Jenergija. 1968. 472s.
9. Sedov L.I. Chernyj G.G. Ob osrednenii neravnomernyh potokov gaza v kanalah. M.: Oborongiz. Teor. gidromehaniika, sb. statej №12, vyp.4. str.17-30.
10. Cherkez A.Ja. O nekotoryh osobennostjah osrednenija parametrov v sverkhzvukovom gazovom potoke. Izv. Akademii nauk SSSR, OTN, №4, 1962. str.23-28.

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.074

Микишанина Е.А.¹, Михайлова А.А.²¹Старший преподаватель, ²студент, Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ АКТУАРНОЙ МАТЕМАТИКИ

Аннотация

В работе производится расчет убытков страховой компании по пакету страхования, состоящего из двух договоров, а также расчет суммарного убытка по всем застрахованным. Рассмотрены простейшие одногодичные контракты обязательного страхования автогражданской ответственности и добровольного страхования жизни.

Ключевые слова: договор страхования, убытки, портфель договоров.

Mikishanina E.A.¹, Mikhailova A.A.²¹Senior lecturer, ²student, Chuvash State University named after I.N. Ulyanov

ON THE PROBLEM OF ACTUARIAL MATHEMATICS

Abstract

In the work calculation of losses of the insurance company for the insurance package consisting of two agreements is made, as well as the calculation of the total loss for all insured is made. Simple one-year contracts of compulsory motor third party liability insurance and voluntary life insurance are considered.

Keywords: insurance contract, material losses, portfolio of contracts.

Кризис страхования обязательной автогражданской ответственности привел к тому, что в последнее время в страховых компаниях стало очень актуальным «портфельное» страхование, когда совместно с договором обязательного страхования заключается договор добровольного страхования. Например, ОСАГО (обязательное страхование автогражданской ответственности) и КАСКО (добровольное страхование автотранспортного средства) или ОСАГО и НС (страхование жизни от несчастного случая).

Рассмотрим пакет краткосрочных договоров страхования ОСАГО и НС и рассчитаем убытки страховой компании по этому портфелю.

На данный момент лимиты ответственности по полису ОСАГО одинаковы на всей территории РФ и для всех полисов ОСАГО. Лимит по страхованию жизни страхователь устанавливает сам, но, как правило, эта сумма также ограничена снизу самой страховой компанией.

К настоящему времени в условиях жесткой конкуренции на рынке страхования рентабельность страховых операций продолжает снижаться, поэтому анализ убытков страховой компании позволяет наиболее достоверно определить резервный фонд и риски страховой компании, связанные с резервированием убытков.

Рассмотрим простейшие одногодичные контракты обязательного страхования автогражданской ответственности и страхования жизни.

Постановка задачи. Автовладелец Н. купил страховой полис ОСАГО и дополнительно заключил договор страхования жизни (НС) на следующих условиях.

По договору страхования жизни страховщик выплачивает сумму a в случае смерти или получения застрахованным инвалидности I группы. В противном случае убытки страховой компании равны нулю. Таким образом, имеем закон распределения величины убытков страховой компании X по данному виду договора

X , тыс.руб.	b	0
P	q_x	$p_x = 1 - q_x$

q_x – вероятность смерти застрахованного в течение года (значения берутся из таблицы смертности населения);

b - величина страхового возмещения.

По договору ОСАГО величина убытка страховой компании имеет следующее распределение:

Y , тыс.руб.	a	0
P	p_y	$q_y = 1 - p_y$

a – величина выплаты по полису ОСАГО, является равномерно распределенной случайной величиной в интервале $(0, A)$, где A - лимит ответственности по данному виду договора;

p_y – вероятность наступления страхового случая (ДТП).

Определим среднее значение и вариацию убытка страховой компании.

Решение. Для страховой компании существует четыре возможных варианта произведения выплат. Введем индикатор события «был страховой случай» J , который будет иметь следующие возможные значения:

$$J = \begin{cases} 0, & \text{страховой случай не наступил;} \\ 1, & \text{наступил страховой случай только по полису НС;} \\ 2, & \text{наступил страховой случай только по полису ОСАГО;} \\ 3, & \text{наступил страховой случай по полисам ОСАГО и НС (ДТП, в результате} \\ & \text{которого автовладелец получил инвалидность I группы или погиб).} \end{cases}$$

Введем новую случайную величину Z , характеризующую величину убытка по описанному портфелю страхования. Будем считать, что случайные величины X, Y - независимы. Тогда закон распределения вероятностей случайной величины Z будет иметь вид:

J	0	1	2	3
Z , тыс.руб.	0	b	a	$a + b$
$P(Z J)$	$(1 - p_y)(1 - q_x)$	$(1 - p_y)q_x$	$p_y(1 - q_x)$	p_yq_x

Для определения среднего значения убытка страховой компании воспользуемся формулой для вычисления математического ожидания:

$$E[Z] = E[E[Z|J]].$$

Вычислим условные математические ожидания.

$$E[Z|J=0] = 0; \quad E[Z|J=1] = b; \quad E[Z|J=2] = \frac{A}{2}.$$

В случае $J=3$ величина убытка $Z = a + b$ является случайной и равномерно распределенной в интервале $(b, b + A)$, поэтому

$$E[Z|J=3] = \frac{A + 2b}{2}.$$

Математическое ожидание случайной величины Z имеет вид

$$E[Z] = \frac{A}{2} p_y + b q_x.$$

Для определения значения вариации убытка страховой компании воспользуемся формулой для вычисления дисперсии:

$$D[Z] = D[E[Z|J]] + E[D[Z|J]].$$

Вычислим условные дисперсии:

$$D[Z|J=0] = 0; \quad D[Z|J=1] = 0; \quad D[Z|J=2] = \frac{A^2}{12}; \quad D[Z|J=3] = \frac{A^2}{12}.$$

Тогда

$$D[Z] = \left(b^2(1-p_y)q_x + \left(\frac{A}{2}\right)^2 p_y(1-q_x) + \left(b + \frac{A}{2}\right)^2 p_y q_x - \left(\frac{A}{2} p_y + b q_x\right)^2 \right) + \\ + \frac{A^2}{12} p_y(1-q_x) + \frac{A^2}{12} p_y q_x = b^2 p_x q_x + \frac{A^2}{4} p_y q_y + \frac{A^2}{12} p_y.$$

Для страховой компании интерес представляет не конкретная страховая выплата, а общая сумма выплат всем застрахованным. Пусть $S = Z_1 + \dots + Z_n$ - суммарная величина убытка, n - общее число застрахованных, Z_i - размер индивидуального ущерба по i -му портфелю, состоящему из двух договоров ОСАГО и НС, описанных выше.

Будем считать Z_i независимыми и имеющими распределение

Z_i , тыс.руб.	0	b^i	a^i	$c^i = a^i + b^i$
$P(Z J)$	$(1-p_y^i)(1-q_x^i)$	$(1-p_y^i)q_x^i$	$p_y^i(1-q_x^i)$	$p_y^i q_x^i$

Здесь a^i - величина выплаты по i -му полису ОСАГО, равномерно распределенная случайная величина в интервале $(0, A^i)$, b^i - детерминированная величина выплаты по i -му договору НС, p_y^i, q_x^i - соответствующие вероятности событий для каждого застрахованного, зависящие от возраста региона и т.п. Тогда суммарный размер ожидаемого убытка страховой компании будет равен

$$E[S] = \sum_{i=1}^n E[X_i] = \sum_{i=1}^n \frac{A^i}{2} p_y^i + \sum_{i=1}^n b^i q_x^i.$$

Размер премий $p_i, i = \overline{1, n}$ по договорам страхования устанавливаются исходя из условия неотрицательности потерь страховой компании, т.е.

$$\sum_{i=1}^n \frac{A^i}{2} p_y^i + \sum_{i=1}^n b^i q_x^i - \sum_{i=1}^n p_i \geq 0.$$

Литература

1. Алексеев Б.В., Егорова Д.В., Иваницкий А.Ю. Введение в финансовую и актуарную математику: Учебное пособие. - Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2001. - 322 с.

References

1. Alekseev B.V., Egorova D.V., Ivanickij A.Ju. Introduction to actuarial and financial math. [Alekseev B.V., Egorova D.V., Ivanickij A.Ju. Vvedenie v finansovuju i aktuarnuju matematiku: Uchebnoe posobie]. Cheboksary, Izd-vo Chuvash. un-ta, 2001, 322 p.



ПРИМЕР DOI:
10.18454/IRJ.2015.0001

Начиная с ноябрьского выпуска 2015 года /10 (41) Ноябрь 2015/, каждой статье, опубликованной в Международном научно-исследовательском журнале, **редакция издания будет присваивать идентификатор цифрового объекта DOI:**

- DOI облегчает процедуры цитирования, поиска и локализации научной публикации;
- DOI повышает авторитет журнала, а также свидетельствует о технологическом качестве издания;
- DOI является неотъемлемым атрибутом системы научной коммуникации за счет эффективного обеспечения процессов обмена научной информацией.

(Digital Object Identifier) — идентификатор цифрового объекта, стандарт обозначения представленной в сети информации.

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.014

Семенов Я.С.¹, Скачков Ю.Б.¹, Соловьева А.Я.²¹Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН,²Арктический государственный институт культуры и искусства**О ВЛИЯНИИ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ТРУБОПРОВОДОВ****Аннотация**

Проведено сравнение изменений экстремумов температуры воздуха за 1966–2010 гг. в Якутске на основе многолетних рядов годовых экстремальных ее значений. Это позволяет оценить величину циклических нагрузок на трубный транспорт на Северо-востоке России, и это может позволить установить предельные сроки эксплуатации в этом регионе. Однако тренд потепления не будет существенно влиять на амплитуду циклических напряжений из-за не существенных изменений между максимальной и минимальной температурами.

Ключевые слова: экстремумы, температура воздуха, тренд, амплитуда, циклические нагрузки, трубный транспорт, разрушение.

Semenov Ya.S.¹, Skachkov Yu.B.¹, Soloveva A.Ya.²¹Melnikov Permafrost Institute SB RAS, ²Arctic State Institute Culture and Arts**ABOUT INFLUENCE OF THE CHANGES OF AIR TEMPERATURE ON THE SERVICE PROPERTIES OF PIPELINES****Abstract**

Comparison of trends in air temperature extremes for 1966–2010 in Yakutsk has been made based on the long-term time series of annual extreme temperature values. There is permitted long time exploitation on tube transport correction.

Keywords: extremes, air temperature, trend, amplitude, cyclic deformation, tube transport, fracture.

Введение. Одним из важных факторов, сильно влияющих на трубный транспорт углеводородного сырья, являются циклические изменения температуры в зонах расположения нефте - газопроводов. Хорошо известно [1], что чем протяженней нефте – газопровод тем с большей амплитудой деформаций происходят циклические нагружения сварных узлов, угловых соединений, температурных компенсаторов и т.д., вследствие чего происходят усталостные накопления дефектов, переходящие в хрупкие разрушения.

Поэтому долгосрочное (краткосрочное) прогнозирование температурных колебаний является очень важным при стандартизации сроков эксплуатации трубного транспорта, особенно в зонах холодного климата. Это может упредить возможные экономико-экологические последствия. Рассмотрим на примере изменений температуры воздуха в городе Якутске.

Методика оценки колебаний температуры. Межгодовая изменчивость свойственна не только средней годовой температуре воздуха ($T_{\text{ср}}$), но также и средним сезонным температурам воздуха. Поэтому из года в год меняется амплитуда $T_{\text{ср}}$, являющаяся одним из основных показателей континентальности климата.

Амплитуда $T_{\text{ср}}$ определяется нами как разность средних температур теплого ($T_{\text{тп}}$) и холодного ($T_{\text{хп}}$) периодов года. Холодный период года включает в себя весь период с отрицательными температурами, а теплый – с положительными температурами.

За счет того, что зимние температуры воздуха в Якутии растут более быстрыми темпами, чем летние [8], разность ($T_{\text{тп}} - T_{\text{хп}}$) уменьшается, где $T_{\text{тп}}$, $T_{\text{хп}}$ – температуры теплого и холодного периода. Наиболее существенное и статистически значимое уменьшение амплитуды годовой температуры воздуха происходило в Центральной Якутии. За последние 30-40 лет величина уменьшения амплитуды годовой температуры воздуха доходила до 1,5-2,5°C.

В этой связи представляется интересным проследить изменчивость ($T_{\text{тп}} - T_{\text{хп}}$) в г. Якутске, где находится самая длиннорядная метеорологическая станция Центральной Якутии и наибольшая плотность газопроводной сети.

На рис.1 представлена многолетняя тенденция изменений ($T_{\text{тп}} - T_{\text{хп}}$), аппроксимированная полиномом третьей степени.

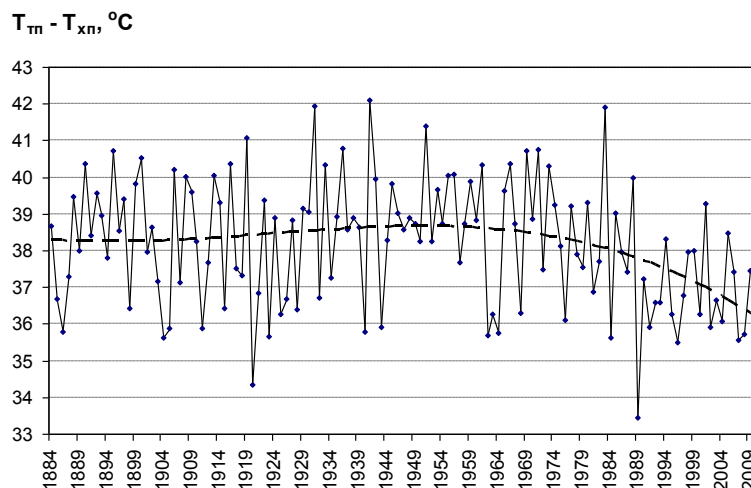


Рис. 1 – Изменчивость ($T_{\text{тп}} - T_{\text{хп}}$) в г. Якутске, °C. Пунктирная линия – полином третьей степени

Рассмотрим более подробно ежесуточные наблюдения за период с 1966 по 2010 гг. Климатологически этот ряд является более однородным по нескольким причинам. Примерно, с середины 60-х – начала 70-х годов в г. Якутске отмечаются очевидные изменения средней годовой температуры воздуха [8,9].

Выясняется, что зимний минимум температуры воздуха также имеет за последние десятилетия тенденцию к росту, причем тренд проявляется с очень высокой степенью значимости (рис.2). Особенно впечатляют последние 12 лет, когда лишь только в двух зимах температура воздуха в г. Якутске переходила через знаковую черту – минус 50 °C.

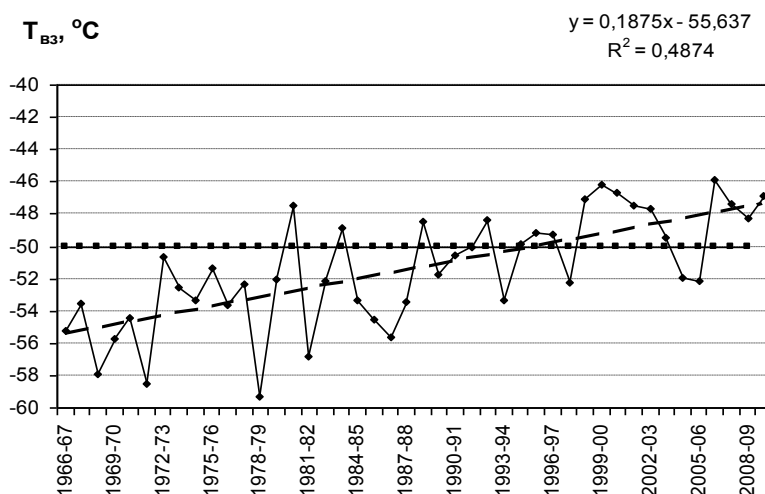


Рис. 2 – Изменчивость ежегодного минимума температуры воздуха в г. Якутске, °C.
Пунктирная линия – линейный тренд.

В отличие от минимума температуры воздуха рост ежегодного максимума идет достаточно слабо и не является статистически значимым (рис.3).

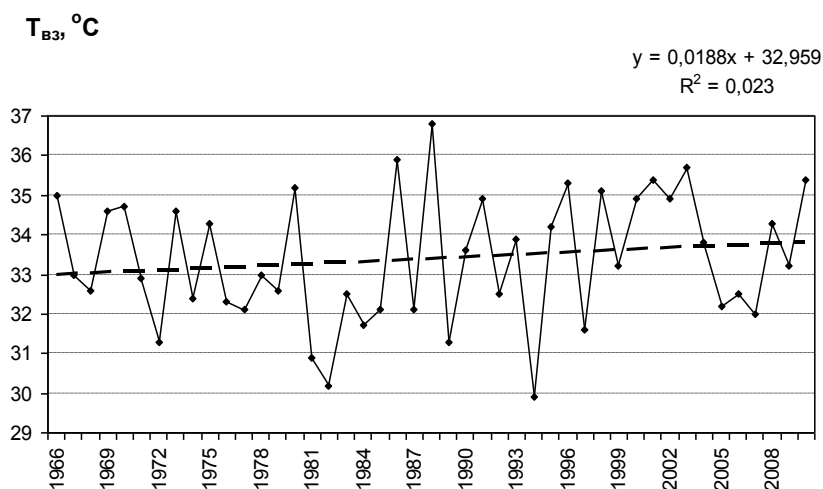


Рис. 3 – Изменчивость ежегодного максимума температуры воздуха в г. Якутске, °C.
Пунктирная линия – линейный тренд.

За последнее время обозначенные пределы минимальной и максимальной температуры зима – лето, как **-50 °C и 38,3 °C**.

Кроме того следует рассмотреть суточные, недельные, месячные, квартальные и сезонные изменения температуры.

Следует учесть, что в местах расположения трубопроводов размах максимальной и минимальной температуры превышал 100°C.

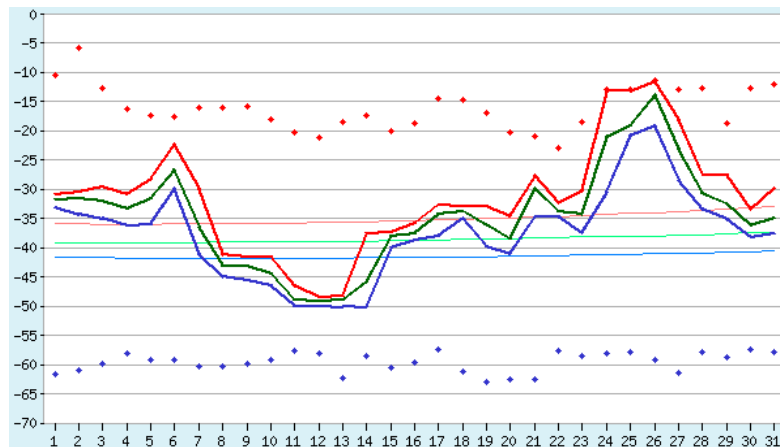


Рис. 4 – Текущие минимальная, средняя, максимальные температуры воздуха январь 2014г. представлены на графике сплошными линиями соответственно синего, зеленого и красного цветов. Нормальные значения показаны сплошными линиями. Абсолютные максимумы и минимумы точками соответственно красного и синего цвета

Оценим значения и частоту этих циклических напряжений (см.[10]). Хорошо известно, что изменение длины трубопровода подчиняется следующему закону

$$l = l_0 (1 \pm \alpha \Delta T),$$

где l_0 - начальная длина трубопровода, α - коэффициент температурного расширения материала трубопровода, $\Delta T = T - T_0$, T_0 - температура укладки трубопровода, T - текущая температура, l - текущая длина трубопровода.

Величина возникающих напряжений будет равна

$$\sigma = \pm \varepsilon E,$$

где $\varepsilon = (l - l_0) / l_0 = \Delta l / l_0 = \alpha \Delta T$, σ - возникающее напряжение, E - модуль упругости материала трубы.

Приведем максимальные разности температур - годовые, полугодовые, квартальные, месячные, недельные и суточные. Кроме того мы знаем, что часть труб лежит на грунте, часть в грунте и большинстве своем в зоне влияния температуры воздуха.

Рассмотрим максимальные размахи температур: годовые – 88,3 °С; полугодовые – 87 °С – первое полугодие, - 98 °С – второе полугодие; квартальные - 60 °С – первый, 37 °С – второй, 37 °С – третий, 60 °С – четвертый; месячные – 40 °С - январь, 25 °С – февраль, 40 °С – март, 20 °С – апрель, 20 °С – май, 10 °С – июнь, 10 °С – июль, 15 °С – август, 20 °С – сентябрь, 20 °С – октябрь, 30 °С – ноябрь, 40 °С декабрь; недельные в среднем 25 °С; суточные – в среднем 20 °С.

Оценочные циклические частоты для 39 летней продолжительности работы трубопровода:

- годовые 30 Гц (30 лет); - полугодовые – 60 Гц; - квартальные – 240 Гц;
- месячные – 720 Гц; - недельные – 2880 Гц; - суточные – 20160 Гц.

Зная эти температуры, оценим величины напряжений в трубопроводе, которые циклически будут нагружать узлы трубопровода. Например, для трубной стали широко применяемой в Якутии – 09Г2С, где коэффициент термического расширения равен $\alpha = 11,4 \cdot 10^{-6} \text{ К}^{-1}$, а модуль упругости $E = 210 \text{ ГПа}$.

Максимальные напряжения по годовым изменениям температуры равны -

$$\sigma = \varepsilon E = 1,00662 \cdot 10^{-3} \cdot 210 \text{ ГПа} = 211,3902 \text{ МПа}$$

Максимальные напряжения по полугодовым изменениям температуры равны -

$$\sigma = \varepsilon E = 9,918 \cdot 10^{-4} \cdot 210 \text{ ГПа} = 208,278 \text{ МПа}$$

Максимальные напряжения по квартальным изменениям температуры равны -

$$\sigma = \varepsilon E = 6,84 \cdot 10^{-4} \cdot 210 \text{ ГПа} = 143,64 \text{ МПа}$$

Максимальные напряжения по месячным изменениям температуры равны -

$$\sigma = \varepsilon E = 6,84 \cdot 10^{-4} \cdot 210 \text{ ГПа} = 143,64 \text{ МПа}$$

Максимальные напряжения по недельным изменениям температуры равны -

$$\sigma = \varepsilon E = 2,85 \cdot 10^{-4} \cdot 210 \text{ ГПа} = 59,85 \text{ МПа}$$

Максимальные напряжения по суточным изменениям температуры равны -

$$\sigma = \varepsilon E = 2,28 \cdot 10^{-4} \cdot 210 \text{ ГПа} = 47,88 \text{ МПа}$$

Частота этих напряжений связана с частотой изменений температуры как суточного, месячного, полугодового, годового, и долголетнего.

Вследствие циклических нагружений наблюдаются расслоения металла трубы (см. рис. 5) из-за образования микрофр сматия, возникших при удлинении трубы при тепловом расширении. Что при дальнейшем циклическом нагружении ведет к хрупкому росту трещины и разрушению.

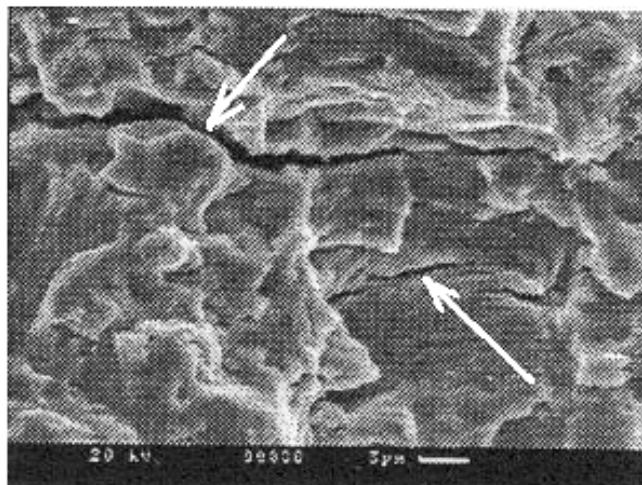


Рис. 5 – Видны трещины расслоения на границах зерен из-за циклических нагрузжений, предшествующие разрушению

Заключение. Таким образом, эти оценочные величины циклических напряжений высокочастотных (суточные) и низкочастотных (годовые) возможно будут полезны для разработки регламентирующих документов.

Однако тренд на потепление не влияет существенно на циклические нагрузки трубопровода т.к. размах между максимальной и минимальной температурой изменяется мало для всех частотных перепадов температуры.

Литература

1. Сварка и проблемы вязкохрупкого перехода // под ред. Ларионов В.П. Новосибирск, изд-во СО РАН. 1998. – 374 с.
2. Виноградова Г.М., Завалишин Н.П., Кузин В.И. Внутривековые изменения климата Восточной Сибири // Оптика атмосферы и океана. — 2002. — № 5—6. — С. 408-411.
3. Разуваев В.Н. Погода и климат в России в XX веке // Россия в окружающем мире: 2001 (Аналитический ежегодник). Отв. ред. Н.Н. Марфенин / Под общ. ред.: В.И. Данилова - Данильяна, С.А. Степанова. М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. — 332 с.
4. Кусков А.И., Катаев С.Г. Структура и динамика приземного температурного поля над азиатской территорией России. — Томск: Изд-во Том. пед. ун-та, 2006. — 176 с.
5. Ревякин В.С., Харламова Н.Ф. Региональные изменения климата и природной среды Центральной Азии // Мировой океан, водоемы суши и климат: Труды XII съезда РГО. — СПб, 2005. — Т. 5. — С. 369-377.
6. Кочугова Е.А., Кошкин Д.А. Тенденции изменения годовых экстремумов приземной температуры воздуха на территории Иркутской области // География и природные ресурсы. Новосибирск: Наука, 2010, №2, с. 63-69.
7. http://meteo.ru/climate_var/sp.php.id_page=2 // Сайт ГУ «ВНИИГМИ — МЦД» (ГУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации — Мировой центр данных»).
8. Скачков Ю.Б. Современные изменения климата Центральной Якутии // В кн.: Климат и мерзлота: комплексные исследования в Якутии. — Якутск: Изд-во ИМЗ СО РАН. 2000 г. С. 55-63.
9. Скачков Ю.Б. Современная изменчивость основных элементов климата г. Якутска // Восьмое сибирское совещание по климато-экологическому мониторингу: Материалы российской. конф. / Под ред. М.В. Кабанова. - Томск: Аграф-Пресс, 2009.- С. 83-84.
10. Сварка и проблемы вязкохрупкого перехода // Ларионов В.П. и др. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1998 — 593 с.

References

1. Svarka i problemy vjzkoehrupkogo perehoda // pod red. Larionov V.P. Novosibirsk, izd-vo SO RAN. 1998. — 374 p.
2. Vinogradova G.M., Zavalishin N.P., Kuzin V.I. Vnutrivekovye izmeneniya klimata Vostochnoj Sibiri // Optika atmosfery i okeana. — 2002. — № 5—6. — P. 408-411.
3. Razuvaev V.N. Pogoda i klimat v Rossii v XX veke // Rossiya v okruzhajushhem mire: 2001 (Analiticheskij ezhegodnik). Otв. red. N.N. Marfenin / Pod obshh. red.: V.I. Danilova - Danil'jana, S.A. Stepanova. M.: Izd-vo MNJePU, 2001. — 332 p.
4. Kuskov A.I., Kataev S.G. Struktura i dinamika prizemnogo temperaturnogo polja nad aziatskoj terri-to-ri-j Rossii. — Tomsk: Izd-vo Tom. ped. un-ta, 2006. — 176 p.
5. Revjakin V.S., Harlamova N.F. Regional'nye izmeneniya klimata i prirodnoj sredy Central'noj Azii // Mirovoj okean, vodoemy sushi i klimat: Trudy XII s#ezda RGO. — SPb, 2005. — V. 5. — P. 369-377.
6. Kochugova E.A., Koshkin D.A. Tendencii izmeneniya godovyh jekstre-mumov prizemnoj temperatury vozduha na territorii Irkutskoj oblasti // Geografija i prirodnye resursy. Novosibirsk: Nauka, 2010, №2, p. 63-69.
7. http://meteo.ru/climate_var/sp.php.id_page=2 // Site GU «VNIIGMI — MCD» (GU «Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut gidrometeorologicheskoy informacii — Mirovoj centr dannyh»).
8. Skachkov Ju.B. Sovremennye izmeneniya klimata Central'noj Jakutii // Klimat i merzlota: kompleksnye issledovanija v Jakutii. — Jakutsk: Izd-vo IMZ SO RAN. 2000 g. P. 55-63.
9. Skachkov Ju.B. Sovremennaja izmenchivost' osnovnyh jelementov klimata g. Jakutskaja // Vos'moe sibirskoe soveshhanie po klimato-jekologicheskomu monitoringu: Materialy rossijskoj. / Pod red. M.V. Kabanova. - Tomsk: Agraf-Press, 2009. - P. 83-84.
10. Svarka i problemy vjzkoehrupkogo perehoda // Larionov V.P. i dr. — Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 1998 — 593 p.

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.028

Черёмухина Е.Е.¹, Мосин В.Г.²¹Магистрант, ²кандидат физико-математических наук,

Самарский государственный архитектурно-строительный университет

ЛИНЕЙНО ИНТЕРПОЛИРОВАННОЕ ВЕКТОРНОЕ ПОЛЕ И ВЫПОЛНЕНИЕ УСЛОВИЯ СОЛЕНОИДАЛЬНОСТИ**Аннотация**

В статье рассматривается линейная интерполяция двумерного векторного поля, которая получается по трем значениям в вершинах единичного симплекса. Построенное таким образом двумерное векторное поле расширяется до трехмерного. Указываются условия, при которых трехмерное расширение соленоидально.

Ключевые слова: линейная интерполяция, векторное поле, соленоидальность.

Cheremukhina E.E.¹, Mosin V.G.²¹Master, ²assistant professor of Department of Mathematics,

Samara State University of Architecture and Civil Engineering

LINEAR INTERPOLATION OF THE VECTOR FIELD AND THE CONDITION SOLENOIDALITY**Abstract**

The linear interpolation of the two-dimensional vector field. Three-dimensional expansion of the vector field. The conditions of the three-dimensional expansion of solenoidal vector field.

Keywords: linear interpolation, vector field, solenoidality.

В задачах переноса вещества векторное поле, дающее конвективную составляющую переноса, как правило, считается постоянным в области решения задачи (см., например, [1] или [2]), что не всегда согласуется с данными реальных наблюдений. В связи с этим, интересен вопрос описания произвольного поля и выяснения условий, при которых данное описание не противоречит основным законам сохранения.

В настоящей работе рассматривается линейная интерполяция векторного поля, которое задается произвольными значениями в вершинах двумерного единичного симплекса, и выводится условие, обеспечивающее его соленоидальность. Основным результатом представлен в теореме 2.

1 Интерполяция двумерного векторного поля на симплексе

Пусть известны значения скалярного поля $U(x,y)$ в вершинах двумерного единичного симплекса S , и пусть эти значения внутри симплекса изменяются линейно. Тогда существует единственная скалярная функция $u(x,y)$, такая что значения функции $u(x,y)$ в вершинах симплекса совпадают со значениями скалярного поля $U(x,y)$, и между любыми двумя точками (x_1, y_1) и (x_2, y_2) симплекса S значение функции $u(x,y)$ изменяется линейно.

Действительно, обозначим M_i , вершины симплекса S от начала координат по часовой стрелке: $M_1(0,0)$, $M_2(1,0)$, $M_3(0,1)$. Пусть $U(M_i)=a_i$. Тогда данные для скалярного поля $U(x,y)$ — это точки $M_1(0,0,a_1)$, $M_2(1,0,a_2)$, $M_3(0,1,a_3)$ в R^3 . Точки M_i не лежат на одной прямой, следовательно, через точки M_i проходит единственная плоскость, уравнение которой таково:

$$\begin{vmatrix} x & y & z - a_1 \\ 1 & 0 & a_2 - a_1 \\ 0 & 1 & a_3 - a_1 \end{vmatrix} = 0. \quad (1)$$

Отсюда:

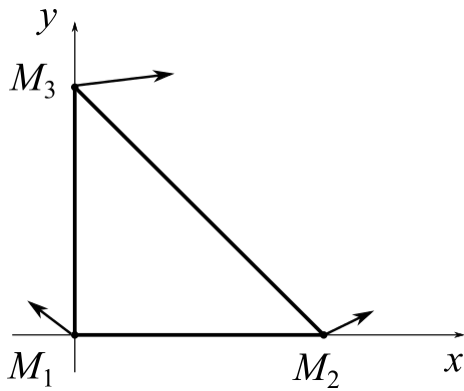
$$z = (a_2 - a_1)x + (a_3 - a_1)y + a_1. \quad (2)$$

Понятно, что функция

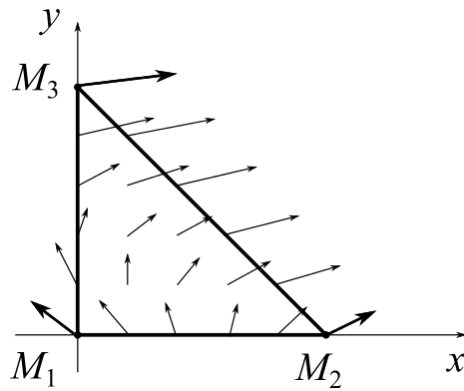
$$u(x, y) = (a_2 - a_1)x + (a_3 - a_1)y + a_1. \quad (3)$$

является искомой.

Векторное поле $V(x,y)$ можно рассматривать как совокупность двух скалярных полей, поэтому, полученный выше результат легко переносится на двумерный случай. А именно: для любых значений векторного поля $V(x,y)$, вычисленных в вершинах единичного симплекса S , существует единственная векторная функция $v(x,y)=(v_1(x,y), v_2(x,y))$, такая что значения функции $v(x,y)$ в вершинах симплекса совпадают со значениями векторного поля $V(x,y)$, и между любыми точками (x_1, y_1) и (x_2, y_2) симплекса S значения обеих функций $v_1(x,y)$ и $v_2(x,y)$ изменяются линейно.



(a) Заданные значения векторного поля $V(x, y)$ в вершинах двумерного единичного симплекса



(b) Интерполяция $v(x, y)$, вычисленная на границах и во внутренних точках симплекса

Рис. 1 – Исходные данные и интерполяция векторного поля

Пример 1 Пусть в вершинах симплекса S наблюдаются следующие значения векторного поля $V(x, y)$ (см. рис. 1 (a)):

$$V(M_1) = \begin{pmatrix} -0,20 \\ 0,15 \end{pmatrix}, \quad V(M_2) = \begin{pmatrix} 0,20 \\ 0,10 \end{pmatrix}, \quad V(M_3) = \begin{pmatrix} 0,40 \\ 0,05 \end{pmatrix}.$$

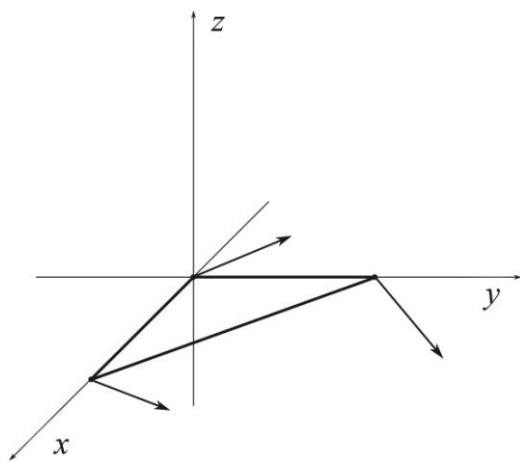
Применим дважды формулу (3): сначала к тройке первых координат, а затем — к тройке вторых координат. Получим следующую интерполяцию $v(x, y)$ векторного поля $V(x, y)$:

$$v(x, y) = \begin{pmatrix} 0,4x + 0,6y - 0,20 \\ -0,05x - 0,10y + 0,15 \end{pmatrix}. \quad (4)$$

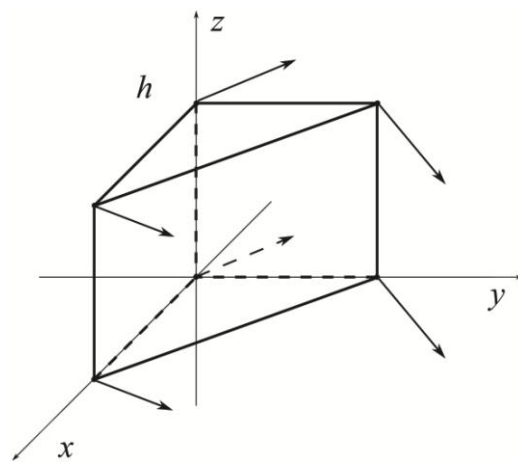
Вычислим значения $v(x_i, y_i)$, изменяя значения x и y с шагом 0,20 в пределах от 0 до 1, и получим наглядное представление о поведении векторного поля $v(x, y)$ (см. рис. 1(b)).

2 Псевдотрехмерное векторное поле на призме

Рассмотрим прямую призму P высоты h , построенную на симплексе S . Будем считать, что при наборе высоты от 0 до h направление ветра не изменяется, и векторное поле $V(x, y, z)$ не зависит от z (см. рис. 2)



(a) Заданные значения векторного поля $V(x, y)$ в вершинах двумерного единичного симплекса



(b) Интерполяция $v(x, y)$, вычисленная на границах и во внутренних точках симплекса

Рис. 2 – Двумерное векторное поле на симплексе S и псевдотрехмерное векторное поле на призме P .

Теорема 1 Пусть l_i — стороны симплекса S , занумерованные от нуля по часовой стрелке: $l_1 = M_1M_2$, $l_2 = M_2M_3$, $l_3 = M_3M_1$. Обозначим σ_i боковые грани призмы, построенные на сторонах l_i . Пусть векторное поле $v(x, y)$ получается интерполяцией значений $V(M_i)$ в вершинах M_i . Тогда объемы воздушных потоков, проходящих через боковые грани призмы P за единицу времени, вычисляются по следующим формулам:

$$\Omega(\sigma_1) = \frac{b_1 + b_2}{2} h \quad (5)$$

$$\Omega(\sigma_2) = -\left(\frac{a_2 + a_3}{2} + \frac{b_2 + b_3}{2}\right) h \quad (6)$$

$$\Omega(\sigma_3) = \frac{a_3 + a_1}{2} h \quad (7)$$

где a_i и b_i — координаты векторов $V(M_i)$, положительное значение $\Omega(\sigma_i)$ означает объем входящего потока, а отрицательное — объем исходящего.

Доказательство. Интерполяция векторного поля $V(x,y)$ получается по формуле (3):

$$v(x, y) = \begin{pmatrix} (a_2 - a_1)x + (a_3 - a_1)y + a_1 \\ (b_2 - b_1)x + (b_3 - b_1)y + b_1 \end{pmatrix}. \quad (8)$$

Пусть $v^*(x,y,z)$: тривиальное трехмерное расширение двумерного векторного поля $v(x,y)$:

$$v^*(x, y, z) = \begin{pmatrix} (a_2 - a_1)x + (a_3 - a_1)y + a_1 \\ (b_2 - b_1)x + (b_3 - b_1)y + b_1 \\ 0 \end{pmatrix}. \quad (9)$$

Тогда

$$\Omega(\sigma_i) = \iint_{\sigma_i} v^*(x, y, z) d\sigma \quad (10)$$

Вычислим объем потока, проходящего через грань σ_1 .

$$\begin{aligned} \Omega(\sigma_i) &= \iint_{\sigma_1} ((a_2 - a_1)x + (a_3 - a_1)y + a_1) dydz + \\ &+ ((b_2 - b_1)x + (b_3 - b_1)y + b_1) dx dz + 0 dx dy = \\ &= \iint_{D_1} ((b_2 - b_1)x + (b_3 - b_1)y + b_1) dx dz, \end{aligned} \quad (11)$$

где D_1 — проекция σ_1 на плоскость xOz , и последний интеграл берется в смысле двойного интеграла. В силу того, что область D_1 является прямоугольником $\{0 \leq x \leq 1; 0 \leq z \leq h\}$, а поверхность σ_i описывается уравнением $y=0$, имеем:

$$\Omega(\sigma_i) = \int_0^1 \left(\int_0^h ((b_2 - b_1)x + b_1) dz \right) dx \quad (12)$$

Отсюда

$$\Omega(\sigma_i) = \frac{b_2 + b_1}{2} h \quad (13)$$

Единичный вектор n_1 внутренней нормали к стороне l_1 симплекса S имеет координаты $(0,1)$. Поэтому, если $b_1 + b_2 \geq 0$, то равнодействующая векторов $V(M_1)$ и $V(M_2)$ образует с ним острый угол. В этом случае поток является входящим. Если же $b_1 + b_2 \leq 0$, то поток является исходящим.

Вычислим объем $\Omega(\sigma_2)$. Воспользовавшись формулой (10), получим:

$$\begin{aligned} \Omega(\sigma_2) &= \iint_{\sigma_1} ((a_2 - a_1)x + (a_3 - a_1)y + a_1) dydz + \\ &+ ((b_2 - b_1)x + (b_3 - b_1)y + b_1) dx dz + 0 dx dy = \\ &= \iint_{D_1} ((b_2 - b_1)x + (b_3 - b_1)y + b_1) dx dz + \\ &+ \iint_{D_3} ((a_2 - a_1)x + (a_3 - a_1)y + ba_1) dydz, \end{aligned} \quad (14)$$

где D_1 — проекция σ_2 на плоскость xOz , D_2 — проекция σ_2 на плоскость yOz , и интегралы в правой части берутся в смысле двойных интегралов. Области D_i являются прямоугольниками $\{0 \leq x \leq 1; 0 \leq z \leq h\}$, а поверхность σ_2 описывается уравнением $x+y=1$. Поэтому:

$$\Omega(\sigma_2) = \int_0^1 \left(\int_0^h ((a_3 - a_2)x + a_2) dz \right) dy + \int_0^1 \left(\int_0^h ((b_3 - b_2)x + b_2) dz \right) dx. \quad (15)$$

Отсюда прямым вычислением получаем:

$$\Omega(\sigma_2) = \left(\frac{a_2 + a_3}{2} + \frac{b_2 + b_3}{2} \right) h \quad (16)$$

Формула (16) не учитывает направление потока. Исправим это. Единичный вектор n_2 внутренней нормали к стороне l_2 симплекса S имеет координаты $(-1/\sqrt{2}, -1/\sqrt{2})$. Следовательно, если $(a_2 + a_3) + (b_2 + b_3) \geq 0$, то равнодействующая векторов $V(M_2)$ и $V(M_3)$ образует с n_2 тупой угол, и поток является входящим. Поэтому, для учета направления воздушного потока в формуле (16) следует изменить знак, и ее окончательный вид таков:

$$\Omega(\sigma_2) = - \left(\frac{a_2 + a_3}{2} + \frac{b_2 + b_3}{2} \right) h \quad (17)$$

Вычисление объема $\Omega(\sigma_3)$ ничем не отличается от вычислений, проведенных нами выше для объема $\Omega(\sigma_1)$, и мы его опускаем. Теорема доказана.

Пример 2 Вернемся к примеру, где мы интерполировали векторное поле по значениям на вершинах симплекса S (см. пример 1), и вычислим объемы воздуха, проходящие через боковые грани призмы P .

Пользуясь формулами теоремы 1, имеем:

$$\Omega(\sigma_1) = \frac{0,15 + 0,10}{2} h = 0,125h, \quad (18)$$

$$\Omega(\sigma_2) = - \left(\frac{0,20 + 0,4}{2} + \frac{0,10 + 0,05}{2} \right) h = -0,375h \quad (19)$$

$$\Omega(\sigma_3) = \frac{0,40 - 0,20}{2} h = 0,1h \quad (20)$$

Входящие потоки воздуха обеспечивают грани σ_1 и σ_3 , а исходящий поток — грань σ_2 . При этом

$$|\Omega(\sigma_1)| + |\Omega(\sigma_3)| < |\Omega(\sigma_2)| \quad (21)$$

то есть, суммарный входящий объем на призме оказывается меньше суммарного исходящего объема, что противоречит закону сохранения массы.

3 Соленоидальное трехмерное векторное поле на призме

Теорема 1 и пример 2 показывают, что псевдотрехмерное расширение $v^*(x, y, z)$ двумерного векторного поля $v(x, y)$ не удовлетворяет условию соленоидальности, так как объем входящего потока отличается от объема исходящего.

Обозначим σ_0 нижнюю грань призмы P , и σ_4 — ее верхнюю грань. Пусть $\Omega(\sigma_i)$ обозначает объем воздушного потока, проходящего через σ_i за единицу времени. Тогда, в силу закона сохранения массы (см. [2], [3]), для среды с постоянной плотностью должно выполняться:

$$\sum_{i=1}^4 \Omega(\sigma_i) = 0 \quad (22)$$

Понятно, что $\Omega(\sigma_0) = 0$. Поэтому

$$\Omega(\sigma_4) = - \sum_{i=1}^3 \Omega(\sigma_i). \quad (23)$$

Если $\Omega(\sigma_4) \neq 0$, то псевдотрехмерное расширение $v^*(x, y, z)$, введенное нами выше для двумерного поля $v(x, y)$, не отвечает действительности, так как вертикальная координата трехмерного расширения поля $v(x, y)$ должна отличаться от нуля (см. рис. 3). Корректное трехмерное расширение двумерного поля $v(x, y)$ дает следующая теорема.

Теорема 2 Пусть S — единичный симплекс, P — прямая призма высоты h , построенная на симплексе S . Пусть в вершинах $M_1(0,0)$, $M_2(1,0)$, $M_3(0,1)$ симплекса S даны значения двумерного векторного поля $v(x, y)$

$$v(M_i) = \begin{pmatrix} a_i \\ b_i \end{pmatrix}, \quad (24)$$

а само поле $v(x, y)$ получается из этих значений путем линейной интерполяции за счет двукратного применения формулы (3):

$$v(x, y) = \begin{pmatrix} v_1(x, y) \\ v_2(x, y) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (a_2 - a_1)x + (a_3 - a_1)y + a_1 \\ (b_2 - b_1)x + (b_3 - b_1)y + b_1 \end{pmatrix} \quad (25)$$

Тогда найдется единственное трехмерное векторное поле $w(x, y, z)$ вида

$$w(x, y, z) = \begin{pmatrix} v_1(x, y) \\ v_2(x, y) \\ az + \beta \end{pmatrix}, \quad (26)$$

которое является трехмерным расширением поля $v(x, y)$ и удовлетворяет условию соленоидальности (22), причем

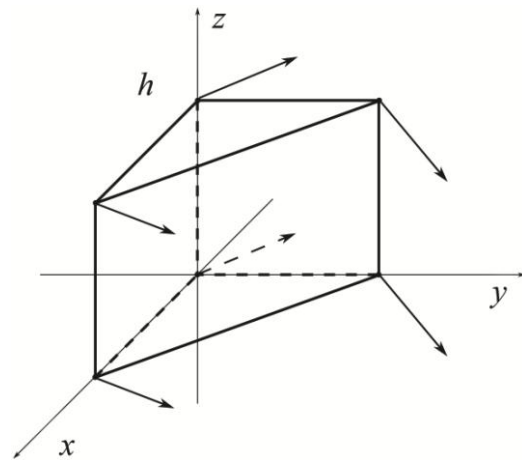
$$\alpha = (a_1 - a_2) + (b_1 - b_3), \quad (27)$$

Доказательство. Во-первых, заметим, что так как на нижней грани призмы вертикальная составляющая векторного поля $w(x, y, z)$ должна равняться нулю, то $\beta=0$. Таким образом, будем искать $w(x, y, z)$ в виде

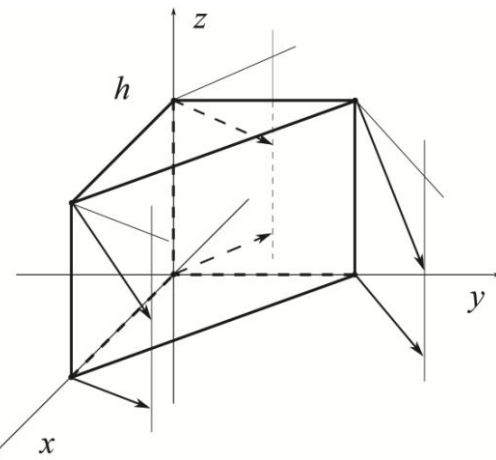
$$w(x, y, z) = \begin{pmatrix} v_1(x, y) \\ v_2(x, y) \\ az \end{pmatrix}, \quad (28)$$

Далее вычислим объем воздушного потока, который пронесит поле $w(x, y, z)$ через верхнюю грань σ_4 призмы P за единицу времени.

$$\Omega(\sigma_4) = \iint_{\sigma_4} v_1(x, y) dydz + v_2(x, y) dx dz + az dx dy. \quad (29)$$



(а) Заданные значения векторного поля $V(x, y)$ в вершинах двумерного единичного симплекса



(б) Интерполяция $v(x, y)$, вычисленная на границах и во внутренних точках симплекса

Рис. 3 – Псевдотрехмерное и трехмерное векторные поля на призме P .

Так как в проекции на xOy грань σ_4 дает симплекс S , а сама грань описывается уравнением $z=h$, то без учета знака имеем:

$$|\Omega(\sigma_4)| = \left| \iint_S ah dx dy \right|, \quad (30)$$

где интеграл в правой части берется в смысле двойного интеграла. Нетрудно посчитать, что тогда

$$|\Omega(\sigma_4)| = \left| \frac{1}{2} \alpha h \right|. \quad (31)$$

Знак в формуле (31) получается следующим образом. Если $\alpha \geq 0$, то вертикальная составляющая потока неотрицательна, и поток является исходящим (то есть дает отрицательный объем). И наоборот, если $\alpha \leq 0$, то вертикальная составляющая потока неположительна, и поток является входящим (и объем его положителен). Поэтому

$$\Omega(\sigma_4) = -\frac{1}{2} \alpha h. \quad (32)$$

С другой стороны, согласно (23), для выполнения условия соленоидальности объем $\Omega(\sigma_4)$ должен равняться сумме объемов, проходящих через боковые грани, взятой с противоположным знаком. Используя результаты теоремы 1, получим:

$$\begin{aligned} \Omega(\sigma_4) &= -\sum_{i=1}^3 \Omega(\sigma_i) = \\ &= -\left(\frac{b_1 + b_2}{2} h - \left(\frac{a_2 + a_3}{2} + \frac{b_3 + b_2}{2} \right) h + \frac{a_1 + a_3}{2} h \right) = \\ &= -\left(\frac{a_1 - a_2}{2} + \frac{b_1 - b_3}{2} \right) h. \end{aligned} \quad (33)$$

Сопоставим (32) и (33):

$$-\frac{1}{2}\alpha h = -\left(\frac{a_1 - a_2}{2} + \frac{b_1 - b_3}{2}\right)h. \quad (34)$$

откуда

$$\alpha = (a_1 - a_2) + (b_1 - b_3) \quad (35)$$

Итак, трехмерное расширение $w(x,y,z)$ двумерного векторного поля $v(x,y)$ найдено. Оно удовлетворяет условиям теоремы и имеет следующий вид:

$$w(x, y, z) = \begin{pmatrix} (a_2 - a_1)x + (a_3 - a_1)y + a_1 \\ (b_2 - b_1)x + (b_3 - b_1)y + b_1 \\ ((a_1 - a_2) + (b_1 - b_3))z \end{pmatrix}, \quad (36)$$

Теорема доказана.

Пример 3 Выше (см. пример 1) мы интерполировали векторное поле на симплексе по его значениям в вершинах и получили (4). Теперь, пользуясь теоремой 2, имеем его трехмерное расширение на призме

$$w(x, y, z) = \begin{pmatrix} 0,40x + 0,60y - 0,20 \\ -0,05x - 0,10y + 0,15 \\ -0,30z \end{pmatrix}, \quad (37)$$

причем, оно соленоидально.

Литература

1. Л. К. Мартинсон, Ю. И. Малов, Дифференциальные уравнения математической физики, Издательство МГТУ имени Н. Э. Баумана, Москва, 2006, 367 с.
2. Е. А. Власова, В. С. Зарубин, Г. Н. Кувыркин, Приближенные методы математической физики, Издательство МГТУ имени Н. Э. Баумана, Москва, 2004, 699 с.

References

1. L. K. Martinson, Ju. I. Malov, Differencial'nye uravnenija matematicheskoy fiziki, Izdatel'stvo MGTU imeni N. Je. Bauman, Moskva, 2006, 367 s.
2. E. A. Vlasova, V. S. Zarubin, G. N. Kuvyrkin, Priblizhennyye metodv matematicheskoy fiziki, Izdatel'stvo MGTU imeni N. Je. Bauman, Moskva, 2004, 699 s.



AGRIS

Международный научно-исследовательский журнал теперь индексируется в Agris.

Статьи, размещаемые в Agris, имеют статус публикаций ВАК.

AGRIS (International System for Agricultural Science and Technology) – это международная библиографическая база данных с более чем 7.5 млн структурированных библиографических данных по сельскому хозяйству и смежным дисциплинам.

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ / CHEMISTRY**DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.062****Дружинин К.В.¹, Стельмах Л.С.²**¹Кандидат химических наук, ФГБУН Институт высокотемпературной электрохимии Уральского отделения Российской академии наук, ФГБОУ Уральский федеральный университетимени первого Президента России Б.Н. Ельцина, ²бакалавр, Уральский Федеральный университет*Работа выполнена при поддержке гранта президиума УрО РАН № 15-20-3-19***КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ФТОРПОЛИМЕРА
С НАПОЛНИТЕЛЕМ Li₂SiF₆****Аннотация***В статье представлены данные о получении плёночных материалов на основе фторполимера и литиевой соли, включая структурообразование и данные по электропроводности полученных образцов.***Ключевые слова:** композиционный полимерный материал, электропроводность.**Druzhinin K.V.¹, Stelmah L.S.²**¹PhD in Chemistry, Institute of High-Temperature Electrochemistry of Ural branch of RAS, Ural Federal University,²bachelor, Ural Federal University**COMPOSITE POLYMER MATERIALS BASED ON FLUORINATED POLYMER AND Li₂SiF₆ FILLER****Abstract***The article considers data of preparation of fluorinated polymer films with lithium salt filler. Data include structure of films and conductivity measurement of samples.***Keywords:** composite polymer material, electrical conductivity.

Разработка новых функциональных материалов для литий-ионных аккумуляторов является актуальной задачей научного электрохимического сообщества. В частности, ведётся поиск и новых литий-проводящих соединений, которые могут служить электролитом. С точки зрения повышения безопасности и устойчивости при нестандартных условиях эксплуатации источников тока, поиск твердофазных электролитов, являющихся одновременно и сепараторами в литий-ионных аккумуляторах, представляет собой достаточно важную задачу. При замене жидкого электролита на полностью твердофазный полимерный электролит, мы получим ряд преимуществ, таких как:

1. Существенное снижение размеров и веса — возможность изготовления батарей размером и толщиной с кредитную карточку, из-за уменьшения расстояния между катодом и анодом. Металлический корпус необязателен, так как материал не вскипает и не протекает;
2. Безопасность при механических воздействиях (на разлом, на прокол);
3. Улучшенная пожаробезопасность — аккумулятор более стоек к перегрузкам, не подвержен утечкам электролита, используется нетоксичный материал, устойчивый к более высоким рабочим температурам.

Твердые полимерные электролиты (ТПЭ) представляют собой растворы солей в полимерной матрице, выступающей в качестве макромолекулярного растворителя. Обязательным условием образования такого раствора является наличие в полимере полярных групп. В этом случае полимер способен растворять в себе соли до высоких концентраций [1].

Основным недостатком использования твердых полимерных электролитов является их термодинамическая неустойчивость. Даже несмотря на достаточно высокие величины проводимости, такие системы, как правило, недолговечны и пока не находят массового применения в циклируемых устройствах. Нередко причиной ухудшения характеристик ТПЭ в ходе циклирования становится выпадение неорганического компонента в осадок. Выпадающая в осадок соль-ионоген также может являться проводником по катионам лития, но, очевидно, что нарушение сплошности ограничивает транспорт катионов через объём электролита.

В случае композиционных твёрдых электролитов известен эффект повышения электропроводности катионного проводника при добавлении к нему нанодисперсного непроводящего порошка [2]. Это явление получило название «композиционный эффект» и, чаще всего, является следствием положительного влияния процессов на границе гранул компонентов композита на облегчение миграции заряженных частиц. Такой эффект был позже обнаружен и для смеси катионных проводников. Это приводит к заключению о возможности использования композиционного эффекта и для случая системы твёрдый полимерный электролит, находящийся в равновесии с неорганической фазой собственной соли-ионогена.

Целью работы является изготовление и исследование структуры полимерного материала с растворённой в нём литиевой неорганической солью при разном содержании соли.

Матрицей полимерного электролита был выбран фторопласт-62 из-за его высокой термической ($T_{пл} = 130-150\text{ }^{\circ}\text{C}$ [3]) и химической устойчивости [4].

Двойные фториды привлекают внимание исследователей благодаря тому, что эти соли отлично зарекомендовали себя в составе жидких электролитов классических литий-ионных аккумуляторов. Наиболее распространенной солью-иононом является фторфосфат лития LiPF₆. Жидкие электролиты на основе этой соли обладают высокой электропроводностью, однако сама соль является термодинамически неустойчивой и требует тщательного подбора органического растворителя для повышения стабильности электролита [5]. В связи с этим активно идёт поиск новых солей-иононов не только для твёрдополимерных, но и для жидких электролитов. В первую очередь рассматриваются ближайшие аналоги LiPF₆, хорошие результаты в жидком электролите показал фторарсенат лития LiAsF₆ [6], в твёрдополимерных и жидких растворителях большие надежды подаёт борфтористый литий LiBF₄. Для

изготовления полимерного электролита был выбран кремнефтористый литий Li_2SiF_6 из-за его более высокой химической и термической устойчивости по сравнению с LiPF_6 , обычным ионогеном в жидких электролитах. Данное исследование проводится в рамках цикла исследований полимерных электролитов с солями-ионогенами – двойными фторидами лития. Предварительно была исследована система Ф-62 – LiPF_6 [7]. Результаты исследований показали, что электропроводность твердополимерных электролитов несколько ниже жидкофазных электролитов с той же солью-ионогеном, однако оставляют надежду на возможность нахождения системы с более высокими характеристиками среди аналогов гексафторфосфата лития.

Методики эксперимента

Композиционные пленки готовили методом полива из совместного раствора полимера и литиевой соли. Методика является стандартной для изготовления полимерных плёнок и описана подробно в [7]. В качестве растворителя брали ацетонитрил $\text{H}_3\text{C-CN}$ марки «осч» сорт 0. Растворитель предварительно подвергали перегонке и очистке от следов воды молекулярными ситами. Чистоту растворителя контролировали с помощью ИК-спектроскопии. Все операции с исходными компонентами и полученными плёнками проводили в сухом аргоновом боксе.



Рис. 1 – Полимерный электролит в виде пленки

Для рентгенофазового анализа образцов использовали дифрактометр Rigaku с вертикальным гониометром, $\text{Cu K}\alpha$ -излучение, интервал $2\theta = 15\text{--}80^\circ$. Неорганические компоненты и их кристаллические параметры определяли по набору характерных рефлексов. Для идентификации соединений использовали «базу порошковых стандартов JCDPS» (версия 2005г.).

Полимерный компонент на дифрактограммах проявлялся в виде аморфного гало в районе $2\theta = 15\text{--}25^\circ$. Рентгенографические параметры кристаллических компонентов вычисляли с помощью программного обеспечения DMAX 2000 для дифрактометра Rigaku.

ИК-спектроскопическое исследование образцов полимерных плёнок проводили со съёмкой сигнала на отражение. Съёмку спектров вели на спектрометре Tensor 27 Bruker с призмой KBr (область частот $400\text{--}4000\text{ см}^{-1}$). ИК-спектры исходные органические компоненты сравнивали с литературными спектрами из базы данных к программному обеспечению прибора (фирма Netzsch). Характерные пики органических компонентов находили в области $600\text{--}4000\text{ см}^{-1}$.

Макроструктуру плёнок (распределение частиц неорганической фазы в объёме полимера) определяли с помощью оптического микроскопа AmScope B100B-MS-P (США), съёмку вели при увеличении 40х. Источник света располагался под предметным столиком, съёмку образцов вели на просвет, таким образом тёмные пятна на фотографиях представляют собой силуэт объекта, состоящего из оптически непрозрачного материала, в нашем случае – частиц неорганической соли. Полимерный материал является оптически прозрачным.

Измерения электропроводности проводили методом импеданс-спектроскопии, измеритель иммитанса E7-25 МНИПИ (г.Минск, Беларусь), диапазон частот $25\text{--}10^6\text{ Гц}$, внешнее напряжение $0,04\text{ В}$.

Измерительная ячейка схематически представлена на рисунке 2. Измерения проводили двухэлектродным способом на индифферентных никелевых электродах.

Исследование электронной составляющей проводимости проводили методом циклической вольтамперометрии с помощью потенциостата-гальваностата P30-I, Elins, Черногловка. Измерения проводили на плёнках разной толщины, что позволило в итоге вычесть поляризационное сопротивление и определить характеристики непосредственно электролита. Измерения проводили в той же измерительной ячейке, что и измерения методом импеданс-спектроскопии, на тех же никелевых электродах, блокирующих перенос ионов лития и обеспечивающих перенос только электронов.

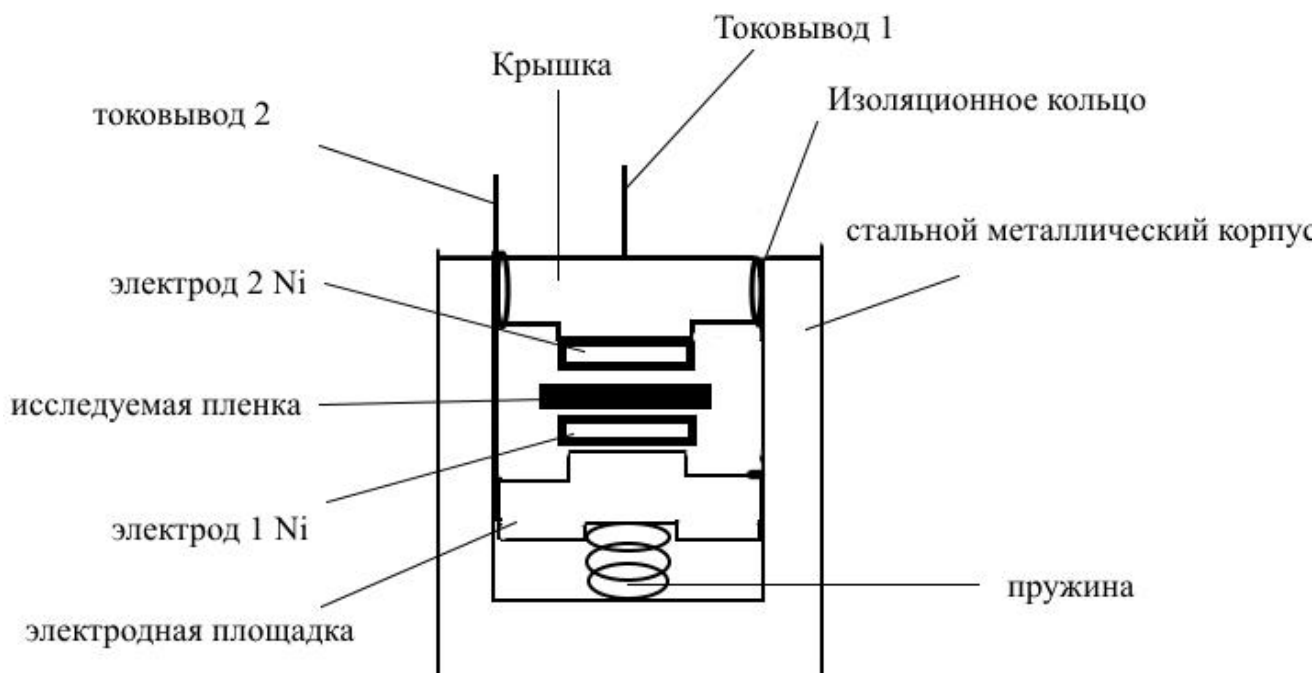


Рис. 2 – Схема измерительной ячейки

Результаты

Составы изготовленных плёнок с указанием толщины образцов сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Перечень составов исследованных плёнок (указано содержание неорганической соли на массу полимерной матрицы) с указанием толщины изготовленных плёнок.

С (моль/кг)	d ₁ , мкм	d ₂ , мкм	d ₃ , мкм
0,05	95	50	35
0,075	97,5	60	
0,1	94,4	65	135
0,2	100	56,8	
0,3	96,6	53,3	
0,5	91,8	60	125
0,75	92,5	62,5	
1	102,5	65	140
1,25	98,8	61,8	
1,5	105	66,8	150

На рис.3 представлен спектр исходного порошка Li_2SiF_6 в сравнении с литературным спектром этого соединения из базы данных JCPDS. На рис.4 представлены спектры изготовленных полимерных плёнок с разными концентрациями введённой соли в сравнении со спектром сходного порошка кремнефтористого лития. На спектрах плёнок отчётливо видны пики исходного неорганического компонента, их интенсивность возрастает с увеличением содержания соли. Помимо этого, на спектрах присутствует гало (15 – 25 °), соответствующее полимерному материалу.

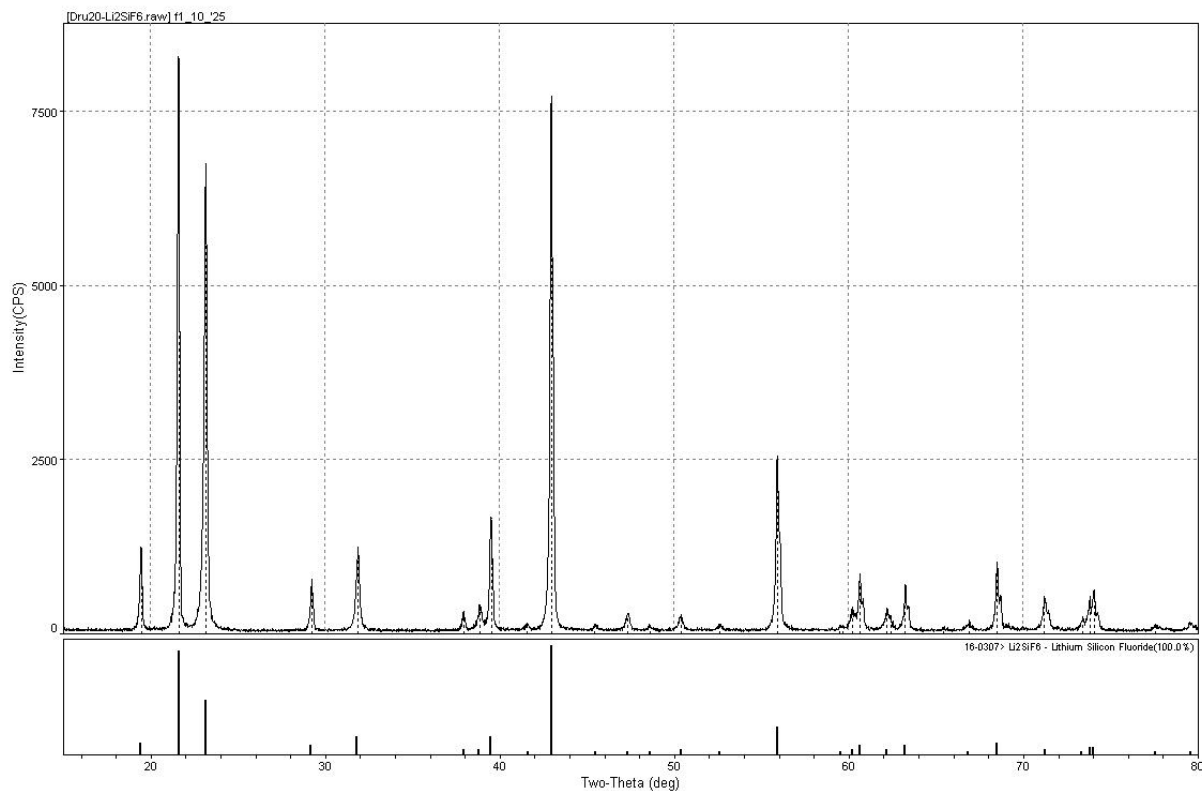


Рис. 3 – Спектр исходного порошка Li_2SiF_6 в сравнении с литературным спектром

Спектры ИК полимерных плёнок с различным содержанием кремнефтористого лития практически неотличимы по положениям пиков от спектра исходного чистого полимера Ф-62. По совокупности данных РФА и ИКС можно сделать вывод об отсутствии какого-либо взаимодействия между компонентами в изготовленных плёнках.

На всех микрофотографиях плёнок, даже при минимальных содержаниях неорганического компонента видны кристаллы непроводящей фазы, см. рисунок 5. С увеличением содержания неорганического компонента, размер его зёрен увеличивается от единиц до сотни микрометров. Верхний предел лимитируется толщиной изготавливаемой плёнки, при этом все кристаллы находятся не на поверхности плёнки, а в её объёме, то есть защищены от контакта с компонентами воздуха.

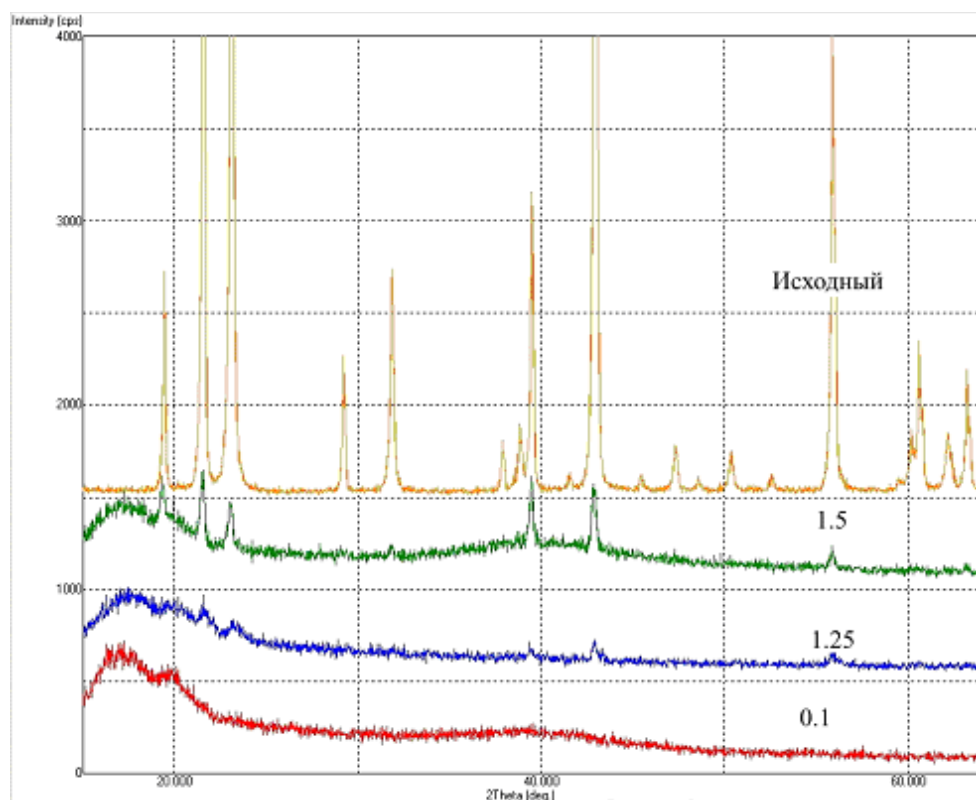


Рис. 4 - Спектры изготовленных полимерных плёнок с разными концентрациями (0,1; 1,25 и 1,5 моль/кг) введённой соли в сравнении со спектром исходного порошка

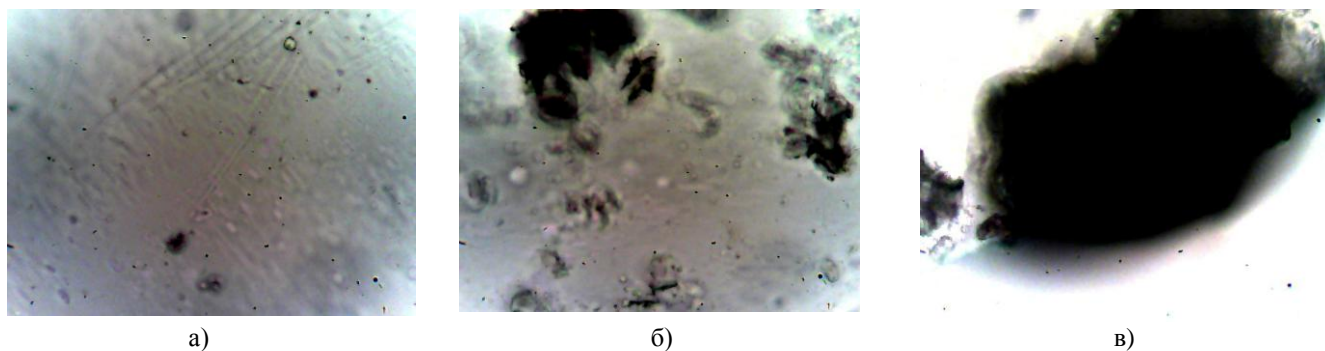


Рис. 5 - Образцы микрофотографий пленок Li_2SiF_6 с содержанием литиевой соли 0,05 моль/кг (а), 0,5 моль/кг (б) и 1,5 моль/кг (в). Увеличение 40х

Полученные годографы импеданса, как правило, имели вид полностью законченной или незаконченной полуокружности, выходящей из начала координат (образец представлен на рис.6). На пересечении годографа с осью координат ($R, 0$) получаем значение, соответствующее сопротивлению ячейки. Во всех случаях эта величина оказалась настолько большой, что сопротивлением электродов и проводов можно пренебречь и считать эту величину сопротивлением электролита.

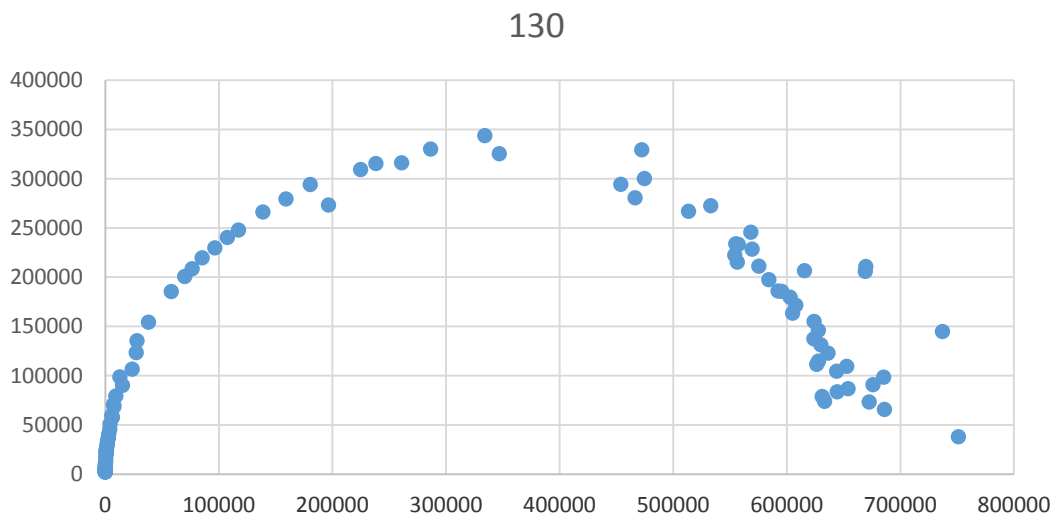


Рис. 6 – Образец годографа импеданса для плёнки с содержанием Li_2SiF_6 0,5 моль/кг при температуре 130 °C.

Поскольку полученные методом импеданс-спектроскопии значения электропроводности очень низки, есть вероятность, что большой вклад в электропроводность вносит перенос электронов. Для проверки этого утверждения были проведены исследования проводимости методом циклической вольтамперометрии. Определённые по вольтамперограммам величины сопротивления ячейки с плёнкой электролита разной толщины при соответствующих температурах соотносили по простому уравнению:

$$\rho = S \cdot (R_2 - R_1) / (l_2 - l_1),$$

Вычисленные таким образом величины удельного сопротивления практически совпадают с определёнными методом импеданс-спектроскопии, из чего следует вывод, что вся электропроводность через материал является электронной. При этом, значения электропроводности совпадают с чистой электронной проводимостью полимерной матрицы (10^{-10} См/см при комнатной температуре). Значения электропроводности практически не зависят от содержания неорганического компонента (см. рис.7). Температурные зависимости электропроводности всех плёнок практически линейны в координатах уравнения Аррениуса (электропроводность возрастает с температурой).

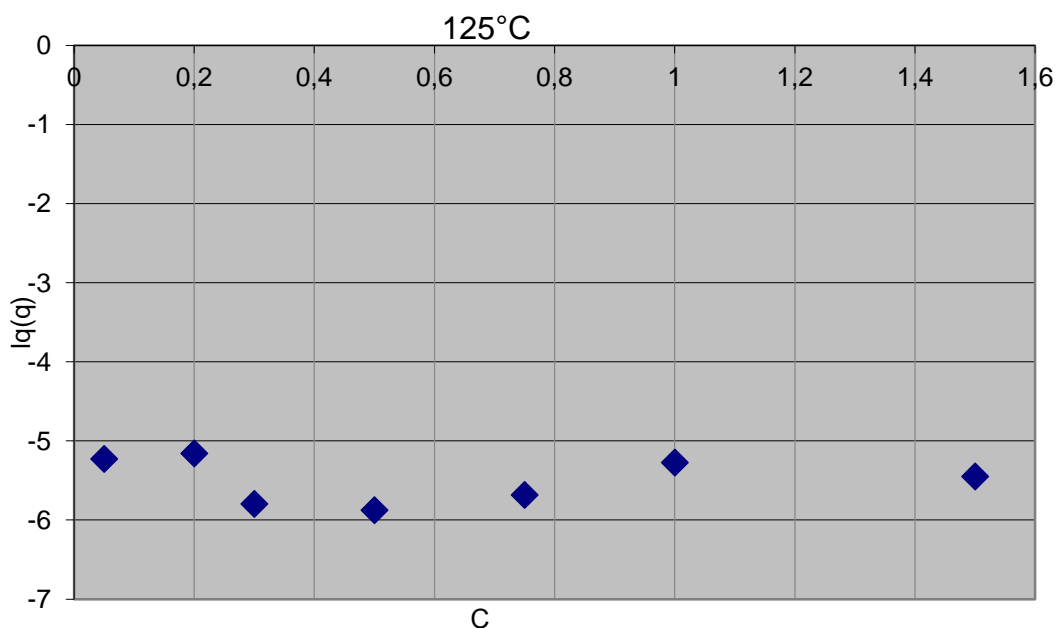


Рис. 7 – Зависимость логарифма электропроводности при температуре 125 °C от содержания литиевой соли.

Причину такого значительного различия в поведении гексафторфосфата и гексафторсиликата лития в полимерной матрице, очевидно, следует искать в энергии связи литий – фтористый анион. Согласно расчётным литературным данным, энергия связи илита с гексафторсиликат-ионом составляет порядка 400 ККал/моль [8], что более чем в два раза больше соответствующей энергии связи для гексафторфосфата лития (около 135 ККал/моль)

Заключение

По совокупности данных рентгенофазового анализа, инфракрасной спектроскопии и оптической микроскопии можно сделать вывод, что между компонентами нет никакого взаимодействия, в том числе и взаимной растворимости. Весь Li_2SiF_6 выпадает в осадок, ионов Li^+ в пленках не образуется.

По графику концентрационной зависимости электропроводности можно судить о том, что электропроводность, в пределах погрешности измерений, не зависит от количества введенной литиевой соли.

Выводы

1. Изготовлены плёнки твердофазных композиционных полимерных материалов системы фторопласт-62 – гексафторсиликат лития Li_2SiF_6 . Комбинацией методов рентгенофазового анализа, инфракрасной спектроскопии и оптической микроскопии исследована растворимость соли в полимерной матрице.

2. Определено, что исследованная соль не растворяется в полимерной матрице, а выпадает в осадок в виде кристаллов, размер которых лимитируется вязкостью полимера.

3. Методами импеданс-спектроскопии и циклической вольтамперометрии исследована электронная и общая электропроводность плёнок. Показано, что электронная проводимость вносит значительный вклад в общую проводимость и практически сравнивается с электронной проводимостью чистой полимерной матрицы.

Литература

1. Dias F.B., Plomp L., Veldhuis J.B.J. Trends in polymer electrolytes for secondary lithium batteries // J.Pow.Sour., 2000, v.88, pp. 169-191.
2. Nagasubramanian G., Attia A.I., Halpert G., Peled. E. Composite solid electrolyte for Li battery application // Electrochemical society meeting, Toronto, Canada, 1992, pp.311-313.
3. Данные производителя ОАО "ФторПолимер" [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ftorpolymer.ru/fluorpolymers.html>
4. Бюллер К.У. Тепло- и термостойкие полимеры. Пер. с нем. – М.: Химия. 1984. 1056 с.
5. Edstrom K., Gustafsson T., Thomas J. The cathode-electrolyte interface in lithium-ion. / in Lithium-ion batteries: Solid-electrolyte interphase ed. by P. Balbuena, Y. Wang, World Scientific, Singapore, 2004.
6. Moumouzias G., Ritzoulis G., Siapkias D., Terzidis D. Comparative study of LiBF_4 , LiAsF_6 , LiPF_6 and LiClO_4 as electrolytes in propylene carbonate-diethyl carbonate solutions for Li/ LiMn_2O_4 cells // J.Pow.Sour., 2003, v.122, №1, pp.57-66.
7. Druzhinin K.V. Composite polymer electrolytes based on lithium salts: solubility and conductivity // Chemical bulletin of KazNU, 2014, №3, pp.3-11.
8. Liivat A., Aabloo A., Thomas J.O. Development of a force field for Li_2SiF_6 . // Journal of comp. chem., 2005, v.26, №7, pp.716-724.

References

1. Dias F.B., Plomp L., Veldhuis J.B.J. Trends in polymer electrolytes for secondary lithium batteries // J.Pow.Sour., 2000, v.88, pp. 169-191.
2. Nagasubramanian G., Attia A.I., Halpert G., Peled. E. Composite solid electrolyte for Li battery application // Electrochemical society meeting, Toronto, Canada, 1992, pp.311-313.
3. Producer data from: <http://www.ftorpolymer.ru/fluorpolymers.html> / ОАО "ФторПолимер".
4. Bueller K.U. Heat- and thermostable polymers M.: Khimiya. 1984. 1056 p.

5. Edstrom K., Gustaffson T., Thomas J. The cathode-electrolyte interface in lithium-ion. / in Lithium-ion batteries: Solid-electrolyte interphase ed. by P. Balbuena, Y. Wang, World Scientific, Singapore, 2004.
6. Moumouzias G., Ritzoulis G., Siapakas D., Terzidis D. Comparative study of LiBF_4 , LiAsF_6 , LiPF_6 and LiClO_4 as electrolytes in propylene carbonate-diethyl carbonate solutions for $\text{Li/LiMn}_2\text{O}_4$ cells // J.Pow.Sour., 2003, v.122, №1, pp.57-66.
7. Druzhinin K.V. Composite polymer electrolytes based on lithium salts: solubility and conductivity // Chemical bulletin of KazNU, 2014, №3, pp.3-11.
8. Liivat A., Aabloo A., Thomas J.O. Development of a force field for Li_2SiF_6 . // Journal of comp. chem., 2005, v.26, №7, pp.716-724.

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.199

Коган В.Е.¹, Згонник П.В.², Шахпаронова Т.С.³, Ковина Д.О.⁴¹Профессор, доктор химических наук, ²кандидат химических наук, ³доцент, кандидат химических наук, ⁴аспирант, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

НЕФТЕСОРБЕНТЫ НА ОСНОВЕ СТЕКОЛ СИСТЕМЫ $\text{K}_2\text{O} - (\text{Mg}, \text{Ca})\text{O} - \text{P}_2\text{O}_5$ И КИНЕТИКА ПОГЛОЩЕНИЯ ИМИ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Аннотация

В статье рассмотрены результаты работ по модификации рецептурно-технологических параметров получения пеностекла в системе $\text{K}_2\text{O} - (\text{Mg}, \text{Ca})\text{O} - \text{P}_2\text{O}_5$, предназначенных для использования в качестве сорбентов нефти и нефтепродуктов. Исследован характер кинетических кривых поглощения.

Ключевые слова: нефтесорбенты, фосфатные пеностекла, рецептурно-технологические параметры, кинетика поглощения нефти и нефтепродуктов.

Kogan V.E.¹, Zgonnik P.V.², Shakhparonova T.S.³, Kovina D.O.⁴¹Professor, PhD in Chemistry²PhD in Chemistry, ³associate professor, PhD in Chemistry, ⁴postgraduate student, National Mineral Resources University (Mining University)

OIL SORBENTS ON THE BASIS OF GLASSES OF SYSTEM $\text{K}_2\text{O} - (\text{Mg}, \text{Ca})\text{O} - \text{P}_2\text{O}_5$ AND KINETICS OF ABSORPTION BY THEM OF OIL AND OIL PRODUCTS

Abstract

In the paper results of operations on modification of the prescription and technological parameters of receiving foam glasses in $\text{K}_2\text{O} - (\text{Mg}, \text{Ca})\text{O} - \text{P}_2\text{O}_5$ system intended for use as sorbents of oil and oil products are considered. Character of kinetic curves of absorption is investigated.

Keywords: oil sorbents, phosphate foam glasses, prescription and technological parameters, the kinetics of oil and oil products absorption.

Роль нефти в современной мировой экономике сложно переоценить. Она является преимущественным сырьем для производства современных синтетических материалов и транспортных топлив, занимает важное место в структуре топливно-энергетических балансов, продукты ее переработки используются в производстве электроэнергии и тепла. Однако на всех стадиях нефтепользования, начиная от разведки и добычи нефти и кончая утилизацией ее отходов, происходит загрязнение окружающей среды за счет разливов нефти, а также выбросов вредных веществ в атмосферу, водную сферу и на сушу. Ни одна стадия нефтепользования не является безотходной, и чем больший объем работ выполняется, тем интенсивнее образуются на этих стадиях нефтегенные потоки, сильнее их отрицательное влияние на окружающую среду. Аварийные ситуации усиливают и концентрируют это влияние. Наиболее тяжелыми по масштабам и последствиям являются аварии при водной транспортировке.

Как отмечается в работе [1], нефтяное загрязнение отличается от других антропогенных воздействий тем, что оно дает не постоянную, а «залповую» нагрузку на среду, вызывая ее быструю ответную реакцию. При оценке последствий такого загрязнения не всегда можно однозначно судить о возможности возврата экосистемы к ее устойчивому состоянию.

Толстые пленки нефти обычно удаляют с поверхности акваторий механическими методами. Однако для удаления тонких пленок они неприемлемы. В этом случае первостепенную роль приобретает сорбционный метод.

Несмотря на большое количество работ, посвященных разработке нефтесорбентов, вопрос ликвидации загрязнений нефтью и нефтепродуктами по сегодняшний день нельзя считать решенным. На наш взгляд причин этому, по крайней мере, две. Первая из них – направленность подавляющего большинства работ на разработку нефтесорбентов для практического использования, а не на выявление физико-химических закономерностей протекания процессов нефтепоглощения на них, что способствовало бы созданию научных основ получения нефтесорбентов с заданным комплексом физико-химических свойств и эксплуатационных параметров. Вторая причина – это неиспользование всего широкого ассортимента материалов для получения нефтесорбентов.

Настоящая публикация является отражением некоторых результатов работ, проводимых на кафедре общей и физической химии Национального минерально-сырьевого университета «Горный» под руководством проф. В.Е. Когана, направленных на преодоление двух сформулированных недостатков.

К наиболее неизученным в рассматриваемом аспекте материалам относятся пеностекла – уникальный, состоящий на 100 % из стеклянных ячеек, материал, созданный в 30-е гг. прошлого столетия в СССР (МХТИ им. Д.И. Менделеева) и в начале 40-х гг. в США (фирма Corning Glass Works). Это звучит несколько парадоксально, так как первоначально предполагалось использовать пеностекла в качестве плавающего материала, а плавучесть является одним из необходимых показателей нефтесорбентов. Пеностекла в качестве нефтесорбентов до наших работ [2 – 5] никем не исследовались.

В работах [2 – 5], в частности, установлен специфический характер кинетики поглощения нефти и нефтепродуктов пеностеклами различных классов, выражающийся в наличии максимумов на кинетических кривых поглощения в начальный период времени, обусловленных особенностями стеклообразного состояния.

Предложенный нами механизм сорбции позднее нашел экспериментальное подтверждение при исследовании полученных нами пеностекол в системе $K_2O - (Mg, Ca)O - P_2O_5$ [2]. В этой работе в качестве исходного стекла было использовано продающееся в розничной сети стеклообразное удобрение AVA, промышленный синтез которого еще в 2001 г. был реализован на Маловишерском стекольном заводе под руководством проф. В.Е. Когана, который впервые в мировой практике осуществил синтез фосфатных стекол в ваннах стекловаренных печей непрерывного действия [6].

Помимо наличия промышленного производства выбор данного стекла был обусловлен и тем, что, как отмечается в работах [6; 7], на его основе был получен новый тип биосорбента, являющегося ассоциацией штаммов – деструкторов углеводов, иммобилизованных на пористом сорбенте, представляющем собой пеностекло, полученное из пылевидной фракции стеклообразного фосфорсодержащего удобрения AVA, включающего калий, магний, кальций, бор, кремний, микроэлементы и создающего оптимальные условия для питания и жизнедеятельности клеток микроорганизмов. В работе [6] отмечались основные недостатки этого биосорбента и был сделан вывод о том, что он не может обеспечить необходимой эффективности для очистки акваторий от загрязнений нефтью и нефтепродуктами при их аварийных разливах. В то же время, для пеностекол в данной системе, удовлетворяющих требованиям, предъявляемым к нефтесорбентам [1], решался вопрос их регенерации. Действительно, после процесса сорбции сорбент с нефтью может быть высыпан на грунт и на него нанесены ассоциации штаммов – деструкторов углеводов. После этого сорбент может быть вновь использован, т.е. достигается кратность его использования (одно из требований, предъявляемых к сорбентам [1]), или применен в качестве удобрения.

В работе [2] нами отмечалось, что позитивные результаты, а именно пеностекла, характеризующиеся практической непотопляемостью, удалось получить только путем дополнительного введения в шихту (помимо основного вспенивателя – гидроортофосфата аммония) специальных разработанных нами рецептур органических соединений. Данный факт приводил к ряду негативных моментов: увеличению себестоимости продукции, ухудшению экологии производства и социальным сложностям, связанным с использованием в рецептуре спиртов.

Настоящая статья отражает результаты, полученные авторами при оптимизации рецептурно-технологических параметров получения нефтесорбентов на основе стекла состава удобрения AVA. Для проведения исследований на ООО «Светлана-Маловишерский стекольный завод» было сварено соответствующее стекло. Для получения из него пеностекла (нефтесорбента) стекло подвергали дроблению до фракции < 100 мкм. Специально разработанные рецептуры органических соединений были заменены на выгорающую добавку – торф низкой степени разложения по ГОСТ Р 51213-98 (производство ЗАО «РОСТОРФИНВЕСТ», Псковская обл.). Позитивные результаты были получены при использовании торфа в количествах 1 – 4 г на 100 г стекла. При использовании торфа в количестве < 1 г на 100 г стекла получаемые пеностекла характеризовались крупными и неравномерно распределенными по объему образца порами, а использование торфа в количестве > 4 г на 100 г стекла приводило к понижению плавучести образцов.

Как и в работе [2], для исследования кинетики поглощения с целью исключения эффекта «корки», образующейся при вспенивании образцов, она механически удалялась, а затем для испытаний получали образцы фракции 3 – 8 мкм. Кривые поглощения как нефти [использована нефть REBCO (Russian Export Blend Crude Oil)] (рис. 1), так и дизельного топлива [использовано дизельное топливо ULSD 10ppm (Ultra Low Sulfur Diesel) с содержанием серы 10 мг/кг] (рис. 2) характеризуются наличием максимумов при времени выдержки в дизельном топливе 5 мин и в нефти – 10 мин. Абсолютные значения поглощения меньше в случае дизельного топлива, что обусловлено его более низкими плотностью и кинематической вязкостью ($837,8 \text{ кг/м}^3$ и $4,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$), чем у нефти ($863,3 \text{ кг/м}^3$ и $25,0 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$) при 20°C . Понижение поглощения, наблюдаемое по мере увеличения количества используемого торфа, обусловлено уменьшением объема пор. Так, например, увеличение содержания торфа от 2 до 4 г на 100 г стекла приводит к повышению плотности образцов на $0,72 \text{ г/см}^3$.

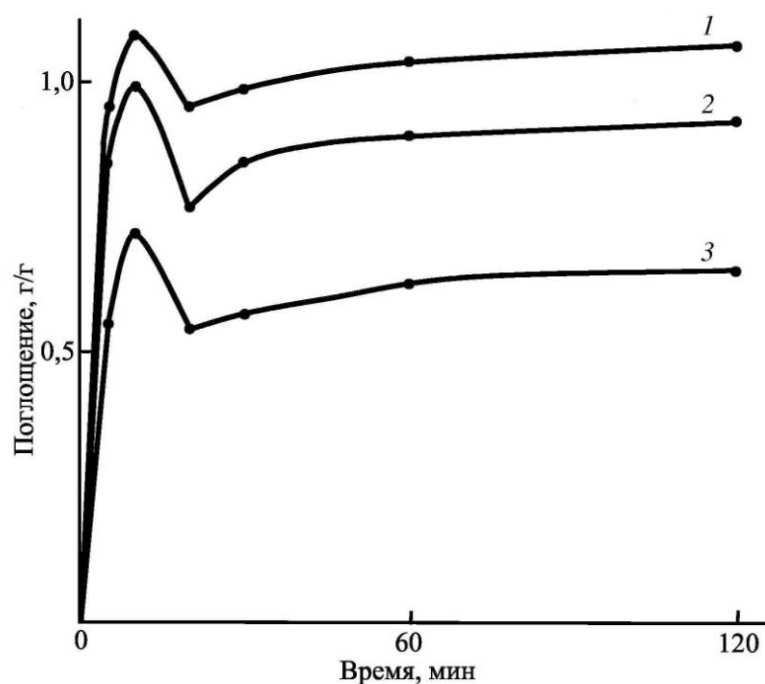


Рис. 1. Кинетика поглощения нефти сорбентами, полученными при использовании торфа:
1 – 1 г на 100 г стекла; 2 – 2 г на 100 г стекла; 3 – 4 г на 100 г стекла

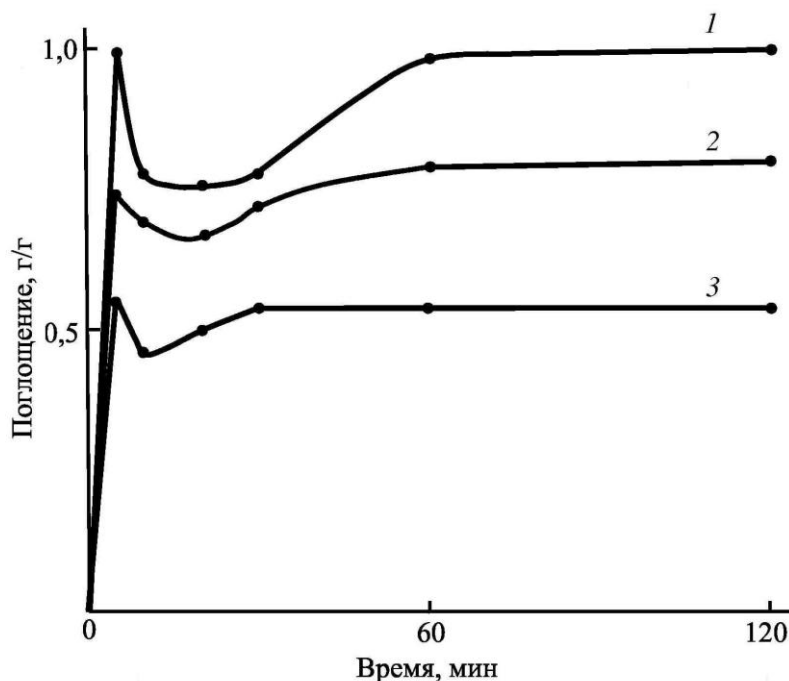


Рис. 2 – Кинетика поглощения дизельного топлива сорбентами, полученными при использовании торфа:
1 – 1 г на 100 г стекла; 2 – 2 г на 100 г стекла; 3 – 4 г на 100 г стекла

Разработанные нами рецептурно-технологические параметры получения нефтесорбентов помимо решения вопроса ликвидации негативных моментов, указанных выше относительно нефтесорбентов, рассмотренных в работе [2], способствовали и повышению нефтепоглощения на 0,28 г/г.

Литература

1. Каменщиков Ф.А. Нефтяные сорбенты / Ф.А. Каменщиков, Е.И. Бого-мольный. – М. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2005. – 278 с.
2. Коган В.Е. Нефтесорбенты из пеностекла и кинетика нефтепоглощения / В.Е. Коган, П.В. Згонник, Д.О. Ковина // Теория и практика современной науки: материалы IX Международной научно-практической конференции, г. Москва, 26 – 27 марта 2013 г. / Науч.-инф. издат. центр «Институт стратегических исследований». – М. Спецкнига, 2013 – С. 36 – 41.
3. Коган В.Е. Использование пеностекла и полимерных материалов в качестве эффективных нефтесорбентов / В.Е. Коган, П.В. Згонник, Д.О. Ковина, В.А. Черняев // Стекло и керамика. – № 12. – 2013. – С. 3 – 7. (Kogan V.E., Foam

glass and polymer materials: effective oil sorbents / V.E. Kogan, P.V. Zgonnik, D.O. Kovina, V.A. Chernyaev // Glass and Ceram. – V. 70, N 11 – 12, 2014. – P. 425 – 428. doi: 10.1007/s10717-014-9594-1).

4. Электровакуумные стекла молибденовой группы – перспективная материаловедческая основа создания нефтесорбентов и новых путей их получения / А.А. Гафиуллина, В.Е. Коган, П.В. Згонник, Т.С. Шахпаронова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – № 2 (33), Ч. 1. – С. 9 – 10.

5. Коган В.Е. Лабораторные исследования возможности изготовления сорбентов нефти и нефтепродуктов на основе малощелочных алюмоборосиликатных стекол / В.Е. Коган, П.В. Згонник, А.А. Гафиуллина // Нефтяное хозяйство. – № 8. – 2015. – С. 125 – 127.

6. Коган В.Е. Поликристаллические и стеклообразные фосфорсодержащие удобрения: Монография / В.Е. Коган, К.Г. Карапетян. – СПб: ЛЕМА, 2015. – 160 с.

7. Карапетян Г.О. Экологически безопасное стеклообразное удобрение «Агровитаква-AVA», восстанавливающее природные ресурсы / Г.О. Карапетян, К.Г. Карапетян, В.Е. Коган // Тр. юбилейной научно-техн. конф. АИН РФ. – СПб.: СПбГТУ, 2001. С. 15 – 18.

8. ГОСТ Р 51213-98. Торф низкой степени разложения. Технические условия. Издание официальное. – М.: Изд-во стандартов, 1999. – 6с.

References

1. Kamenshnikov F.A. Neftjanye sorbenty / F.A. Kamenshnikov, E.I. Bogomol'nyj. – М. – Izhevsk: NIC «Reguljarnaja i haoticheskaja dinamika», 2005. – 278 s.

2. Kogan V.E. Neftesorbenty iz penostekla i kinetika neftepogloshhenija / V.E. Kogan, P.V. Zgonnik, D.O. Kovina // Teorija i praktika sovremennoj nauki: materialy IX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, g. Moskva, 26 – 27 marta 2013 g. / Nauch.-inf. izdat. centr «Institut strategicheskikh issledovanij». – М. Speckniga, 2013 – S. 36 – 41.

3. Kogan V.E. Ispol'zovanie penostekla i polimernyh materialov v kachestve jeffektivnyh neftesorbentov / V.E. Kogan, P.V. Zgonnik, D.O. Kovina, V.A. Chernjaev // Steklo i keramika. – № 12. – 2013. – S. 3 – 7. (Kogan V.E., Foam glass and polymer materials: effective oil sorbents / V.E. Kogan, P.V. Zgonnik, D.O. Kovina, V.A. Chernyaev // Glass and Ceram. – V. 70, N 11 – 12, 2014. – P. 425 – 428. doi: 10.1007/s10717-014-9594-1).

4. Jelektrovakuumnye stekla molibdenovoj gruppy – perspektivnaja materialovedcheskaja osnova sozdanija neftesorbentov i novyh putej ih po-luchenija / A.A. Gafiullina, V.E. Kogan, P.V. Zgonnik, T.S. Shakhparonova // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. – 2015. – № 2 (33), Ch. 1. – S. 9 – 10.

5. Kogan V.E. Laboratornye issledovanija vozmozhnosti izgotovlenija sorbentov nefti i nefteproduktov na osnove maloshhelochnyh aljumboorosi-likatnyh stekol / V.E. Kogan, P.V. Zgonnik, A.A. Gafiullina // Neftjanoe hozjajstvo. – № 8. – 2015. – S. 125 – 127.

6. Kogan V.E. Polikristallicheskie i stekloobraznye fosforsoderzhashhie udobrenija: Monografija / V.E. Kogan, K.G. Karapetjan. – SPb: LEMA, 2015. – 160 s.

7. Karapetjan G.O. Jekologicheskij bezopasnoe stekloobraznoe udobrenie «Agrovitakva-AVA», vosstanavlivajushhee prirodnye resursy / G.O. Karapetjan, K.G. Karapetjan, V.E. Kogan // Tr. jubilejnoj nauchno-tehn. konf. AIN RF. – SPb.: SPbGTU, 2001. S. 15 – 18.

8. GOST R 51213-98. Torf nizkoj stepeni razlozhenija. Tehnicheskie uslovija. Izdanie oficial'noe. – М.: Izd-vo standartov, 1999. – 6s.

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.121

Маматов Э.Д.¹, Абдул Куддус Хомиди², Тагоев А.П.³, Баротов М.А.⁴

¹Кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, ^{2,3}аспирант, ⁴научный сотрудник

Институт химии им. В.И.Никитина, АН Республики Таджикистан

ПЕРЕРАБОТКА АЛЮМИНИЙСОДЕРЖАЩИХ РУД С ПРИМЕНЕНИЕМ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация

Представлены результаты изучения кислотного разложения и хлорирования алюминийсодержащего сырья Таджикистана.

Ключевые слова: кислотное выщелачивание, хлорирование, порода аргиллита, соли алюминия и железа.

Mamatov E.D.¹, Abdul Quddus Homidi², Tagoev A.P.³, Barotov M.A.⁴

¹PhD in Engineering, leading researcher, ^{2,3}postgraduate student, ⁴researcher

V.I.Nikitin Institute of Chemistry, Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan

REFINING ALUMINIUMCONTAINING ORES WITH APPLICATION OF INDUSTRIAL WASTES

Abstract

Results of studying of acid decomposition and chlorination of aluminiumcontaining raw materials of Tajikistan are presented.

Keywords: acid leaching, chlorination, breed argillite, salts of aluminum and iron.

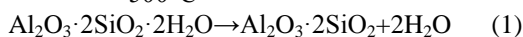
Как известно, некоторые из руд применяются в народном хозяйстве в изначальном природном состоянии, а для некоторых пород необходимо специальное обогащение. Также имеются руды, при разложении которых образуется ряд компонентов, представляющих практический интерес [1-4]. К таким рудам можно отнести аргиллиты месторождения Зидды.

Целью исследования заключается разработка кислотной и хлорной технологии переработки аргиллита с применением хлор-газа и отходов производства, для получения солей алюминия и железа.

Обсуждение результатов

Согласно результатам проведенных опытов можно предположить следующие химические превращения аргиллитов при обжиге в интервале температур 400-900°C:

500°C



900°C



При температуре выше 500°C происходит полное удаление воды (обезвоживание), при этом извлечение оксидов железа и алюминия возрастает.

Физико-химические исследования аргиллитов месторождения Зидды показывают, что в состав этих пород входят минералы: кварц, каолинит, иллит и гетит, а их химический состав состоит из следующих оксидов (мас.%): Al_2O_3 – 19,75; Fe_2O_3 – 4,99; SiO_2 – 60; Na_2O – 0,1; K_2O – 1,2; CaO – 1,0; MgO – 1,0; п.п.п. – 10.

Процесс термолиза исходного и обожженного сырья – аргиллитов, изучали в интервале температур 100-1000°C на дериватографе марки «Q-1000» системы Паулик-Паулик-Эрдей при скорости подъема температуры 10°C/мин (рис. 1.).

Установлено, что разложение аргиллита начинается при температуре 150°C со значительной потерей веса (кривая TG) до температуры 600°C. В интервале температур 350-600°C наблюдается глубокий эндотермический эффект с максимумом при 500°C (кривая ДТА, TG), который указывает на разложение и перестройку структуры каолинита и гетита. Минералы кварц и иллит в этом интервале температур изменений не претерпевают, о чем свидетельствуют данные рентгенограмм. В интервале температур 900-1000°C наблюдается неглубокий экзотермический эффект с максимумом при 900-950°C, который свидетельствует о возможном взаимодействии метакаолинита, иллита и других неразложившихся минералов породы образованием – муллита.

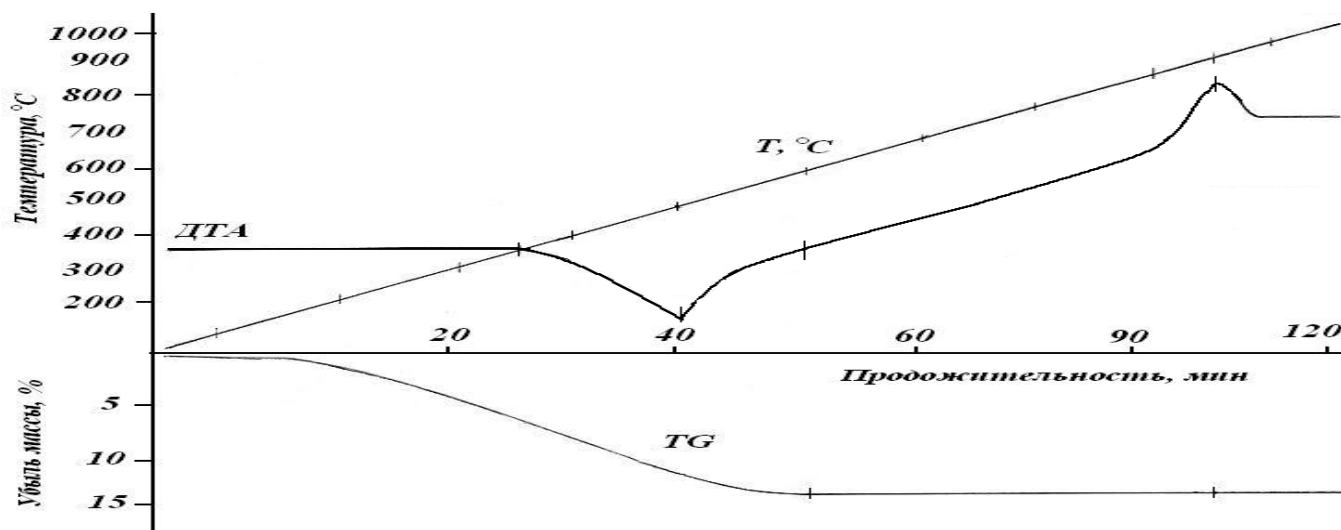


Рис. 1 – ДТА исходного аргиллита

Содержание оксидов Al, Fe и Si в исходном сырье определяли как весовым, так и комплексонометрическим методами. Содержание щелочных металлов Na, K, Ca, Mg определяли спектральным методом и методом пламенной фотометрии на установке ПФМ-2.

Результаты рентгенофазового анализа (РФА) исходного аргиллита, а также результаты рентгенофазового анализа (РФА) прокаленного при температуре 600°C аргиллита месторождения Зидды и остатка после кислотного разложения (40-50%-ной H_2SO_4 при 95°C с продолжительностью процесса 1 час), приведены на рис.2 (а и б). Установлено, что в состав аргиллитовых пород входят минералы: кварц, каолинит, иллит, гетит, наличие которых подтверждено рентгенофазовым анализом. После прокаливания аргиллита при температуре 600°C и обработки 40%-ной H_2SO_4 на рентгенограмме остатка (рис.2б) отмечаются линии минералов кварца и иллита, при этом каолинит и гетит переходят в раствор. Очевидно, при прокаливании происходит термодеструкция этих минералов и перестройка кристаллической структуры α -модификаций в растворимую форму, т.е. каолинит превращается в более легковоскисляемую форму – метакаолинит.

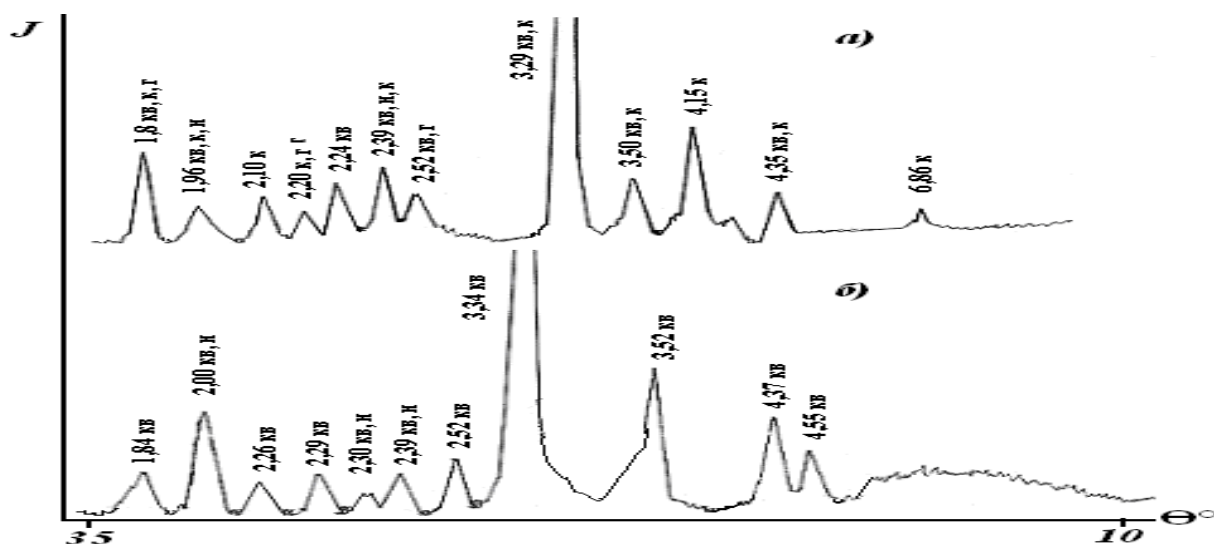


Рис. 2 – Рентгенограмма исходного аргиллита (а) и осадка (остатка) после прокаливания при температуре 600°C (б). кв – кварц; к – каолинит; и – иллит; г – гетит

В условиях Таджикистана, имеющей большие запасы аргиллитов, которые являются доступным сырьем, применение кислотной и хлорной технологии переработки, может привести к значительному экономическому эффекту. Так как, все продукты переработки сырья находят практическое применение в химической, стекольной и фарфоровой промышленности.

Наличие большого количества выбрасываемых отходов серной кислоты (используемых для сушки газообразного хлора при электролизе поваренной соли) и газообразный хлор на АОТ «Таджикхимпром» дает реальную возможность налаживания технологии переработки алюмосодержащего сырья – аргиллитов кислотным и хлорными способами.

Экспериментальная часть

Изучение операций выщелачивания проводили в термостатированном реакторе – сосуде с рубашкой емкостью 0.20 л, снабженном мешалкой и обратным холодильником. После достижения необходимой температуры исходный материал загружали в реактор и добавляли к нему серную кислоту в определенном соотношении. По окончании процесса кислотного разложения пульпу фильтровали и определяли химический состав твердой (остатка) и жидкой (аликвотной) фаз.

Хлорирование проводили на установке, состоящей из: кварцевого реактора; конденсатора со сборником хлоридов; поглотителя с раствором щелочи и иодида калия для улавливания остаточного хлора и системы контрольно-измерительных приборов (милливольтметр с термопарой и газорасходомер). Хлор подавался из баллона, средний расход которого составлял 10-20 мл/мин.

Для изучения технологии переработки аргиллитов использовали серную кислоту, которая является отходом производства. Проба аргиллита измельчалась в лабораторной шаровой мельнице до размера частиц «-0,1мм» (рис.3). Измельченная проба подвергалась обжигу при температуре 600°C в течение 60 мин. Обоженную пробу аргиллита выщелачивали с 40%-ной серной кислотой в течение 60 мин, при температуре 90-100°C. После чего фильтровали пульпу, промывали полученный нерастворимый осадок водой и проводили анализ по общепринятой методике.

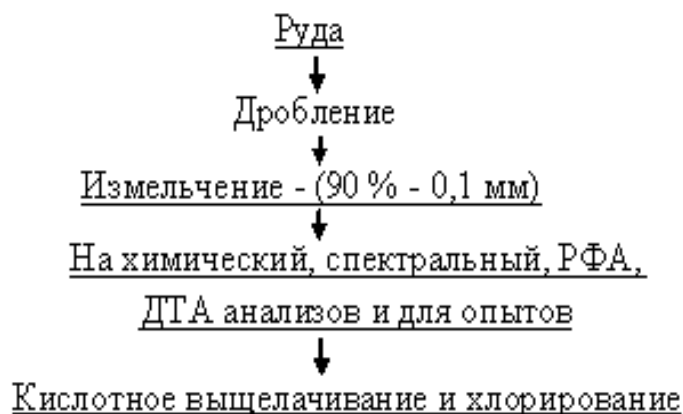


Рис .3 –Схема подготовки аргиллита к кислотному выщелачиванию и хлорированию.

На рис.4. приведена зависимость степени извлечения оксидов Al_2O_3 и Fe_2O_3 из состава обожженной породы: от температуры (рис.4.а); от продолжительности процесса (рис.4.б); от концентрации серной кислоты (рис.4.в).

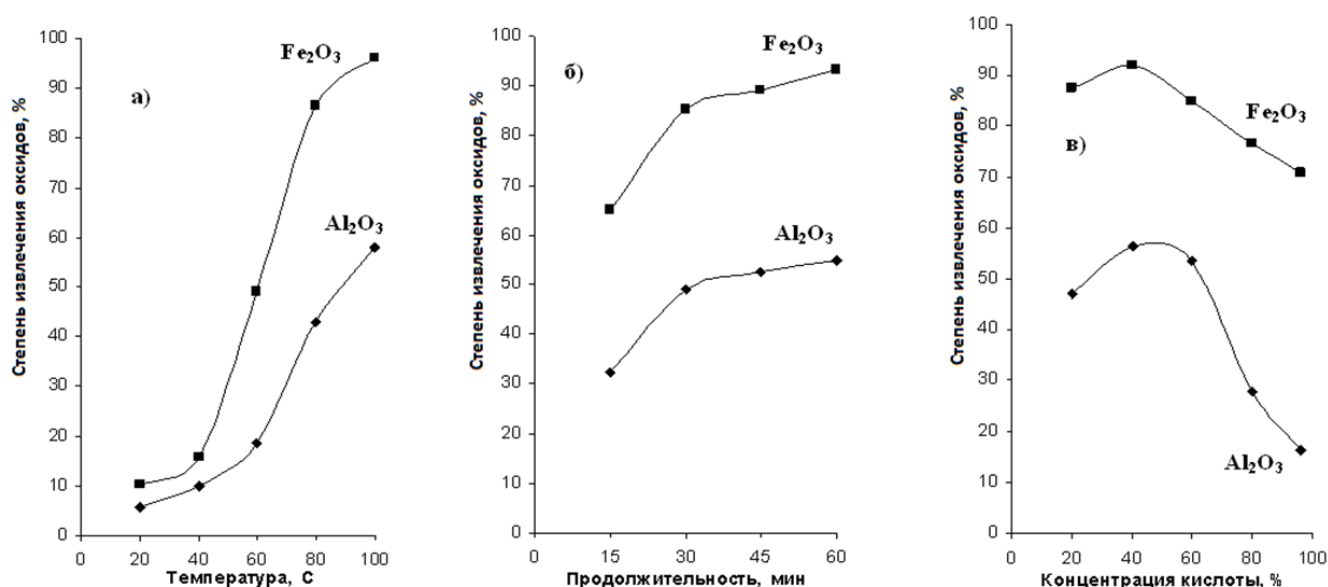


Рис. 4 – Зависимость степени извлечения Al_2O_3 и Fe_2O_3 от: температуры (а), продолжительности процесса (б) и концентрации кислоты (в) при сернокислотном разложении алюмосиликатного сырья

Результаты материального баланса опытов, проведенных в оптимальном режиме, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Материальный баланс сернокислотного разложения аргиллита (на 1 кг породы аргиллита)

Приход	В граммах	%	Расход	В граммах	%
Al_2O_3	197.5	16.84	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	118.5	4.41
Fe_2O_3	49.9	4.66	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	45.8	1.70
K_2O	12.0	1.57	K_2SO_4	10.8	0.41
Na_2O	10.0	0.053	Na_2SO_4	9.0	0.34
MgO	10.0	0.53	MgSO_4	8.6	0.32
CaO	10.0	0.53	CaSO_4	8.9	0.33
SiO_2	600.0	22.84	SiO_2 , в том числе непрореагировавшие элементы	687.8	25.57
Кристаллизационная вода	100	5.60	H_2O	1670.4	62.11
H_2SO_4	1800.0	46.7	H_2SO_4 избыток	129.6	4.83
Итого:	2689.4	100	Итого:	2689.4	100

Хлорный способ является наиболее универсальным и выгодным для технологической переработки разнообразных руд и для аргиллита в том числе.

Аргиллит, после измельчения подвергался ситовому анализу, где был разделен в соответствующие фракции: 0,5; 0,2; 0,16; 0,1 и менее. Далее его перемешивали с восстановителем и хлорировали.

Количество подаваемого хлора изменялось от 2 до 20 мл/мин, результаты хлорирования приведены на рис. 5. Как показывают результаты опытов, максимальное хлорирование оксидов наблюдается при расходе хлора 14-15 мл/мин, где степень извлечения оксидов достигает: Al_2O_3 – 72,6% и Fe_2O_3 – 96,5% соответственно. Дальнейшее увеличение расхода хлора не привело к существенному изменению степени разложения оксидов алюминия и железа. Отходящие газы после реакции хлорирования улавливали двухступенчатым поглощением сначала 10%-ным раствором щелочи, затем 12-15%-ным раствором иодида калия. Количество хлора в поглотителях определяли объемным йодометрическим методом. При дальнейшем увеличении расхода хлора степень извлечения оксидов Al_2O_3 и Fe_2O_3 практически не изменялась, а наоборот, затруднялся процесс улавливания отходящего не реагировавшего хлора.

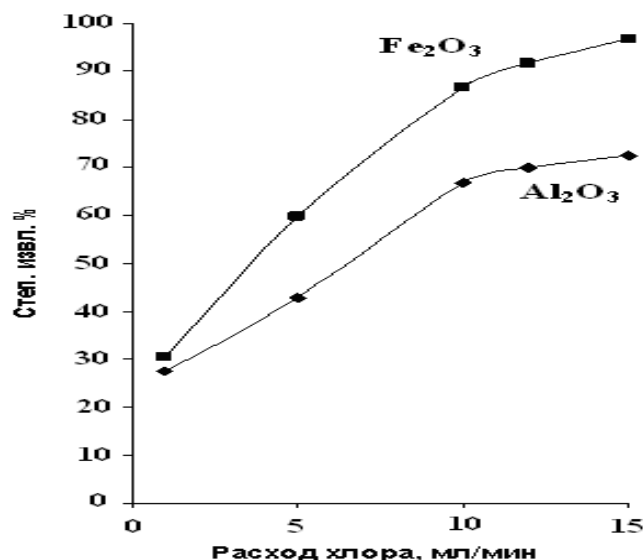


Рис. 5 – Зависимость степени извлечения оксида алюминия и железа от расхода хлора из аргиллита

На основе проведенных исследований разработана принципиальная технологическая схема комплексной переработки аргиллитов кислотной и хлорными способами.

Способ кислотной обработки включает в себя следующие основные стадии:

- измельчение сырья;
- отсеивание частиц размером 0,5-0,1 мм;
- дегидратирующий обжиг при температуре 500-600⁰С в течение 60 мин;
- подача измельченного сырья и серной кислоты в реактор;
- кислотное разложение сырья при температуре 85-95⁰С в течение 60 мин;
- разделение пульпы отстаиванием и фильтрованием.

При кислотном разложении аргиллитов извлекаются в раствор сульфаты алюминия, железа и калия.

В осадок выпадают нерастворимые сульфаты магния, кальция, SiO₂, иллит, соли тяжелых металлов.

Раствор, представляющий собой в основном смесь солей алюминия и железа, испытан в качестве смешанного коагулянта для очистки промышленных и сточных вод от взвешенных примесей.

Проведенные исследования показали, что по своему коагулирующему действию полученные сернокислые растворы алюминия и железа не уступают широко используемому в качестве коагулянта сернокислому алюминию.

Твердый осадок, состоящий в основном из нерастворимых сульфатов кальция, магния, SiO₂, иллита, солей тяжелых металлов может быть использован для производства стройматериалов.

Из раствора, содержащего сульфаты алюминия и железа и незначительное количество сульфатов натрия и калия, при переработке гидроксидом натрия выпадают в осадок гидроксиды алюминия и железа, в растворе остаются сульфаты и гидроксиды натрия и калия. После отделения твердого осадка гидроксидов алюминия и железа от солей натрия и калия фильтрованием и при изменении pH раствора в осадок выпадает нерастворимый Fe(OH)₃, а в раствор переходит NaAl(OH)₄, который после карбонизации и нагревания разлагается на Al₂O₃ и H₂O. Полученный глинозем может быть использован как сырье для получения металлического алюминия.

Литература

1. Мирсаидов У.М. Сафиев Х.С. Комплексная переработка низкокачественного алюминийсодержащего сырья. Душанбе, 1998., Изд. «Дониш» 238 с.
2. Сафиев Х., Мирзоев Б., Мирсаидов У.М. Промышленные отходы – эффективные реагенты при комплексной переработке местного сырья Таджикистана // Первая Международная научно-техн. конф. «Технические системы и социально-правовые принципы экологической безопасности»: Сборник докл. – Ленинград, 1991. –С.125-128.
3. Саттарова М.А., Таджибаев Г., Сафиев Х., Мирзоев Б. Физико-химическое исследование продуктов солянокислотного разложения нефелиновых сиенитов Турпи // Комплексное использование минерального сырья, 1992. №4. –С.51-55.
4. Назаров Ш.Б., Запольский А.К., Сафиев Х., Мирсаидов У.М. Использование промышленных отходов при переработке алюминиевого сырья // Комплексное использование минерального сырья, 1992. №5. –С.72-75.

References

1. Mirsaidov UM Safiyev Kh.S. Complex processing of low-grade aluminum materials. Dushanbe, 1998., Ed. "Donish" 238.
2. Safiyev H., B. Mirzoev, Mirsaidov UM Industrial waste - effective reagents for complex processing of local raw materials Tajikistan // First International Scientific -Technical. conf. " Technical systems and socio- legal principles of environmental safety": Collection of Reports. – S.Petersburg, 1991. - P.125 -128
3. Sattarova MA Tadzhibaev G., H. Safiyev Mirzoev B. Physico- chemical study of the decomposition products solyanokislotnogo nepheline syenite Turpi // Integrated use of mineral resources, 1992. №4. - P.51 -55
4. Nazarov S.B, Zapolskii A.K., Safiyev H., UM Mirsaidov The use of industrial waste in the processing of aluminum raw materials // Integrated of mineral resources, 1992. №5. - P.72 -75

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.103

Никитин Ю.Н.

Доктор техн. наук, Сибирский казачий институт технологий и управления (филиал)
ФГБОУ ВО «МГУТУ имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)», г. Омск
ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ ЭЛАСТОМЕРНЫХ СЕТОК

Аннотация

Предложены механизмы деформационных изменений структуры ненаполненных и наполненных сеток НК.

Ключевые слова: техуглерод, резина, структура сеток.

Nikitin Yu.N.

PhD in Engineering, Siberian Cossack Institute of Technology and Management (Branch) of Federal State Budgetary
Educational Institution of Higher Education «Moscow State University of Technologies and Management
named after K.G. Razumovskiy (First Cossack University)», Omsk

DEFORMATION CHANGES OF STRUCTURE OF ELASTOMERIC NETS

Abstract

The mechanisms of deformation changes of structure of ungap-filling and gap-filling elastomeric nets of HK are offered.

Keywords: rubber, carbon black, structure of nets.

Прочность при растяжении резины – важный показатель её свойств, который формируется в процессе деформационных изменений структуры её сетки и выражает степень достигнутой ориентации активных цепей на момент разрушения. Изучают эластомерные сетки физики-теоретики и экспериментаторы с целью создания надёжной теории для прогнозирования качества резиновых изделий. Физический смысл появления напряжений при деформировании сеток и молекулярный механизм их эластичности раскрыты методами статистической термодинамики [1]. Появление деформирующей силы в образце вызвано изменением свободной энергии, в которой доля внутренней энергии велика только при малых удлинениях, а напряжения растут в основном из-за увеличения энтропии в результате развёртывания макромолекулярных клубков. В 1930 году В. Кун на простой модели гибкой цепной макромолекулы - клубка из свободно сочленённых жёстких сегментов с помощью статистической теории эластической деформации рассчитал её свойства. Статистическая теория даёт математическое описание экспериментальной кривой только до 50% удлинения и не учитывает влияние деформации сеток на свободную энергию, но значение её велико и состоит в выявлении причины их упругости. Стремлением макромолекул сжиматься до минимума энтропии в положении статистического клубка отличаются эластомеры от газа, молекулы которого стремятся к расширению. Разработкой молекулярно-кинетической теории эластичности и теории «газовой» упругости Е. Гут, Х. Джеймс и позднее П. Флори положили начало бурному развитию исследований сетчатых эластомеров.

В первых классических моделях сеток подходили к рассмотрению теорий эластичности с позиций статистической механики без учёта химического строения макромолекул. В афинной модели В. Куна узлы сетки перемещаются подобно макроскопической деформации всего образца, а приращение свободной энергии деформации $\Delta_{\text{эл.аф}} = 1/2 n_c kT (\lambda_x^2 + \lambda_y^2 + \lambda_z^2 - 3)$, где λ_x , λ_y и λ_z - деформации в трёх измерениях, k - константа Больцмана [1]. В фантомной модели Х. Джеймса и Е. Гута введён фронт-фактор, равный $n_c/2$, который учитывал уменьшение деформации сетки флуктуациями узлов. Позднее в моделях сеток с гауссовым распределением длины цепей между узлами подходы к рассмотрению теорий эластичности учитывали химическое строение и конфигурацию цепей, но предложены и более сложные негауссовы модели. В 60-х годах П. Флори в фантомной модели сеток предложил учитывать ограничения подвижности узлов зацеплениями, которые учтены в диффузионно-ограничительной теории.

Для прогнозирования долговечности современных шин разработаны молекулярные механизмы и микромеханические модели улучшения сопротивления качению, образованию и разрастанию трещин и других показателей их качества [2]. Подход основан на применении метода конечных элементов, математического и компьютерного моделирования. В математических описаниях усиления резин применяют компьютерное моделирование, методы структурной микромеханики и статистической физики [3-7], но расхождения моделей с реальной структурой сеток мешают созданию надёжной теории для прогнозирования качества изделий [8, с.35;9]. Главным параметром структуры идеальных сеток является равновесный модуль E_∞ , который выражается отношением равновесного напряжения σ_∞ к деформации E и для простого растяжения рассчитывается по зависимости напряжения на исходное сечение образцов f_p от кратности деформации λ : $E_\infty = \sigma_\infty/E = f_p/(\lambda - 1/\lambda^2) = \rho_k RT/M_c$, где M_c – средняя молекулярная масса цепей между узлами, ρ_k – плотность каучука, R – универсальная газовая постоянная и T – абсолютная температура [10]. Далее можно рассчитать $M_c = \rho_k RT/E_\infty$ и другие параметры сетки: концентрацию активных цепей $N_c = A \rho_k/M_c$ и концентрацию узлов $n_c = A \rho_k/2M_c$, где A – число Авогадро.

В 1944 году академик Александров по результатам экспериментальных исследований ненаполненных серных вулканизатов НК объяснил упругие свойства их скольжением цепей по поверхности образующихся кристаллитов. В 60-х годах проф. Б.А. Догадкин установил, что прочность таких резин изменяется от концентрации узлов по кривой с максимумом при $(2-6) \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$, а усиление их канальным техуглеродом связал также со скольжением цепей по цепочкам наполнителя [11]. Алкилфенолформальдегидные смолы (АФФС) – продукты щелочной конденсации одного моля алкилфенола с двумя молями формалина разрушаются двуххлористым оловом до комплексного соединения, которое сшивает НК углерод-углеродными узлами [12]. Однако первые смоляные резины не кристаллизовались и имели низкую прочность [13,14].

АФФС являются полярными олигомерами диметилалкилфенола (ДМФ), которые не способны к диффузии, химически более активны и менее технологичны в применении по сравнению с серой [15-19]. Нагревом валков до 90°C при изготовлении смесей и охлаждением форм для их вулканизации достигнута высокая прочность смоляных резин с двуххлористым оловом, и её не снижают даже локальные концентрирования узлов сетки. Вальцевание смесей

или замена АФФС на ДМФ повышают температуростойкость кристаллитов и соответственно прочность резин при 100°C, а добавка оксида цинка сохраняет до 30% ионных эфирных узлов, упрочняющих резину до уровня серных (табл.1). Повышение скорости термомеханической релаксации напряжения резин эфирными узлами и разрушаемость этих узлов при набухании с добавкой ледяной уксусной кислоты не согласуются с данными физиков о более высокой их прочности (до 1050 кДж/моль) по сравнению с ковалентными (до 710 кДж/моль) [1]. Очевидно, снижают энергию эфирных узлов полярные продукты взаимодействия слабого основания (оксид цинка) с сильной кислотой Льюиса (двухлористое олово).

Таблица 1 – Структурные параметры и прочностные свойства смоляных вулканизатов НК

Показатели		Вулканизирующая группа, (масс.ч.)	
		АФФС (3), SnCl ₂ ·2H ₂ O (2)	АФФС (5), SnCl ₂ ·2H ₂ O (2), ZnO (2)
Объем отрезка цепи между узлами, моль/см ³	с уксусн. к-той	8629	11335
	без кислоты	8623	8083
Концентрация активн. цепей N·10 ¹⁹ см ⁻³		6,99	7,46
Доля эфирных узлов, %		0,14	28,80
Константа скорости термомеханической релаксации напряжения при 130°C, мин ⁻¹		0,46·10 ⁻³	5,58·10 ⁻³
Прочность при 20°C, МПа	максимальная	26,2	31,9
	средняя	22,4	27,5
Прочность при 100°C, МПа	АФФС вводили 2 мин	1,7	-
	АФФС вводили 5 мин	16,7	-
	замена АФФС на ДМФ	18,2	-

Каучук СКМВП-15АРК при смешении на вальцах с флороглюцином и формалином образует термоэластопласт прочностью до 6 МПа, из которого введением пероксида дикумила или серы с ускорителем получены резины прочностью 15 и 24 МПа соответственно [20]. Очевидно, гидроксильные группы у первого, третьего и пятого углерода трёхатомного фенола и пиридиновые группы каучука поляризующим воздействием активируют присоединение формальдегида ко второму, четвёртому и шестому углероду и ослабляют эфирные связи до уровня физических узлов. Таким образом, способность ионных узлов быть не только слабее ковалентных, но и лабильными физическими узлами доказана результатами исследований свойств реальных сеток. Упрочняют некристаллизующиеся сетки и более сложные ионные узлы - соли карбоксилсодержащих и винилпиридиновых каучуков [21]. Серные ковалентные узлы, включая и наиболее прочные моносulfидные, слабее углерод-углеродных связей в активных цепях и разрываются при растяжении первыми, уменьшая их перенапряжения, что и повышает прочность резин. Растяжение сеток с углерод-углеродными узлами и широким распределением активных цепей по длине приводит к разрывам коротких цепей и преждевременному разрушению образцов.

Идеальными (ньютоновскими) жидкостями называют монодисперсные по длине макромолекул фракции технических каучуков, характеризующиеся постоянной вязкостью [1]. При критических скоростях сдвига релаксационный переход фракций в высокоэластическое состояние останавливает их течение, а такой же переход высокомолекулярной части каучуков в эластичный наполнитель для оставшейся менее вязкой их части ускоряет течение с аномальным снижением вязкости [8,с.75]. Высокоэластическое состояние сеток НК отличается от вязкотекучего состояния НК способностью с кратности растяжения 3 упрочняться физическими узлами - кристаллитами вытянутых цепей (КВЦ) [22,с.188]. Количество возникающих КВЦ и величина деформации начала упрочнения сеток определяются концентрацией химических узлов, а далее ориентационное упорядочивание активных цепей в переходных слоях аморфной части каучука приводит к увеличению их размеров и прочности [23,24]. Поэтому в сетках НК после аномального снижения модуля, подобного аномалии вязкости неньютоновских жидкостей, имеет место и аномальное повышение его физическими узлами - КВЦ.

При механической пластикации НК слабые силы межмолекулярного взаимодействия рвут цепи по углерод-углеродным связям, концентрируясь по их длине [1]. При растяжении сеток НК на стадии образования КВЦ каждый закристаллизованный участок делит свою активную цепь на два активных участка и уменьшает перенапряжения в них путём скольжения к наиболее напряжённому участку за счёт укорачивания второго участка [24]. Напряжения на другие цепи передаются через разрывы серных и других более слабых узлов сетки. На стадии роста КВЦ в результате концентрирования слабых сил по длине закристаллизованных участков прочность их удерживания может превысить энергию углерод-углеродных связей в активных цепях. С этого момента КВЦ становятся прочными узлами сетки, удваивая количество цепей и укорачивая в два-три раза их длину, что приводит к снижению их функциональности при перенапряжениях в результате разрыва коротких цепей.

Адсорбционное связывание и скольжение сегментов проходных цепей с преодолением сил Ван-дер-Ваальса и релаксационные переходы их в состояние механического стеклования под действием сдвиговых напряжений лежат в основе механизма диспергирования техуглерода [25]. Следствием концентрирования адсорбционных сил в углерод-каучуковых частицах являются механохимические процессы разрыва перенапряжённых цепей и сшивания, упрочняющие частицы эластомерными переходными слоями до физических узлов сетки. Концентрированием полярных фрагментов и компонентов эластомерной матрицы техуглерод локализует в физических узлах процессы сшивания, превращающие их в полифункциональные узлы химической сетки резины. В 1986 году академик Ю.С.

Липатов призвал экспериментаторов и теоретиков объединить усилия в исследовании резин с техуглеродом и изменить подходы к их решению [8,с.35]. Новый подход в исследовании сеток - по аномальным изменениям модуля в процессе их упрочнения при деформировании образцов простым растяжением позволил выявить важные различия в механизмах изменения структуры ненаполненных сеток и с техуглеродом [26,27].

При растяжении ненаполненных резин условно-равновесный модуль растёт с кратности 6 пропорционально количеству кристаллической фазы за счёт образования новых КВЦ из пучков ориентированных цепей и укрупнения их в более сложные структуры (рис.1а). Степень кристалличности образцов со слабыми и прочными узлами достигает 62% и 70% [18], что сопоставимо с надмолекулярной структурой кристаллических термопластов [1]. При этом химическая сетка в значительной степени сохраняется в разрушенном образце, самопроизвольно сокращая его части. Механизм упрочнения резин включает формирование физической сетки с узлами - КВЦ и ориентационное разрастание узлов в кристаллическую структуру, поглощающую химическую сетку, в которой прочные химические узлы ускоряют рост, но повышают дефектность этой структуры.

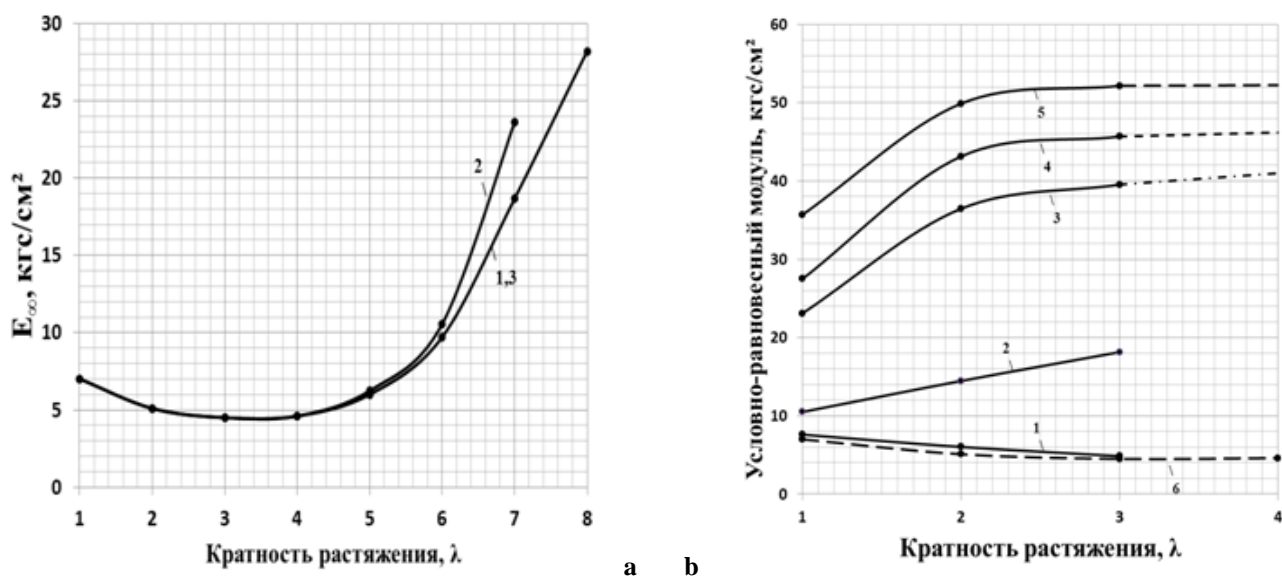


Рис. 1 – Зависимость модуля от кратности растяжения сеток НК:

- а** - ненаполненных с полисульфидными узлами (1), с углерод-углеродными узлами (2) и с сочетанием углерод-углеродных с ионными узлами (3);
- б** - наполненной смеси с N330 (1) и резин на её основе после 5, 10, 20 и 50 мин вулканизации (2,3,4,5); пунктирная кривая для ненаполненных сеток (6).

Адсорбционная сетка наполненной резиновой смеси при растяжении до кратности 3 превосходит на 8-10% химические сетки ненаполненных резин по значениям модуля и идентична им по величине его аномального снижения (рис 1б, кривые 1 и 6). Очевидно, энергия множества адсорбционных связей наполненной резиновой смеси в условиях, когда адсорбцией сегментов восполняется потеря вырванных и заменяется кристаллизация цепей, больше энергии разрыва коротких цепей ненаполненных резин. Без химических узлов усиливающий эффект техуглерода не реализуется, а их появление после пяти минут вулканизации приводит к повышению модуля сетки пропорционально кратности растяжения. С приближением к оптимальной степени вулканизации образцов (кривые 3-5) модуль выходит к моменту их разрыва на уровень, не зависящий от кратности растяжения, что характеризует идеальную сетку. Таким образом, деформационные изменения плотно сшитых (оптимальных) наполненных сеток повышают их монодисперсность по длине цепей и соответственно - почти в два раза уровень усиления техуглеродом по сравнению с кристаллизационным упрочнением ненаполненных сеток.

Для понимания механизмов деформационных изменений структуры наполненных сеток необходимо учитывать особенности их формирования. При диспергировании техуглерода в результате механохимических реакций образуется более 40% углерод-каучукового геля с прочными химическими связями [28], которые продолжают связывать часть каучука и в узлах сетки. При больших концентрациях техуглерод резко укорачивает активные цепи адсорбцией в углерод-каучуковых узлах значительной части сегментов проходных цепей, которые при вулканизации сшиваются слабыми серными связями. В этом случае механизм деформационных изменений структуры наполненных сеток определяется степенью их вулканизации. При деформации слабо сшитых сеток вырыванием из полифункционального узла одиночного сегмента две короткие цепи образуют одну длинную цепь, а вырыванием пары сегментов с серной связью между ними четыре коротких цепи создают новый тетрафункциональный узел. Старые узлы со сниженной функциональностью адсорбируют новые вместо вырванных сегментов, а новые узлы повышают условно-равновесный модуль сетки пропорционально кратности растяжения.

Растяжение плотно сшитых сеток до кратности 2 приводит к вырыванию множества сегментов коротких цепей с разрывами серных связей между ними и растаскиванию агрегатов химически связанными с ними сегментами напряжённых цепей. Увеличение длины активных цепей и разрушение химических узлов сопровождаются резким снижением функциональности узлов с одновременным увеличением их количества. При малых деформациях резин

сопротивлением вырыванию большого количества совулканизованных в узлах активных цепей и достигается высокая твердость и износостойкость протектора. К кратности 3 завершаются цепочечная ориентация агрегатов техуглерода в направлении растяжения и адсорбционное связывание его цепочками активных цепей с поглощением углерод-каучуковыми структурами значительной части обновлённых тетрафункциональных узлов химической сетки. Диссипация напряжений в ориентирующихся цепях и выравнивание их длины достигаются скольжением по цепочкам углеродных структур или разрывами коротких цепей, когда прочность их адсорбционного удерживания превысит прочность углерод-углеродных связей. Сохранившаяся сетка химических связей в разрушенном образце приводит к самопроизвольному сокращению его частей почти до исходных размеров. Деформационные изменения структуры наполненных сеток коррелируют с величиной смягчения напряжения (эффект Патрикеева-Маллинза) и явно приближают её к условиям последней модели расчёта теоретической прочности резины [6,7]. К моменту разрушения сеток на межфазной границе формируются слои эластомера повышенной жёсткости, а условие равенства натяжения активных цепей реализуется через отлипание их от твёрдых цепочек техуглерода.

Таким образом, деформационное упрочнение (усиление) сеток НК реализуется через множество лабильных узлов - КВЦ или углерод-каучуковых, которые образуют физическую сетку в дополнение к сетке химических узлов, временно поглощаемой ориентирующимся материалом. Способность приближать деформируемую сетку к идеальной путём выравнивания длины активных цепей является преимуществом адсорбционного взаимодействия эластомеров с техуглеродом перед ориентационной кристаллизацией и делает метод усиления универсальным.

Литература

1. Кулезнёв В.Н., Шершнёв В.А. Химия и физика полимеров. М.: Колос С, 2007. - 367с.
2. Kluppel M., Heinrich G. // Kautschuk, Gummi, Kunst. 2005. Bd.58. №5. S.217.
3. Свистков А.Л., Комар Л.А. Математическое моделирование систем и процессов: Межвуз. сб. науч. тр. / ПГТУ. Пермь, 2006. №14. – С.170.
4. Гамлицкий Ю.А., Мудрук В.И., Швачич М.В. // Каучук и резина. 2002. №3. – С.29.
5. Гамлицкий Ю.А. Методы компьютерного моделирования и их возможности при решении задач физики и механики резины. Проблемы шин, РТИ и эластомерных композитов: Материалы XXV симпозиума. - М., 2014. Т.1. - С.13 - 43.
6. Гамлицкий Ю.А., Басс Ю.П. // ИФЖ. 2003. Т.76. №3. – С.1.
7. Гамлицкий Ю.А., Швачич М.В. // Высокомол. соед. А. 2005. Т 47. №4. – С.660.
8. ЖВХО им. Д.И. Менделеева. 1986. Т.31. №1. – 120с.
9. Яновский Ю.Г., Гамлицкий Ю.А., Згаевский В.Э., Басс Ю.П. // Каучук и резина. 2002. №5. – С.20.
10. Лабораторный практикум по технологии резины. Учеб. пособие для вузов. Под ред. Н.Д. Захарова. М.: Химия, 1988. - 256с.
11. Догадкин Б.А., Тарасова З.Н. и др. // Коллоидн. ж., 1962. Т.24. С.141; 1966. Т.28. №3. С.353-361.
12. Giller A., Kautschuk und Gummi, 1964. №4.-S.174; 1966. №4.-S.188.
13. Thelamon C. // Kautschuk und Gummi, 1961. V.14. №11. WT-347.
14. Шершнёв В.А., Гинзбург Л.В., Догадкин Б.А. // Коллоидн.ж., 1963. Т.25. С.626; Каучук и резина, 1963. №5. С.20.
15. Никитин Ю.Н., Эпштейн В.Г., Поляк М.А. Изучение инфракрасных спектров продуктов взаимодействия натурального каучука с алкилфенол-формальдегидной смолой // Высокомол. соед.. - А. 1967. Т.9. № 5.-С. 1163; Rubber Chem. and Technol. - 1968. V. 41. № 3.-Р. 621.
16. Никитин Ю.Н., Эпштейн В.Г., Поляк М.А. Особенности структуры ненаполненных резин из НК, полученных при вулканизации алкилфенол-формальдегидной смолой // Каучук и резина, 1968. №4.-С.8-11;
17. Никитин Ю.Н., Эпштейн В.Г. Влияние условий вулканизации натурального каучука алкилфенолформальдегидными смолами на структуру и прочность резин. // Высокомолек. соед., Б. 1970.-Т.12-№12.- С.882-887.
18. Никитин Ю.Н., Эпштейн В.Г., Коробов Э.И., Туктарова Л.С. Влияние природы химических связей на прочность резин, полученных при вулканизации алкилфенолформальдегидной смолой // Коллоидн. журн., 1970.-Т.32.- №3.-С.403-408;
19. Никитин Ю.Н., Эпштейн В.Г. Влияние особенностей строения пространственной сетки на температуростойкость ненаполненных резин из НК. // Коллоидн. журн., 1971, Т.33, №6.-С.873-878.
20. Никитин Ю.Н., Копылов Е.П. Модификация метилвинилпиридинового каучука СКМВП-15АРК флороглюцином и альдегидом. // РЖХим., 1976. Т. 13. реф.13 Т472. – С.78.
21. Донцов А.А. Процессы структурирования эластомеров. - М.: Химия, 1978. - 288с.
22. Бухина М.Ф. Кристаллизация каучуков и резин. М.: Химия. 1973. – 240с.
23. Никитин Ю.Н. О влиянии сетки поперечных связей на прочностные свойства ненаполненных резин из НК. // Каучук и резина. 1988. №7. – С.11-14; Inter. Polymer Sci. and Technol. - 1988. - V. 15. - №12. - Р. 17 – 21.
24. Никитин Ю.Н. К проблеме моделирования структуры и прогнозирования качества усиленной резины. // Проблемы шин и резинотехнических композитов: Материалы XIX симпозиума. - М., 2008, том 2. - С. 119 – 126.
25. Никитин Ю.Н. Основы усиления резины печным техуглеродом. // Проблемы шин и резинотехнических композитов: Материалы XXIII симпозиума. - М., 2012, том 2. - С. 64 – 80.
26. Никитин Ю.Н., Скрипник А.А., Процкая Л.А., Иваненко Т.Н. О структуре эластомерных сеток натурального каучука. // Research Journal International Studies. 2015, №7 (38), Ч.2. - С.54-58.
27. Никитин Ю.Н., Скрипник А.А., Процкая Л.А. Об аномалиях равновесного модуля при растяжении сеток натурального каучука. // Проблемы шин, РТИ и эластомерных композитов: Матер. XXVI симпозиума. - М., 2015 - С.313-325.
28. Усиление эластомеров. / Под ред. Дж. Крауса: Пер. с англ. - М.: Химия, 1968. - 483с.

References

1. Kuleznjov V.N., Shershnyov V.A. Himija i fizika polimerov. M.: Kolos S, 2007. – 367 p.
2. Kluppel M., Heinrich G. // Kautschuk, Gummi, Kunst. 2005. Bd.58. №5. P.217.
3. Svistkov A.L., Komar L.A. Matematicheskoe modelirovanie sistem i processov: Mezhvuz. sb. nauch. tr. / PGUTU. Perm', 2006. №14. – P.170.
4. Gamlickij Ju.A., Mudruk V.I., Shvachich M.V. // Kauchuk i rezina. 2002. №3. – P.29.
5. Gamlickij Ju.A. Metody kompozitnogo modelirovanija i ih vozmozhnosti pri reshenii zadach fiziki i mehaniki reziny. Problemy shin, RTI i jelastomernyh kompozitov: Materialy XXV simpoziuma. - M., 2014. Vol.1. - P.13 - 43.
6. Gamlickij Ju.A., Bass Ju.P. // IFZh. 2003. Vol.76. №3. – P.1.
7. Gamlickij Ju.A., Shvachich M.V. // Vysokomol. soed. A. 2005. T 47. №4. – P.660.
8. ZhVHO im. D.I. Mendeleeva. 1986. Vol.31. №1. – 120 p.
9. Janovskij Ju.G., Gamlickij Ju.A., Zgaevskij V.Je., Bass Ju.P. // Kauchuk i rezina. 2002. №5. – P.20.
10. Laboratornyj praktikum po tehnologii reziny. Ucheb. posobie dlja vuzov. Pod red. N.D. Zaharova. M.: Himija, 1988. – 256 p.
11. Dogadkin B.A., Tarasova Z.N. i dr. // Kolloidn. zh., 1962. V.24. P.141; 1966. V.28. №3. P.353-361.
12. Giller A., Kautschuk und Gummi, 1964. №4.-S.174; 1966. №4.-S.188.
13. Thelamon S. // Kautschuk und Gummi, 1961. V.14. №11. WT-347.
14. Shershnyov V.A., Ginzburg L.V., Dogadkin B.A. // Kolloidn.zh., 1963. T.25. S.626; Kauchuk i rezina, 1963. №5. P.20.
15. Nikitin Ju.N., Jepshtejn V.G., Poljak M.A. Izuchenie infrakrasnyh spektrov produktov vzaimodejstviya natural'nogo kauchuka s alkilfenol-formal'degidnoj smoloy // Vysokomol. soed.. - A. 1967. T.9. № 5.-S. 1163; Rubber Chem. and Technol. - 1968. V. 41. № 3.-P. 621.
16. Nikitin Ju.N., Jepshtejn V.G., Poljak M.A. Osobennosti struktury nenapolnennyh rezin iz NK, poluchennyh pri vulkanizacii alkilfenol-formal'degidnoj smoloy // Kauchuk i rezina, 1968. №4.-P.8-11;
17. Nikitin Ju.N., Jepshtejn V.G. Vlijanie uslovij vulkanizacii natural'nogo kauchuka alkilfenolformal'degidnymi smolami na strukturu i prochnost' rezin. // Vysokomolek. soed., B. 1970.-Vol.12-№12.-P.882-887.
18. Nikitin Ju.N., Jepshtejn V.G., Korobov Je.I., Tuktarova L.S. Vlijanie prirody himicheskikh svjazej na prochnost' rezin, poluchennyh pri vulkanizacii alkilfenolformal'degidnoj smoloy // Kolloidn. zhurn., 1970.-T.32. -№3.-P.403-408;
19. Nikitin Ju.N., Jepshtejn V.G. Vlijanie osobennostej stroenija prostranstvennoj setki na temperaturostojkost' nenapolnennyh rezin iz NK. // Kolloidn. zhurn., 1971, Vol. 33, №6.- P. 873-878.
20. Nikitin Ju.N., Kopylov E.P. Modifikacija metilvinilpiridinovogo kauchuka SKMVP-15ARK florogljucinom i al'degidom. // RZhHim., 1976. T. 13. ref.13 T472. – P.78.
21. Doncov A.A. Processy strukturirovaniya jelastomerov. - M.: Himija, 1978. – 288 p.
22. Buhina M.F. Kristallizacija kauchukov i rezin. M.: Himija. 1973. – 240s.
23. Nikitin Ju.N. O vlijanii setki poperechnykh svjazej na prochnostnye svojstva nenapolnennyh rezin iz NK. // Kauchuk i rezina. 1988. №7. – S.11-14; Inter. Polymer Sci. and Technol. - 1988. - V. 15. - №12. - P. 17 – 21.
24. Nikitin Ju.N. K probleme modelirovanija struktury i prognozirovaniya kachestva usilennoj reziny. // Problemy shin i rezinokordnyh kompozitov: Materialy XIX simpoziuma. - M., 2008, Vol. 2. - P. 119 – 126.
25. Nikitin Ju.N. Osnovy usilenija reziny pechnym tehuglerodom. // Problemy shin i rezinokordnyh kompozitov: Materialy XXIII simpoziuma. - M., 2012, tom 2. - P. 64 – 80.
26. Nikitin Ju.N., Skripnik A.A., Prockaja L.A., Ivanenko T.N. O strukture jelastomernyh setok natural'nogo kauchuka. // Research Journal International Studies. 2015, №7 (38), Part.2. - P.54-58.
27. Nikitin Ju.N., Skripnik A.A., Prockaja L.A. Ob anomalijah ravnovesnogo modulja pri rastjazhenii setok natural'nogo kauchuka. // // Problemy shin, RTI i jelastomernyh kompozitov: Mater. XXVI simpoziuma. - M., 2015 - p.313-325.
28. Usilenie jelastomerov. / Pod red. Dzh. Krausa: Per. s angl. - M.: Himija, 1968. – 483p.

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.183

Протопопов А.В.¹, Ворошилова А.В.², Бобровская С.А.²¹ORCID: 0000-0003-2752-6726 Кандидат химических наук, ²бакалавр,

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

**ПОЛУЧЕНИЕ ПРОДУКТОВ ЛИГНИНА, ХИМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОГО
ТЕРЕФТАЛЕВОЙ КИСЛОТОЙ***Аннотация**Исследована возможность химической модификации сульфатного лигнина терефталевой кислотой в среде тионилхлорида.***Ключевые слова:** лигнин, продукты лигнина, ацилированиеProtopopov A.V.¹, Voroshilova A.V.², Bobrovskaya S.A.²¹ORCID: 0000-0003-2752-6726 PhD in Chemistry, ²bachelor

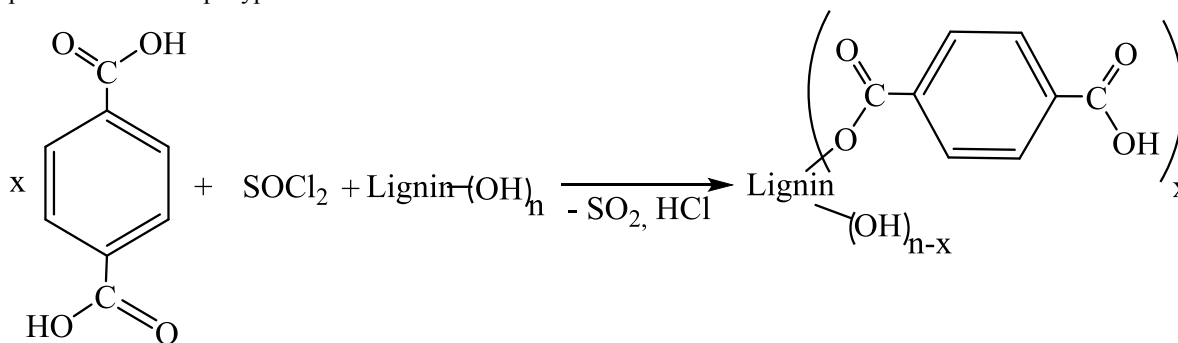
Polzunov Altai State Technical university

OBTAINING OF LIGNIN, A CHEMICALLY MODIFIED TEREPHTHALIC ACID*Abstract**Studied the possibility chemical modification of sulfate lignin terephthalic acid in the environment of thionylchlorid.***Keywords:** lignin, acilation .

Для исследователей в области переработки отходов деревообрабатывающей промышленности, в первую очередь технических лигнинов и лигнинсодержащих материалов (лигносульфоновых кислот), стоит важная задача: поиск способов модификации технических лигнинов, при котором затраты энергии, реагентов и, соответственно, негативные последствия для человека и окружающей среды будут минимальными, а переработка отходов деревоперерабатывающей промышленности станет многотоннажной. Лигнин в настоящее время широко используется, как в исходной форме, так и в модифицированной, однако до сих пор остаётся проблематика крупнотоннажной переработки и утилизации технических лигнинов. Исследования, ведущиеся в настоящее время в области утилизации отходов деревопереработки направлены на поиск новых, более дешевых и менее энергоёмких способов переработки лигнина, а также новых областей применения этого материала, как в первоначальной, так и изменённой формах [1].

Цель проделанной работы состояла в получении продуктов лигнина химически модифицированного с терефталевой кислотой в среде тионилхлорида.

Ацилирование лигнина проводилось по ранее разработанной методике ацилирования карбоновыми кислотами [2, 3] при различных температурах в течении 3 и 5 часов.



Ацилирующую смесь получали по следующей методике: предварительно растворяли навеску (эквивалентное навеске лигнина) терефталевой кислоты в избытке тионилхлорида. Полученную смесь в течение 30 минут выдерживали при выбранной температуре синтеза для взаимодействия тионилхлорида с терефталевой кислотой. Продукты синтеза тщательно отмывали толуолом от избытка тионилхлорида и сушили до воздушно-сухого состояния. Впоследствии очищали от непрореагировавшей терефталевой кислоты.

Полученный продукт подвергали анализу на содержание связанных кислот и определения прореагировавших гидроксильных групп лигнина. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Количество прореагировавших гидроксильных групп

Время (ч)	Температура (°C)			
	35	45	55	65
3	4,48	4,99	5,26	5,91
5	4,65	5,77	6,03	6,58

Исходя из полученных результатов можно сказать, что с увеличением температуры и времени синтеза увеличивается число провзаимодействовавших гидроксильных групп лигнина. Чтобы определить общее количество гидроксильных групп в лигнине был проведён анализ на количество гидроксильных групп в алифатической цепи и ароматическом кольце лигнина. Было установлено, что общее количество гидроксильных групп в сульфатном лигнине

равно 11,8 %, при этом первичных (алифатических) ОН – групп в среднем составляет 9,1 %, а ароматических (кислых) гидроксильных групп – 2,7 %.

Реакции, протекающие в лигнине происходят на поверхности и относятся к топохимическим. Для расчета кинетики таких процессов широко используется уравнение Ерофеева-Колмогорова. Исходя из химического анализа на общее число гидроксильных групп была рассчитана степень превращения и впоследствии построены кинетические анаморфозы.

После обработки полученных данных по уравнению Ерофеева-Колмогорова из построенных кинетических анаморфоз были определены константы скорости химической реакции, которые составили $6,63 \times 10^{-6} \text{ с}^{-1}$ при 35 градусах, $7,15 \times 10^{-6} \text{ с}^{-1}$ при 45 градусах, $8,03 \times 10^{-6} \text{ с}^{-1}$ при 55 градусах, $8,13 \times 10^{-6} \text{ с}^{-1}$ при 65 градусах. Полученные результаты свидетельствуют о незначительном отличии скоростей реакции при 55 и 65 градусах. Исходя из полученных значений констант скоростей, можно сделать заключение о протекании реакции в диффузионной области.

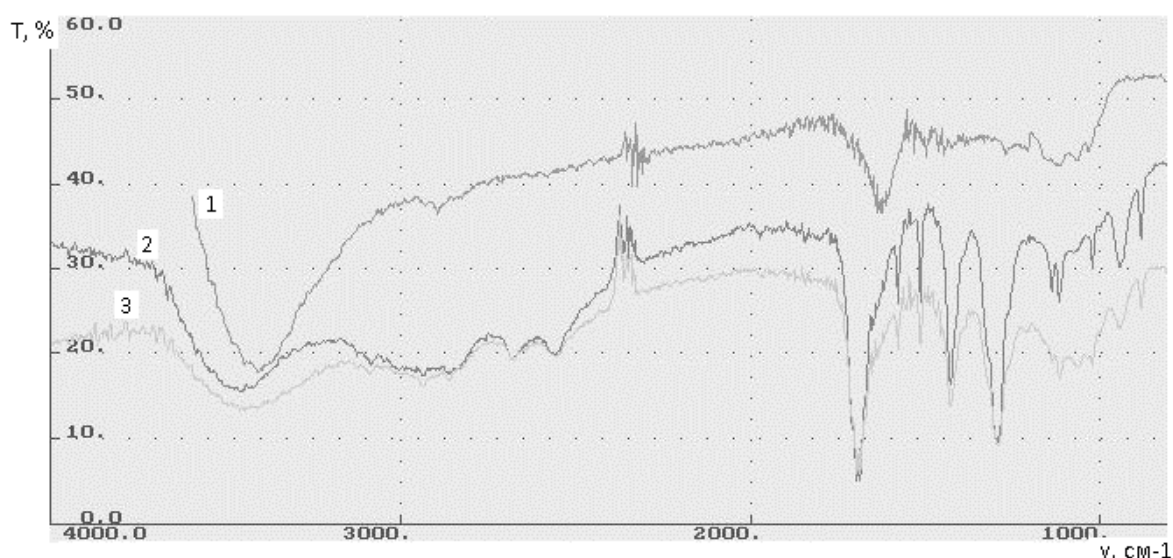


Рис. 2 – ИК-спектры химически модифицированного лигнина: 1 – исходный лигнин; 2 – продукт полученный при 3 часах 45 °С; 3 – продукт полученный при 5 часах 55 °С

Полученные продукты химической модификации лигнина анализировали методом ИК-спектроскопии, (рисунок 2). Полосы поглощения в области 3600 см^{-1} , характерны для валентных колебаний ОН-групп. При возрастании степени превращения на ИК-спектрах увеличивается интенсивность полосы поглощения колебаний гидроксильных групп карбоновых кислот $3500\text{--}3600 \text{ см}^{-1}$, а также возрастает интенсивность полос поглощения сложноэфирной группы $1750\text{--}1730 \text{ см}^{-1}$ и полос поглощения, ответственных за колебания С-С связи ароматического кольца $1560\text{--}1460 \text{ см}^{-1}$.

Литература

1. Кузнецов Б.Н., Кузнецова С.А., Тарабанько В.Е. Новые методы получения химических продуктов из биомассы деревьев сибирских пород // Российский химический журнал. 2004. Т. 48. №3.
2. А.В. Протопопов, Я.В. Фролова, О.В. Радкина. Ацилирование сульфатного лигнина о-аминобензойной кислотой // Ползуновский вестник. – Барнаул: Изд-во Алт ГТУ, 2013, № 1.- С. 222-224
3. А.В. Протопопов, В.В. Коньшин, М.М. Чемерис. Изучение кинетических закономерностей реакции ацилирования древесины // Ползуновский вестник. – Барнаул: Изд-во Алт ГТУ, 2006, № 2 Т.1.- С. 129-131.

References

1. Kuznetsov B.N., Kuznetsova S.A., Taraban`ko V.E. Novy`e metody` polucheniia himicheskikh produktov iz biomassy` derev`ev sibirskikh porod // Rossiï`skii` himicheskii` zhurnal. 2004. T. 48. №3.
2. A.V. Protopopov, Ia.V. Frolova, O.V. Radkina. Atcilirovanie sul`fatnogo lignina o-aminobenzoi`noi` kislotoi` // Polzunovskii` vestneyk. – Barnaul: Izd-vo Alt GTU, 2013, № 1.- S. 222-224
3. A.V. Protopopov, V.V. Kon`shin, M.M. Chemeris. Izuchenie kineticheskikh zakonomernostei` reaktcii atcilirovaniia drevesiny` // Polzunovskii` vestneyk. – Barnaul: Izd-vo Alt GTU, 2006, № 2 Т.1.- S. 129-131.

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.035

Рабданов Г.А.¹, Мусаев А.М.², Гашимова Э.Д.³, Алхасов Б.А.⁴,
Исламова Ф. И.⁵, Садыкова Г.А.⁶.¹Кандидат химических наук, ²зам. директора, ³аспирант, ⁴аспирант, ⁵кандидат биологических наук,
⁶кандидат биологических наук.

Институт проблем геотермии ДНЦ РАН, ГорБС ДНЦ РАН

ЖИРНОЕ МАСЛО ИЗ СЕМЯН КУЛЬТУРНЫХ СОРТОВ ОБЛЕПИХИ, КАК ИСТОЧНИК ЦЕННЫХ ТРИАЦИЛГЛИЦЕРИДОВ**Аннотация**

В работе проведены исследования липидного состава сортовых семян интродуцированных сортов облепихи на Цудахарской базе ГорБС. Исследования состава семян показали наличие высокого содержания эссенциальных кислот в составе семян облепихи более 90 % сорт «Янтарная». Предложена экстракционная технология извлечения триацилглицеридов из сортовых семян облепихи после сбрызгивания сока плодов совместно с цельными семенами. Показано, что состав жирных кислот цельных семян не изменяется при брожении плодового сока совместно с цельными семенами.

Ключевые слова: жирные масла, эссенциальные кислоты, облепиха, семена облепихи, экстракция, хроматография, брожение, сухие вещества.

Rabadanov G.A.¹, Musayev A.M.², Gashimova E.D.³, Alkhasov B.A.⁴,
Islamova F.I.⁵, Sadykova G.A.⁶.¹PhD in Chemistry, ²deputy director, ³postgraduate student, ⁴postgraduate student, ⁵PhD in Biology, ⁶PhD in Biology
Institute of problems of a geothermics of DNTs Russian Academy of Sciences, Mountain Botanical garden DNTs Russian
Academy of Sciences**FAT OIL FROM SEEDS OF CULTIVARS OF THE SEA-BUCKTHORN, AS THE SOURCE OF VALUABLE TRIAACYLGLYCERIDES****Abstract**

In work researches of lipidic structure of high-quality seeds of the introduced sea-buckthorn grades on Tsudakharsky base of GORBS are conducted. Researches of structure of seeds showed existence of the high contents the essential acids as a part of sea-buckthorn seeds more than 90% a grade "Amber". The extraction technology of extraction of triacylglycerides from high-quality seeds of a sea-buckthorn after a spraying of juice of fruits together with integral seeds is offered. It is shown that the composition of fatty acids of integral seeds doesn't change at fermentation of fruit juice together with integral seeds.

Keywords: fat oils, essential acids, sea-buckthorn, sea-buckthorn seeds, extraction, chromatography, fermentation, solids.

На Цудахарской экспериментальной базе ГорБС ДНЦ РАН, расположенный на высоте 1100 м над уровнем моря (Внутренний Дагестан) ведутся работы по размножению различных сортов облепихи, выявлению биохимического состава плодов и семян, разработке комплексной безотходной технологии использования ценных компонентов биомассы данного вида. В научно-технической литературе мало внимания уделяется переработке семян облепихи и отсутствует предположение комплексного использования плодов облепихи, как промышленного сырья для получения фармакопейного облепихового масла и других ценных веществ.

В задачу наших исследований входило сравнительное изучение липидного состава семян облепихи в зависимости от сортовых особенностей и агроклиматических условий произрастания. В качестве объектов исследования отобраны сорта: Клон Перчика, Янтарная, Новость Алтая и Ботаническая Любительская. После подсчета и определения веса исходных семян и измельчения их до соответствующего размера, проведена химическая экстракция указанных сортов в аппарате Сокслета в течение 10 часов. В качестве экстрагента нами использован гексан марки х.ч. Из полученных липидных экстрактов на ротаторном испарителе выделены масла каждого сорта. Получены данные по выходу масла из семян, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Выхода масла из семян облепихи экстракционным методом

№	Наименование сорта семян	Вес 100 семян, (г)	Вес исходных семян, (г)	Выход масла из исходного веса семян, (г)	Выход % от исходного веса	Выход масла % на 100 семян
1	Янтарная	0.307	0.673	0.093	13.82	11.46
2	Новость Алтая	0.437	0.820	0.097	11.80	11.83
3	Ботаническая любительская	0.274	0.666	0.060	9.00	9.12
4	Клон Перчика	0.553	0.553	0.075	13.56	13.56

Для определения компонентного состава триацилглицеридов полученные масла подвернуты щелочному гидролизу, а полученные натриевые соли жирных кислот переэтерифицированы метанолом в присутствии серной кислоты. Полученные в результате метиловые эфиры экстрагированы и после их высушивания пробы были проанализированы на составляющие методом хромато-масс-спектрометрии. Полученные хроматограммы качественного и количественного состава проанализированы и результаты представлены в таблицах.

Экспериментальная часть

Получение и анализ метиловых эфиров жирных кислот (метилование в растворе серной кислоты)

В колбе на 25 см³ нагревают около 0,1 г масла с 10 см³ 5%-го раствора серной кислоты в метаноле в течение 1,5 часов с обратным холодильником на песчаной бане. Затем охлажденную жидкость из колбы переливают в делительную воронку на 100 см³ и встряхивают с 20 см³ гексана. Гексановую вытяжку промывают полунасыщенным раствором хлорида натрия и серной кислоты в круглодонную колбу на 50 см³. Гексан отгоняют под вакуумом при 40⁰С до 2 см³, остаток переносят в маленькие пробирки и сохраняют для анализа. Качественный анализ гексановых экстрактов жирных кислот липидных комплексов в форме метиловых эфиров жирных кислот (МЭЖК) проводили на ГХ/МС «Agilent Thechnology», путем анализа хроматограмм, полученных в режиме полного ионного тока, в диапазоне сканирования 30-550 м/е. Режим программирования температуры: 70 ⁰С/ 5 мин 10 ⁰/ мин / 190 ⁰С/25 мин. Температура испарителя 230 ⁰С, температура интерфейсной линии 210 ⁰С, ввод пробы 1 мкл с делением потока 1:10, скорость потока газ-носителя (Не) 1 мл/мин, энергия ионизации 70 эВ, температура ионного источника 250 ⁰С. Для проведения анализа нами использована капиллярная кварцевая полярная колонка (50м x 0,25мм) с полиэтиленгликолевой неподвижной жидкой фазой- FARR. Преимущество данной колонки в том, что позволяет проанализировать кислоты в случае неполной этерификации пример.

Количественный анализ проводили путем сравнения полученных масс-спектров с библиотекой спектров NIST 98.

Рефрактометрические анализы проведены на рефрактометре ИРФ-22. Показатели преломления сока облепихи переведены на % сухих веществ и сахаров.

Рефрактометрическим анализом определено наличие сахаров в мякоти разных сортов облепихи. Из шести образцов по содержанию сухих веществ на первом месте оказался сорт «Янтарная» со значением 11% и на последнем сорт «Клон Перчика» у которого это значение соответствует 8%. При экстракции липидов органическим реагентом и выделении семян основная масса полезного продукта - сока облепихи, теряется как отход. Нами предпринята попытка рационального использования растительной биомассы, т.е. получаемую из плода жидкую консистенцию (не измельчая семян) подвергнута брожению с помощью спиртовых дрожжей. Для проведения брожения сухие вещества доведены до 12% сахарозой и pH до 5,5 ортофосфорной кислотой. Для спиртового брожения использован «Штамм дрожжей Saccharomyces cerevisiae- Angel» КНР. После окончания брожения фильтрованием бражку отделили на тканевом фильтре. Из фильтрата двойной перегонкой получен ароматный облепиховый спирт. Оставшуюся на фильтре массу подсушили и отобрали цельные семена для дальнейшей сравнительной обработки, а жом пустили на экстракцию липидов. С одной стороны ароматные спирты из облепихи представляют особый интерес, как исходный материал для производства крепких спиртных напитков типа бренди, а с другой стороны имеем возможность сравнить, как изменяется внутренний компонентный состав семян при их присутствии в процессе брожения в соке облепихи.

Обсуждение результатов

Полученные данные показали таб. 1, что при одинаковых агроклиматических условиях выращивания разных сортов облепихи выход масла не одинаков: наибольший выход масла, отмечается у сорта Янтарная 13,82%, незначительно уступает сорт Клон Перчика-13,56% , далее с выходом 11,80% Новость Алтая и замыкает ряд сорт Ботаническая Любительская с 9,0%, при среднем суммарном выходе от всех сортов 11,5%. В табл.1 приведены также значения выхода масла в пересчете на 100 семян. Последовательность в этом случае по выходу масла меняется в пользу сорта Клон Перчика -13.56%, при этом наблюдается закономерность - чем больше масса 100 семян, тем больше и выход масла.

После щелочного гидролиза и этерификации были экстрагированы липиды. Полученные компоненты были проанализированы методом ГХ/МС. Основными компонентами масла из семян являются триглицериды высоконепредельных кислот- линолевой и линоленовой (эссенциальных) кислот, содержание которых достигает значения 90,27% сорт Янтарная и далее по убывающей 61,76% сорт Ботаническая любительская, 59,7% Клон Перчика и минимум 32,7% сорта Новость Алтая. Эти данные находятся в обратной зависимости от содержания насыщенных кислот в триглицеридах см. таблица 2.

Таблица 2 – Жирнокислотный состав масла семян облепихи различных сортов

Жирная кислота	Янтарная	Новость Алтая	Ботаническая любительская	Клон перчика
1.Насыщенные:	0	14.303	3.39	12.76
- миристиновая (C 14: 0)	-	0.33	-	0.16
-пентадециловая (C 15: 0)	-	0.22	-	0.18
- пальмитиновая (C 16: 0)	-	7.77	-	11.27
- стеариновая (C 18: 0)	-	5.74	-	1.15
- арахидиновая (C 20: 0)	-	0.54	3.39	-

Окончание табл. 2 – Жирнокислотный состав масла семян облепихи различных сортов

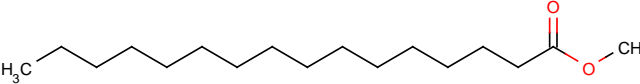
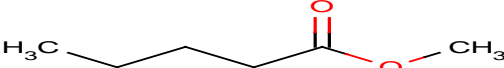
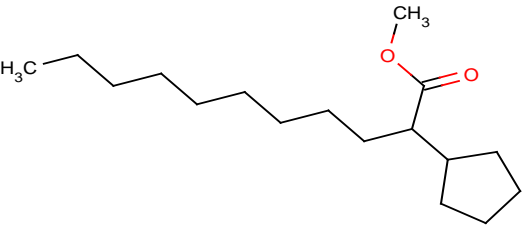
2. Ненасыщенные:	90.27	54.46	84.7	85.78
- пальмитолеиновая (C 16: 1)	-	0.81	-	1.19
- олеиновая (C 18: 1)	-	20.95	23.00	24.89
- линолевая (C 18: 2)	52.55	2.29	31.00	30.76
- линоленовая (C 18: 3)	37.72	30.41		28.94

Сравнение, полученных нами данных по выходу масла из семян, с результатами исследования других авторов по доминирующим в Алтае[1], Грузии[2] и в Азербайджане[3] форм, показывают уникальную селективность семян сорта «Янтарная», которые более чем на 15% превосходят содержание незаменимых кислот. Оно выражается и отсутствием в составе характерных для других сортов семян моновенасыщенных (пальмитолеиновая, олеиновая) и насыщенных (миристиновая (C14:0), пальмитиновая (C16:0) и стеариновая (C18:0)) жирных кислот. В то же время обнаружены различные классы липидорастворимых соединений непредельного характера, производные бутановой (C4:0), щавелевой кислот, а также циклические и линейные спирты и эпокси соединения.

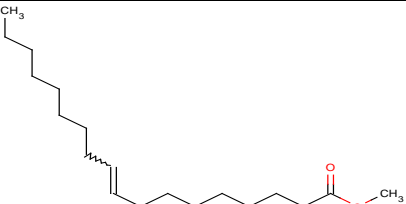
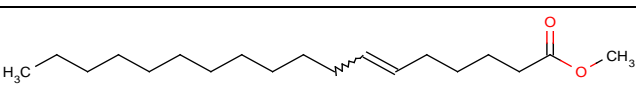
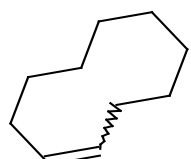
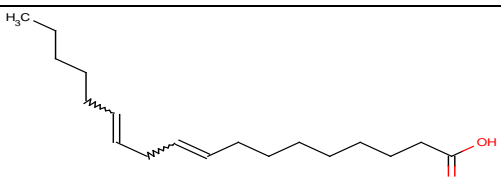
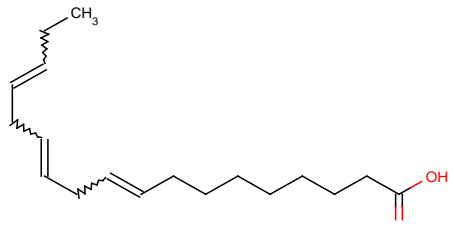
Надо отметить также, что в липидном составе семян облепихи «Янтарная» значительно меньше компонентов по сравнению с таковыми других сортов семян. Липидный состав семян других изученных сортов содержат меньше эссенциальных кислот, чем произрастающие в Алтайском крае, но больше чем в Закавказье.

Нами также предлагается технология комплексной безотходной переработки плодов и семян облепихи. На начальной стадии из разных сортов облепихи получают сок, в котором находятся цельные семена и жом. Полученный сок, по сухим веществам, доводят сахарозой до значения 12 и проводят брожение штаммами спиртовых дрожжей. Во время брожения наблюдается четкое разделение бражки и маслосодержащей составляющей, которое легко фильтруется и отделяется. При двойной перегонке из фильтрата получается уникальный ароматный спирт для производства бренди, а на фильтре остается жом и семена для экстракции масла, после сушки и измельчения. Жирнокислотный состав цельных семян, находящихся в процессе брожения по нашим исследованиям почти не изменяется (таб. 3).

Таблица 3 – Липидного состава облепихового масла семян выделенных после совместного сбраживания сока в присутствии цельных семян спиртовыми «Штаммами дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* -Angel» (КНР)

№	Время выхода	%	Название	Формула
1	12.543	2.18	Метилловый эфир 15-метил гексадекановой кислоты	<chem>C16H33COOCH3</chem>
2	12.684	4.81	Метилловый эфир гексадекановой кислоты	
3	13.518	2.99	Метилловый эфир 9-гексадеценной кислоты	<chem>C15H29COOCH3</chem>
4	19.067	2.33	Метил валериат	
5	19.792	13.74	Метилловый эфир циклопентанундекановой кислоты	

Окончание табл. 3 – Липидного состава облепихового масла семян выделенных после совместного сбраживания сока в присутствии цельных семян спиртовыми «Штаммами дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* -Angel» (КНР)

6	20.267	4.41	Метилловый эфир 9-октадеценовой кислоты	
7	20.408	2.64	Метилловый эфир 6-октадеценовой кислоты	
8	20.844	6.36	Циклодецен	
9	20.992	29.39	9,12-октадекадиеновой кислоты(Z,Z)	
10	23.565	31.15	9,12,15-октадекатриеновой кислоты(Z,Z,Z)	

Литература

1. Д. Ободовская «Облепиха как сырье для витаминной промышленности», Москва, 1957 г.
2. И. Муравьев «Физико-химические свойства жирных масел мякоти плодов и семян облепихи, произрастающей в Грузии», сб. научных трудов «Биологические аспекты интродукции, селекции и агротехники облепихи», с.132, Горький, 1985 г.
3. С. Асланов «Жирнокислотный состав масел различных форм облепихи крушиновидной», Масло-жировая пр-ть, №5, с. 9, 1986 г.

References

1. D. Obodovskaya "A sea-buckthorn as raw materials for the vitamin industry", Moscow, 1957.
2. I. Muravyev "Physical and chemical properties of fat oils of pulp of fruits and seeds of the sea-buckthorn growing in Georgia", сб. scientific works "Biological Aspects of an Introduction, Selection and Agrotechnology of a Sea-buckthorn", page 132, Gorky, 1985.
3. S. Aslanov "Zhirkokislotny composition of oils of various forms of a sea-buckthorn krushinovidny", Oil and fat ave, No. 5, page 9, 1986 of.

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.198

Шубенкова Е.Г.¹, Эккерт Р.В.²¹Кандидат химических наук, доцент, ²магистрант, Омский государственный технический университет**ПОЛУЧЕНИЕ УЛЬТРАДИСПЕРСИЙ СУЛЬФИДА КАДМИЯ В РАСТВОРАХ ОБРАТНЫХ МИЦЕЛЛ****Аннотация***Получены ультрадисперсии сульфида кадмия в растворах обратных мицелл. Установлена корреляция между диаметром частиц микроэмульсий и размером синтезированных полупроводниковых наночастиц.***Ключевые слова:** обратные мицеллы, полупроводниковые наночастицы, катализShubenkova E.G.¹, Ekkert R.V.²¹PhD in Chemistry, associate professor, ²master student, Omsk State Technical University**THE PREPARATION OF ULTRADISPERSE CADMIUM SULPHIDE IN SOLUTIONS OF REVERSE MICELLES****Abstract***Ultradispersed cadmium sulphide in solutions of reverse micelles is obtained. The correlation between the particle diameter of microemulsion and the size of the synthesized semiconductor nanoparticles is installed.***Keywords:** reverse micelles, semiconductor nanoparticles, catalysis.

Полупроводниковые наночастицы интенсивно исследуются благодаря их электронным свойствам [1-3]. Наличие дискретных уровней в энергетическом спектре электронов позволяет варьированием размеров нанокристаллов изменять ширину запрещенной зоны, длину волны люминесценции и поглощения, что позволяет создавать на их основе биологические метки, светодиоды, солнечные батареи, лазеры, адсорбенты, катализаторы и др.

Для синтеза полупроводниковых нанокристаллитов используют методы в основе которых лежат процессы самоорганизации и ограничения роста частиц, а именно: контролируемое осаждение в водных растворах в присутствии стабилизаторов и без [4-5], синтез в обращенных мицеллах [6], коллоидных нанореакторах [1-5], в полимерных матрицах [7] и др.

В данной работе в растворах обратных мицелл на основе натриевой соли ди-2-этилгексилового эфира сульфоянтарной кислоты (АОТ) и *n*-гептана в качестве неполярной фазы получены ультрадисперсии сульфида кадмия.

Обращенные мицеллярные системы на основе АОТ применяют для проведения различных химических реакций, они представляют собой термодинамически устойчивые двухфазные системы, состоящие из микрокапель полярной фазы (воды), распределенных в неполярной среде (углеводороде). Для стабилизации таких систем используют поверхностно-активные вещества (ПАВ) различной природы. Обычно размер капель такой системы не превышает 100 нм, поэтому они активно участвуют в тепловом броуновском движении, в процессе которого непрерывно сталкиваются, коалесцируют и снова распадаются, т.е. происходит непрерывный обмен веществом, содержащимся в каплях. Преимущество данного способа получения наночастиц состоит в относительной простоте, а также возможности одновременного синтеза и стабилизации получаемых частиц.

Двухфазные системы получали на основе натриевой соли ди-2-этилгексилового эфира сульфоянтарной кислоты (АОТ) и *n*-гептана в качестве неполярной фазы при комнатной температуре. В качестве полярной фазы использовали воду и водные растворы солей CdCl_2 (1,25–10,00 ммоль/л) и Na_2S (0,1 моль/л), приготовленные на бидистиллированной воде. Выбор интервала концентраций исходных растворов осуществляли на основе результатов определения порога коагуляции оптическим методом. В соответствии с результатами определения, порог коагуляции для золя сульфида кадмия составил 0,005 М.

Размер капель эмульсии в методе мицеллярного синтеза регулировали изменением величины $W=[\text{H}_2\text{O}]/[\text{ПАВ}]$.

Обратномицеллярные системы получали солубилизацией водной фазы в растворе АОТ в *n*-гексане с концентрацией поверхностно активного вещества 0,1 М. К определенному объему раствора АОТ прибавляли по каплям водные растворы солей в таком количестве, чтобы соотношение $W=[\text{H}_2\text{O}]/[\text{ПАВ}]$ изменялось в интервале от 0,5 до 20.

Размер капель микроэмульсии определяли методом лазерной дифракции на анализаторе размера частиц SALD-2101 «Shimadzu». Микроскопические исследования ультрадисперсий сульфида кадмия проводили с помощью просвечивающего электронного микроскопа высокого разрешения JEM-2100.

Анализ полученных данных показал, что в соответствии с результатами дисперсионного анализа приготовленные образцы представляют собой микроэмульсии с бидисперсным распределением частиц по размерам, образованные из агрегатов нанокластеров, размеры которых определяются степенью гидратации ($W=[\text{H}_2\text{O}]/[\text{ПАВ}]$). Следует отметить, что с увеличением соотношения $W=[\text{H}_2\text{O}]/[\text{ПАВ}]$ диаметр частиц микроэмульсии также увеличивается.

Также отмечена корреляция между размером синтезированных наночастиц сульфида кадмия и диаметром частиц микроэмульсий в которых они получены, с уменьшением последних размер частиц ультрадисперсий сульфида кадмия уменьшается. Кроме того, на размер синтезируемых наночастиц влияет концентрация исходных растворов. С уменьшением концентрации исходных реагентов размер частиц синтезированных данным методом уменьшается. Оценка среднего размера частиц ультрадисперсий методом просвечивающей электронной микроскопии показала, что при концентрациях растворов хлорида кадмия ниже пороговых, средний размер синтезированных частиц сульфида кадмия лежит в интервале от 5 до 25 нм.

Литература

1. Елисеев А.А. Функциональные наноматериалы / А.А. Елисеев, А.В. Лукашин. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 456 с.
2. Гусев А.И. Нанокристаллические материалы / А.И. Гусев, А.А. Ремпель. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2000. – 224 с.
3. Ch.P. Poole, F.J. Owens, Introduction in nanotechnology, John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, New Jersey, 2003.

4. R.F. Khairutdinov, Chemistry of semiconductor nanoparticles, Russ. Chem. Rev. 67(2)(1998) 109–122.
5. A. A. Rempel, N. S. Kozhevnikova, S. V. Rempel, Structure of cadmium sulfide nanoparticle micelle in aqueous solutions, Russian Chemical Bulletin 02(2013). 62(2).
6. F. Henglein// Chem. Rev. 89 (1989) 1861.
7. Kalandaragh Y.A., Muradov M.V., Mamedov R.K.//J. Crystal Growth 2007. V. 305, № 1, p. 175-180.

References

1. Yeliseyev A.A. Functional nanomaterials / A.A. Yeliseyev, A.V. Lukashin. – M.: FIZMATLIT, 2010. – 456 s.
2. Gusev A.I. Nanocrystal materials / A.I. Gusev, A.A. Rempel. – M.: FIZMATLIT, 2000. – 224 s.
3. Ch.P. Poole, F.J. Owens, Introduction in nanotechnology, John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, New Jersey, 2003.
4. R.F. Khairutdinov, Chemistry of semiconductor nanoparticles, Russ. Chem. Rev. 67 (2). (1998). 109–122.
5. A. A. Rempel, N. S. Kozhevnikova, S. V. Rempel, Structure of cadmium sulfide nanoparticle micelle in aqueous solutions, Russian Chemical Bulletin 02(2013). 62(2).
6. F. Henglein// Chem. Rev. 89 (1989) 1861.
7. Kalandaragh Y.A., Muradov M.V., Mamedov R.K.//J. Crystal Growth 2007. V. 305, № 1, p. 175-180.

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.197

Шубенкова Е.Г.¹, Мурашова А.О.²¹Кандидат химических наук, доцент, ²магистрант, Омский государственный технический университет

ПОЛУЧЕНИЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УЛЬТРАДИСПЕРСИЙ СУЛЬФИДА КАДМИЯ

Аннотация

Исследованы оптические свойства ультрадисперсий сульфида кадмия, полученного методом химического осаждения в водных растворах и в растворах обратных мицелл. Установлено смещение края полосы оптического поглощения в коротковолновую область при уменьшении размера частиц.

Ключевые слова: обратные мицеллы, полупроводниковые наночастицы, оптические свойства, ширина запрещенной зоны, фотокатализ.

Shubenkova E.G.¹, Murashova A.O.²¹PhD in Chemistry, associate professor, ²master student, Omsk State Technical University

PREPARATION AND OPTICAL PROPERTIES OF ULTRADISPERSED CADMIUM SULFIDE

Abstract

The optical properties of aqueous dispersions and solutions of reverse micelles of cadmium sulfide are researched. Band gap and particle size of the synthesized samples are defined. The shift of the band edge optical absorption to shorter wavelengths with decreasing particle size is installed.

Keywords: reverse micelles, semiconductor nanoparticles, optical properties, band gap, photocatalysis.

Уникальные свойства наночастиц полупроводниковых материалов, возможности управления их зонной структурой и, таким образом, контролем оптических свойств делают их применение перспективным не только в оптоэлектронике, но и в газовом анализе и катализе [1-3].

В связи с этим возникает проблема создания материалов, содержащих наночастицы, обладающих воспроизводимыми свойствами. Для создания ультрадисперсий полупроводников с контролируемыми размерами частиц используют коллоидно-химические методы [4,5].

В данной работе исследованы оптические свойства ультрадисперсий сульфида кадмия, полученного методом химического осаждения в водных растворах и в растворах обратных мицелл.

Исследуемые системы получены на основе натриевой соли ди-2-этилгексилового эфира сульфоянтарной кислоты (АОТ) и n-гептана в качестве неполярной фазы при комнатной температуре. В качестве полярной фазы использовали воду и водные растворы солей CdCl_2 (1,25–10,00 ммоль/л) и Na_2S (0,1 моль/л), приготовленные на бидистиллированной воде. Размер капель эмульсии в методе мицеллярного синтеза регулировали изменением величины $W=[\text{H}_2\text{O}]/[\text{ПАВ}]$.

Обратномицеллярные системы получали солубилизацией водной фазы в растворе АОТ в n-гексане с концентрацией ПАВ 0,1 М. К определенному объему раствора АОТ прибавляли по каплям водные растворы солей в таком количестве, чтобы соотношение $W=[\text{H}_2\text{O}]/[\text{ПАВ}]$ изменялось в интервале от 0,5 до 20.

Размер капель микроэмульсии определяли с помощью лазерного анализатора размера частиц SALD-2101«Shimadzu». В соответствии с результатами дисперсионного анализа приготовленные образцы представляют собой микроэмульсии с бидисперсным распределением частиц по размерам, образованные из агрегатов нанок капель, размеры которых определяются степенью гидратации ($W=[\text{H}_2\text{O}]/[\text{ПАВ}]$). Следует отметить, что с увеличением соотношения $W=[\text{H}_2\text{O}]/[\text{ПАВ}]$ диаметр частиц микроэмульсии также увеличивается.

Для получения ультрадисперсии сульфида кадмия методом химического осаждения из водных растворов использовали соли CdCl_2 (1,25 – 10,00 ммоль/л), и Na_2S (0,1 моль/л). Выбор интервала концентраций исходных растворов осуществляли на основе результатов определения порога коагуляции оптическим методом. Для золя CdS порог коагуляции составляет 0,005 М.

Спектры пропускания водных дисперсий и обратномицеллярных систем регистрировали на спектрофотометре Specol 1500 в диапазоне длин волн λ от 190 до 1100 нм в кварцевой кювете с толщиной слоя 1 см. В качестве образца сравнения использовали бидистиллированную воду. Ширину запрещенной зоны синтезированных образцов определяли по спектру поглощения, построенному в энергетической шкале [5]. Для расчёта E_g использовали участки

спектра с заметным изменением пропускания в зависимости от длины волны λ , т.е. участки от 270 до 600 нм, соответствующие энергиям фотонов от 2,07 до 4,59 эВ.

Поскольку ширина запрещённой зоны (E_g) является функцией коэффициента поглощения α , зависящего от оптической плотности образца, то построив график в координатах $(\alpha \cdot E)^2 = f(E)$ (E – энергия фотона, эВ), можно вычислить E_g , используя следующее уравнение:

$$(\alpha \cdot E)^2 = A \cdot (E - E_g), \quad (1)$$

где α – коэффициент поглощения, E – энергия фотона, эВ; A – коэффициент, не зависящий от частоты падающего излучения, E_g – ширина запрещённой зоны частиц. Радиус частиц определяли по методике в работе [7].

В работе ширину запрещённой зоны определяли как величину отрезка, отсекаемого на оси E касательной к линейной части экспериментальной кривой поглощения.

Анализ спектров пропускания водных дисперсий и обратномиецеллярных систем сульфида кадмия показал, что с уменьшением концентрации исходных реагентов как в случае водных дисперсий, так и в случае обратномиецеллярных систем край полосы поглощения смещается в коротковолновую область. Ширина запрещённой зоны частиц при этом увеличивается. Следует отметить, что в случае обратномиецеллярных растворов сульфида кадмия край полосы поглощения смещен в коротковолновую область значительно сильнее, что указывает на меньшие размеры частиц синтезированных данным методом. Оценка среднего размера частиц показала, что при концентрациях растворов хлорида кадмия ниже пороговых, средний размер частиц CdS лежит в интервале от 7 до 22 нм.

Литература

1. Елисеев А.А. Функциональные наноматериалы / А.А. Елисеев, А.В. Лукашин. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 456 с.
2. Гусев А.И. Нанокристаллические материалы / А.И. Гусев, А.А. Ремпель. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2000. – 224 с.
3. Ch.P. Poole, F.J. Owens, Introduction in nanotechnology, John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, New Jersey, 2003.
4. R.F. Khairutdinov, Chemistry of semiconductor nanoparticles, Russ. Chem. Rev. 67(2)(1998) 109–122.
5. S. V. Rempel, A. A. Razvodov, M. S. Nebogatikov, E. V. Shishkina, V. Ya. Shur, A. A. Rempel, Sizes and fluorescence of cadmium sulfide quantum dots, Physics of the Solid State 3(2013)55.
6. A. A. Rempel, N. S. Kozhevnikova, S. V. Rempel, Structure of cadmium sulfide nanoparticle micelle in aqueous solutions, Russian Chemical Bulletin 2(2013)62.
7. Gardeners S. I. Optical properties of the nanostructured lead sulfide films with cubic structure of the D03/type S.I.Sadovnikov, N. S. Kozhevnikova, A.I. Gusev/Fizika and the technician of semiconductors. - 2011. - Т.45. - № 2. - S 1621-1632.

References

1. Yeliseyev A.A. Functional nanomaterials / A.A. Yeliseyev, A.V. Lukashin. – M.: FIZMATLIT, 2010. – 456 s.
2. Gusev A.I. Nanocrystal materials / A.I. Gusev, A.A. Rempel. – M.: FIZMATLIT, 2000. – 224 s.
3. Ch.P. Poole, F.J. Owens, Introduction in nanotechnology, John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, New Jersey, 2003.
4. Schukin E.D. Colloidal chemistry: Studies. For universities and the chemical technologist. higher education institutions / E.D. Schukin, A.V. Pertsov, E.A. Amelina. – M.: Vyssh. sh., 2006. – 444 s.
5. Pismenko V. T. Colloidal chemistry. Methodical instructions / V.T. Pismenko, E.N. Kalyukov. - Ulyanovsk: ULGTU, 2003. - 72s.
6. Hu F., Ran Y., Zhou Z., Gao M. Nanotechnology. (2006) 17. p. 2972-2977.
7. Gardeners S. I. Optical properties of the nanostructured lead sulfide films with cubic structure of the D03/type S.I.Sadovnikov, N. S. Kozhevnikova, A.I. Gusev/Fizika and the technician of semiconductors. - 2011. - Т.45. - № 2. - S 1621-1632.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGY

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.213

Ашурбекова Т.Н.¹, Умарова М.З.²

¹Докторант, канд. биол. наук, доцент ФГБОУ ВО «Дагестанский ГАУ им. М.М. Джамбулатова»;

²аспирант, ст. преподаватель ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет»

**ОБ ЭКОЛОГО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ ОНКОЗАБОЛЕВАЕМОСТИ
НАСЕЛЕНИЯ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

Аннотация

В работе изучены и приведены некоторые показатели заболеваемости населения районов Чеченской Республики, основанные на данных, полученных из материалов Республиканского онкологического диспансера и проведен анализ распространения заболеваемости по районам республики. Так как городская и сельская среда имеют различные особенности воздействия на здоровье человека, изучена распространенность заболеваемости среди сельского и городского населения республики.

Ключевые слова: заболеваемость населения, онкозаболеваемость, окружающая среда, факторы среды, злокачественные новообразования.

Ashurbekova T.N.¹, Umarova M.Z.²

¹Doctoral student, PhD in Biology Sciences, associate Professor,

Federal State budgetary educational institution "Dagestan state agricultural UNIVERSITY. M. M. Dzhambulatova";

²postgraduate student, senior lecturer Federal State budgetary educational institution of the "Chechen state University"

**ABOUT ECOLOGICAL AND EPIDEMIOLOGICAL FEATURES OF CANCER MORBIDITY
IN THE CECHEEN REPUBLIC**

Abstract

In the article, and are some of the morbidity of the population of the districts of the Chechen Republic, based on data obtained from the materials of the Republican Oncology center and the analysis of the distribution of sickness in the districts of the Republic. As the urban and rural environment have different impact on human health, examined the prevalence of morbidity among the rural and urban population.

Keywords: population morbidity, cancer incidence, environment, environmental factors, malignant neoplasms.

Рассматривая проблему здоровья населения и окружающей среды, необходимо отметить, что одной из наиболее острых проблем человечества на сегодняшний день стала заболеваемость злокачественными новообразованиями, которая становится и одной из значимых причин высокой смертности населения. По данным официальной статистики, за последние 10 лет общая онкологическая заболеваемость в целом России увеличилась в полтора раза. По данным статистических материалов Министерства здравоохранения Чеченской Республики, в 2012 году причиной смерти 10,2% умерших послужили онкозаболевания.

Уровень заболеваемости злокачественными новообразованиями в Чеченской Республике остается ниже среднероссийских показателей – 244,1 на 100 тыс. населения (в Российской Федерации – 365,7) и соответствует показателям СКФО (241,4). Эти данные являются следствием низкой выявляемости патологии на амбулаторном уровне, отсутствия морфологических исследований (в регионе нет полноценной патолого-анатомической службы), особенностей возрастного состава населения (в Чеченской Республике 8,4% населения старше трудоспособного возраста, в Российской Федерации – 21,6%). Уровень смертности от новообразований в 2012 году составил 77,3 случаев на 100 тыс. населения.

Повышение больных онкологией в ЧР на наш взгляд, предполагает здесь экологически неблагоприятную обстановку, поэтому считаем, что важно изучить зависимость роста злокачественных новообразований от воздействия факторов экологической среды, как природных, так и антропогенных, в разных экологически неблагоприятных районах республики. Считаем, что наряду с количественной оценкой опасности формирования злокачественных новообразований важно оценить эпидемиологические особенности распространения онкозаболеваний в сельской местности и городах республики.

Этиология опухолей человека и осуществление мероприятий по профилактике злокачественных опухолей требует тщательного анализа факторов, от которых зависит уровень заболеваемости злокачественными новообразованиями и смертности от них определенных групп населения в различных географических, производственных и бытовых условий[1,2,3].

По данным Республиканского онкологического диспансера нами была изучена динамика онкозаболеваемости в республике с 1995-2013гг.преобладающие формы злокачественных новообразований, половая и возрастная структура заболеваемости. При статистической обработке результатов с использованием вычислительного пакета Excel, получены некоторые показатели онкозаболеваемости используемые для изучения эпидемиологии рака (таб.1).

Таблица 1 – Некоторые результаты заболеваемости злокачественными новообразованиями сельского населения Чеченской Республики

Административный район	Грубый интенсивный показатель (на 100 000 чел.)	Гендерные особенности заболеваемости населения	
	PZ	Мужчины, %	Женщины, %
Ачхой -Мартановский	102,97	48,86	51,14
Веденский	69,07	46,41	53,59
Грозненский-сельский	46,04	44,11	55,89
Гудермесский	49,7	51,60	48,40
Итум-Калинский	75,37	54,93	45,07
Курчалоевский	44,82	43,26	56,73
Надтеречный	96,13	45,44	54,56
Наурский	51,50	44,09	55,91
Ножай-Юртовский	53,69	43,47	56,53
Сунженский	68,63	48,86	51,14
Урус-Мартановский	49,04	49,84	50,16
Шаройский	46,21	47,62	52,38
Шалинский	53,10	48,31	51,69
Шатойский	67,92	51,30	48,70
Шелковской	32,58	45,63	54,37

По результатам исследований нами выявлены районы Чеченской Республики с наиболее высокими среднегодовыми показателями онкозаболеваемости сельского населения (рис. 1).

Данные сведения в абсолютных цифрах показывают, что суммарно за все исследуемые годы показатель заболеваемости сельского населения по республике выше в Ачхой-Мартановском, Грозненском, Надтеречном и Курчалоевском районе. Сводные данные за те же годы по городскому населению показывают, что наибольший показатель заболеваемости приходится на город Грозный.

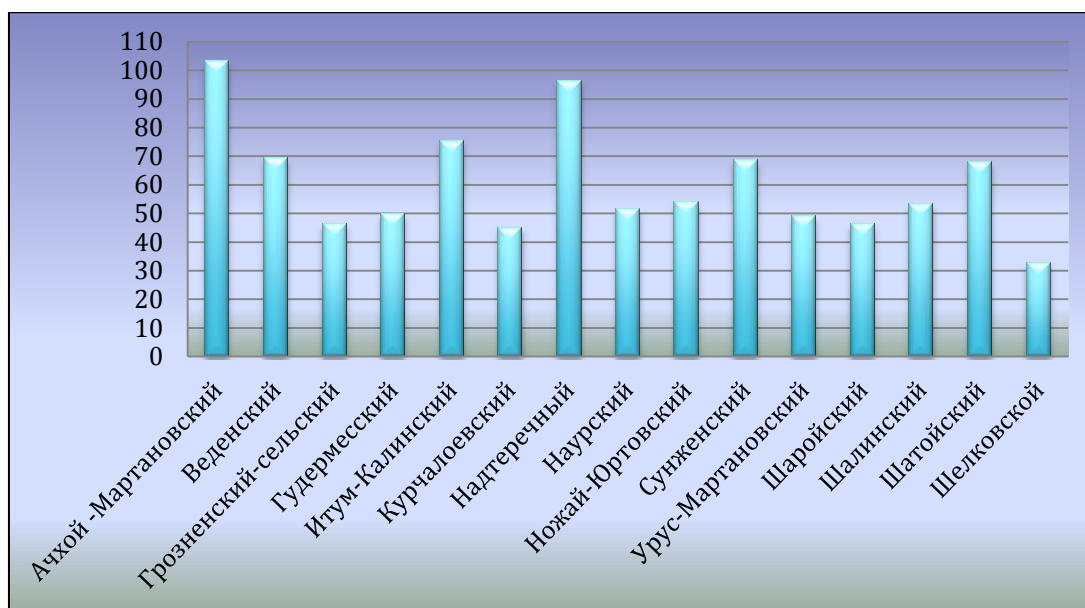


Рис. 1 – Показатель заболеваемости сельского населения (на 100 000 человек)

Таким образом, изучение эпидемиологических особенностей распространения злокачественных новообразований нам дает новые материалы по этиологии опухолей человека. Выявляет зоны относительно высокой или сравнительно низкой заболеваемости. Результаты этих исследований являются основой проведения комплексных эколого-географических исследований объектов природной и антропогенной среды Чеченской Республики, с целью выявления корреляционной зависимости между качеством окружающей среды и динамикой заболеваемости.

Литература

1. Гасангусейнова А.Г., Абдурахманов Г.М., Габибова П.И. Эколого-эпидемиологические особенности и прогноз заболеваемости злокачественными новообразованиями сельского населения Республики Дагестан.-Юг-России: экология, развитие №4/2009,-С.197-199 .
2. Кикун П.Ф., Юдин С.В., Жерновский М.В., Веремчук Л.В. эколого-гигиенические аспекты распространения онкологических заболеваний в Приморском крае //Гигиена и санитария.-2007.-№6.-С.30-33.
3. Куденцова Г.В. Научное обоснование управленческих решений по коррекции онкоситуации в сельских районах (На примере Курской области): Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора мед. наук.- М., 2007.- 48с.

References

1. Gasangusejnova A.G., Abdurahmanov G.M., Gabibova P.I. Jekologo-jepidemiologicheskie osobennosti i prognoz zaboлеваemosti zlokachestvennymi novoobrazovanijami sel'skogo naselenija Respubliki Dagestan.-Jug-Rossii: jekologija, razvitie №4/2009,-S.197-199 .
2. Kiku P.F., Judin S.V., Zhernovskij M.V., Veremchuk L.V. jekologo-gigienicheskie aspekty rasprostraneniya onkologicheskikh zabolevanij v Primorskom krae //Gigiena i sanitarija.-2007.-№6.-S.30-33.
3. Kudencova G.V. Nauchnoe obosnovanie upravlencheskikh reshenij po korrekcii onkosituacii v sel'skih rajonah (Na primere Kurskoj oblasti): Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni doktora med. nauk.- M., 2007.-48s.

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.222

Белашова О.В.¹, Дорогина О.В.², Шпанько Д.Н.³

¹Ассистент, Кемеровская государственная медицинская академия, ²доктор биологических наук, профессор, ЦСБС СО РАН, ³Кандидат фармацевтических наук, доцент, Кемеровская государственная медицинская академия

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММЫ ФЛАВОНОИДОВ В ТРАВЕ РОДА TRIFOLIUM L. НА ТЕРРИТОРИИ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

В статье рассмотрено – количественное определение суммы флавоноидов в траве растений рода клевер, произрастающих на территории Кемеровской области. Данное исследование содержания флавоноидов в растениях имеет важное значение для решения ряда задач хемотаксономического направления. Изученные виды клевера отличаются по количественному содержанию суммы флавоноидов. Максимальная массовая концентрация (%) флавоноидов отмечена нами у клевера гибридного, далее в порядке убывания количества флавоноидов по среднему значению можно поставить клевер люпиновидный, затем клевер золотистый, далее клевер ползучий, на предпоследнем месте находится клевер луговой и минимальное содержание флавоноидов регистрируется нами у клевера горного.

Ключевые слова: Кемеровская область, клевер, флавоноиды.

Belashova O.V.¹, Dorogina O.V.², Shpanko D.N.³

¹Assistant of the Department of the Kemerovo State Medical Academy, ²PhD in Biology, ³PhD in Biology, Associate Professor, Kemerovo State Medical Academy

QUANTITATIVE DETERMINATION OF TOTAL FLAVONOIDS IN THE GENUS TRIFOLIUM L. GRASS IN THE KEMEROVO REGION

Abstract

In the article - quantitative determination of total flavonoids in the grass plants of clover growing in the Kemerovo region. This study flavonoid content in plants is essential for solving a number of problems chemotaxonomic direction. The studied species of clover differ in quantitative content of total flavonoids. Maximum mass concentration (%) flavonoids marked us in clover hybrid, followed in descending order of the amount of flavonoids on the average value can be put Clover lupine, then clover gold, then white clover, in the penultimate place is red clover and the minimum content of flavonoids is registered by us in clover mountain.

Keywords: Kemerovo region, clover, flavonoids.

Учитывая повсеместное распространение и широкое применение клеверов в народной медицине, а также недостаток, скудость и разрозненность знаний о содержании биологически активных веществ в них, актуальным и интересным является определение суммы флавоноидов в сравнительном аспекте.

Материал для исследования был собран в Кемеровской области в течение всего вегетационного периода, а также в начале осени (сентябрь) в 2008-2013 гг.

Помимо живых растений, фиксированных на месте в 70%-ном этиловом спирте, нами были заготовлены гербарные образцы. Всего было исследовано 6 видов из 15 местонахождений на территории Кузбасса. Подготовку материала проводили, соблюдая нормативные требования и общепринятые методики [1,3].

Оценку качества исходного сырья производили по содержанию суммы флавоноидов, как основной группы действующих веществ. Для количественного определения флавоноидов и микроэлементов использовали спектрометрический метод [1,3].

Таблица 1 – Результаты количественного содержания суммы флавоноидов в некоторых видах клевера, в % от массы воздушно-сухого сырья

Вид клевера	Номер пробы			
	1	2	3	среднее значение флавоноидов
Клевер луговой	4,33	4,46	4,42	4,40
Клевер ползучий	4,64	4,57	4,49	4,56
Клевер гибридный	5,53	5,36	5,39	5,42
Клевер люпиновидный	5,10	4,89	5,08	5,02
Клевер горный	3,93	4,09	4,19	4,07
Клевер золотистый	4,42	4,63	4,69	4,58

Как следует из данных таблицы 1, изученные виды клевера отличаются по количественному содержанию суммы флавоноидов. Максимальная массовая концентрация (%) флавоноидов отмечена нами у клевера гибридного, далее в порядке убывания количества флавоноидов по среднему значению можно поставить клевер люпиновидный, затем клевер золотистый, далее клевер ползучий, на предпоследнем месте находится клевер луговой и минимальное содержание флавоноидов регистрируется нами у клевера горного.

Обращая внимание на содержание элементов, ответственных за продуцирование фенольных соединений, особенно флавоноидов, нами предприняты попытки установления корреляционной зависимости между их количеством и содержанием суммы флавоноидов.

С этой позиции нами исследовались медь, марганец, хром, никель, молибден, стронций, кобальт.

Полученные результаты представлены графически (Рис. 1-7).

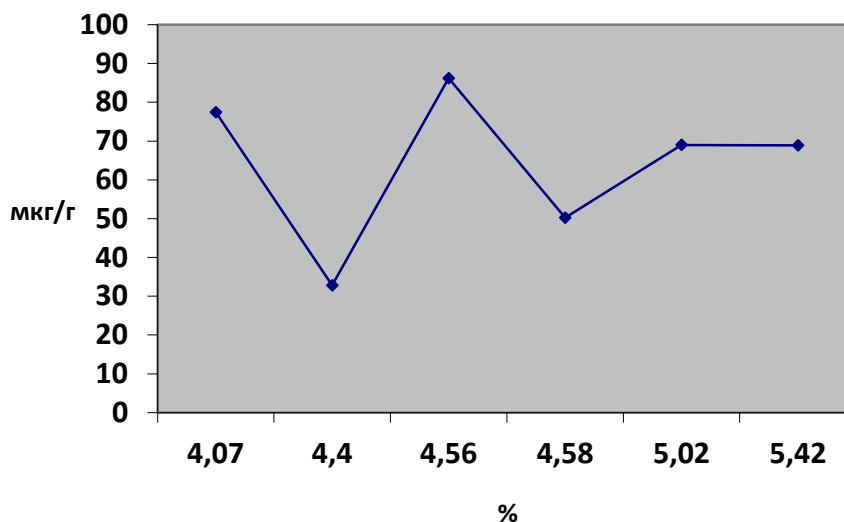


Рис. 1 – Зависимость содержания суммы флавоноидов (%) от накопления в траве клевера марганца (мкг/г)

На данной диаграмме корреляционной зависимости не выявлено.

Далее нами рассматривалась зависимость содержания суммы флавоноидов относительно элемента-стронция (Рис. 2).

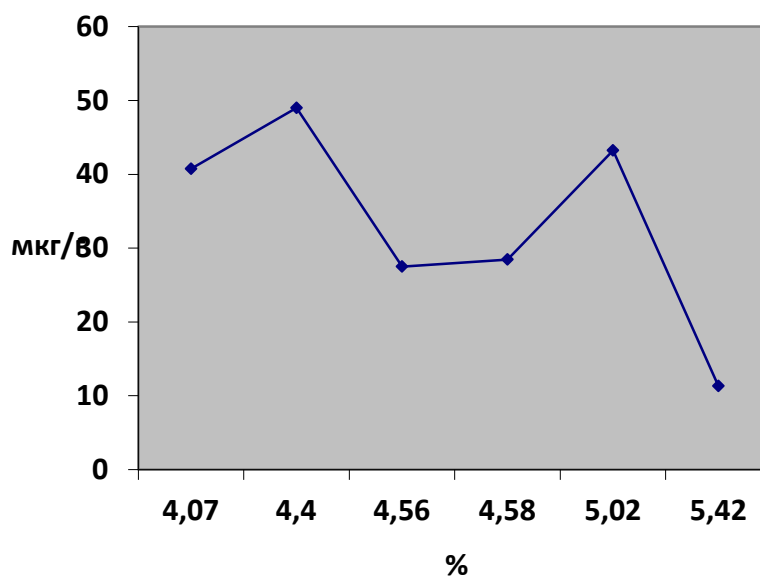


Рис. 2 – Зависимость содержания суммы флавоноидов (%) от накопления в траве клевера стронция (мкг/г)

Исследуемая зависимость также не линейна.

Следующий этап исследования – выявление зависимости содержания суммы флавоноидов от накопления в траве меди (Рис.3).

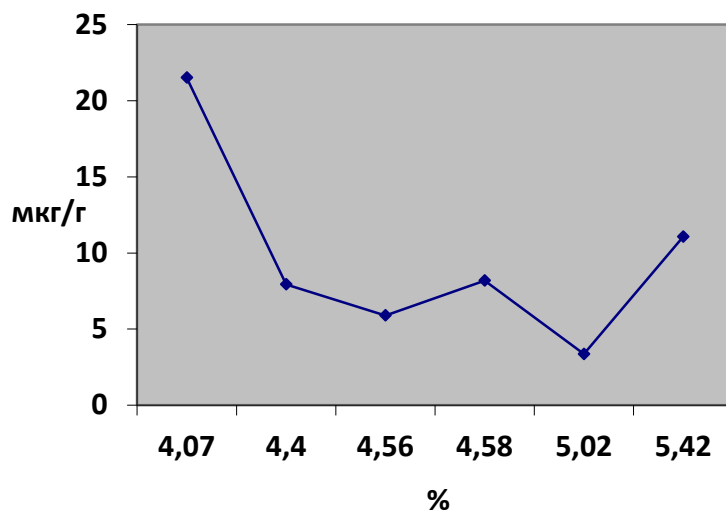


Рис. 3 – Зависимость содержания суммы флавоноидов (%) от накопления в траве клевера меди (мкг/г)

На данной диаграмме не наблюдается линейная зависимость, не позволяющая установить прямо пропорциональную закономерность накопления суммы флавоноидов в траве клевера от содержания в ней меди.

Используя те же приемы и методики нами исследовалась корреляция относительно содержания суммы флавоноидов и накопления никеля в траве различных видов клевера (Рис. 4).

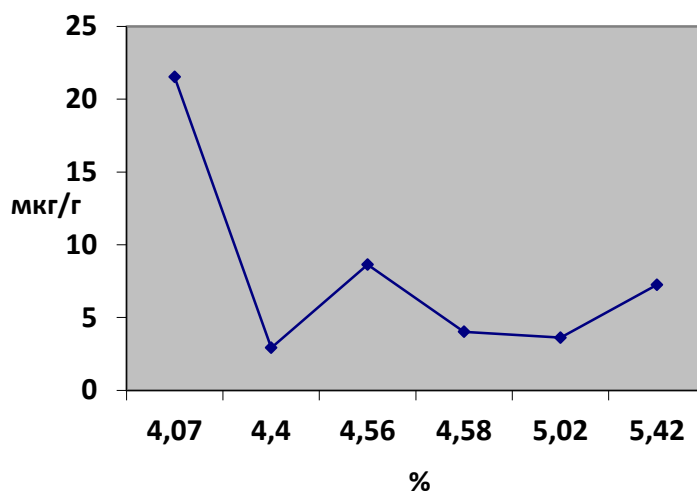


Рис. 4 – Зависимость содержания суммы флавоноидов (%) от накопления в траве клевера никеля (мкг/г)

Далее изучали корреляционную зависимость относительно элемента-хрома (Рис. 5).

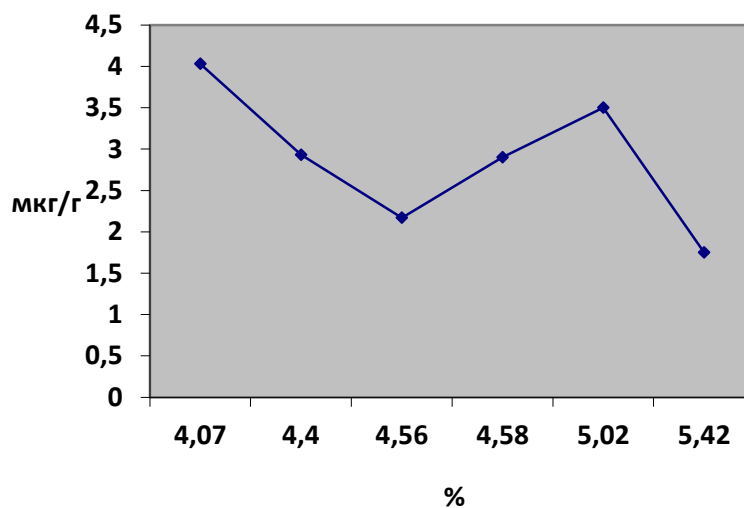


Рис. 5 – Зависимость содержания суммы флавоноидов (%) от накопления в траве клевера хрома (мкг/г)

Данная зависимость не может считаться линейной, поскольку «выпадают» значения, относящиеся к образцам травы клевера золотистого (4,58) и клевера люпиновидного (5,02).

Существование корреляции между накоплением флавоноидов в траве клевера и содержанием в ней молибдена рассматривали на Рис.6.

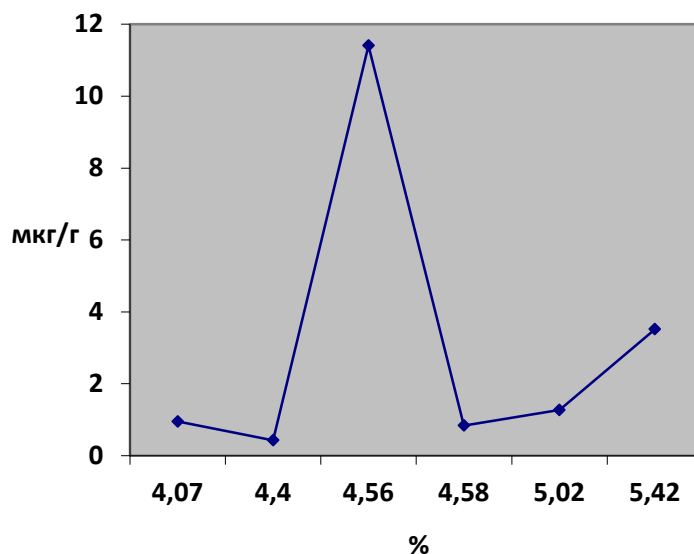


Рис. 6 – Зависимость содержания суммы флавоноидов (%) от накопления в траве клевера молибдена (мкг/г)

Данная зависимость могла быть линейной, если бы не скачкообразное повышение у образца клевера ползучего (4,56).

И завершающим этапом было рассмотрение возможной корреляционной зависимости накопления флавоноидов от концентрации в траве клевера кобальта (Рис. 7).

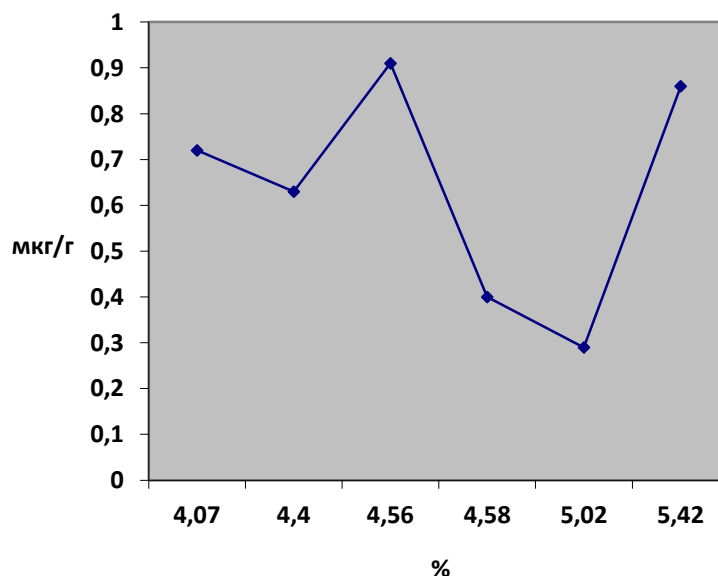


Рис. 7 – Зависимость содержания суммы флавоноидов (%) от накопления в траве клевера кобальта (мкг/г)

Как и в случае с хромом, данная зависимость не может считаться линейной из-за несоответствия двух значений, относящихся к траве клевера ползучего и клевера гибридного.

Таким образом, для образцов травы шести видов клевера прямая корреляционная зависимость между накоплением суммы флавоноидов и содержанием химических элементов марганца, стронция, меди, никеля, хрома, молибдена и кобальта не установлена.

Линейная закономерность относительно молибдена не обнаружена только из-за одного значения клевера ползучего, а корреляционная зависимость кобальта и хрома не установлена по причине несоответствия только двух значений: трава клевера ползучего и клевера гибридного для кобальта и трава клевера золотистого и клевера люпиновидного для хрома.

Установленный нами результат является, по-нашему мнению, характерным и может быть связан со спецификой биосинтетических процессов, протекающих в растениях рода «Клевер», что также требует дальнейшего, более глубокого и детального рассмотрения.

Отдельные оригинальные работы, опубликованные в последние годы, а также полученный нами материал, подтверждают существование специфической для семейств и родов корреляции между накоплением в растениях определенной основной группы биологически активных веществ органической природы и химическими элементами, попадающими в организм растения из окружающей среды и накапливающимися в нем [2].

Литература

1. Государственная фармакопея СССР: Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье/ МЗ СССР. – 11-е изд. доп. – М.: Медицина, 1989. – Вып. 2. – 400 с.
2. Попов А.И., Баранова В.В., Шпанько Д.Н., Черкасова Е.А., Шайдулина Т.Б. Геоэкология представителей семейства бобовых в угледобывающих районах Кузбасса. // Ресурсосберегающие технологии в сельском хозяйстве Западной Сибири: Мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2009. – С. 134-136.
3. Химический анализ лекарственных растений: Учеб пособие для фармацевтических вузов / Ладыгина Е.Я., Сафронич Л.Н., Отряшенкова В.Э. и др. Под ред. Гринкевич Н.И., Сафронич Л.Н. – М.: Высш. Школа, 1983. – С. 41-56.

References

1. Gosudarstvennaja farmakopeja SSSR: Obshhie metody analiza. Lekarstvennoe rastitel'noe syr'e/ MZ SSSR. – 11-e izd. dop. – М.: Medicina, 1989. – Vyp. 2. – 400 s.
2. Popov A.I., Baranova V.V., Shpan'ko D.N., Cherkasova E.A., Shajdulina T.B. Geojekologija predstavitelej semejstva bobovyh v ugledobyvajushhih rajonah Kuzbassa. // Resursosberegajushhie tehnologii v sel'skom hozjajstve Zapadnoj Sibiri: Mat-ly Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Kemerovo: Kuzbassvuzizdat, 2009. – S. 134-136.
3. Himicheskij analiz lekarstvennyh rastenij: Ucheb posobie dlja farmacevticheskikh vuzov / Ladygina E.Ja., Safronich L.N., Otrjashenkova V.Je. i dr. Pod red. Grinkevich N.I., Safronich L.N. – М.: Vyssh. Shkola, 1983. – S. 41-56.

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.076

Беляев О.А.¹, Фарисенков С.Э.², Чуканов В.С.³

¹Соискатель, ²аспирант, ³кандидат биологических наук,
Биологический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (№ 14-14-00208)

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗМЕРОВ ТЕЛА НА ЛЁТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МУХ-ЖУРЧАЛОК (DIPTERA, SYRPHIDAE)

Аннотация

Для мух-журчалок различного размера проанализированы морфологические и динамические характеристики, связанные с полётом. Показано, что с уменьшением размеров тела закономерно изменяются площадь крыла, нагрузка на крылья, частота взмахов крыльев, сила тяги. В зависимости от размеров тела лётные характеристики у представителей подсемейств Syrphinae и Eristalinae изменяются сходным образом. Также у близких по массе тела представителей обоих подсемейств обнаружены различия в площади крыла, нагрузке на крылья, частоте и амплитуде взмахов. Полученные результаты указывают на то, что изучение зависимости формы крыльев и лётных характеристик от размеров тела в рамках данного семейства затруднительно в силу узкого диапазона числа Рейнольдса.

Ключевые слова: размеры тела, полёт, двукрылые, Diptera, Syrphidae.

Belyaev O.A.¹, Farisenkov S.E.², Chukanov V.S.³

¹Postgraduate student, ²postgraduate student, ³PhD in Biology,
Lomonosov Moscow State University

The work was supported by Russian Science Foundation (14-14-00208)

STUDY OF EFFECT OF BODY SIZE ON FLIGHT PARAMETERS OF HOVERFLIES (DIPTERA, SYRPHIDAE)

Abstract

Kinematic and morphological parameters associated with flight were analyzed for hoverflies of various body size. It was shown that reduction in body size leads to changes in wing area, wing loading, wing-beat frequency, and thrust. Flight parameters of representatives of subfamilies Syrphinae and Eristalinae changed similarly depending on the body size. Besides, similar in body mass representatives of both subfamilies showed differences in wing area, wing loading, wing-beat frequency, and stroke amplitude. Our results show that it is difficult to study the dependence of wing form and flight parameters from body size within the given family due to a narrow range of Reynolds number.

Keywords: body size, flight, hoverflies, Diptera, Syrphidae.

В полёте насекомое испытывает воздействие сил вязкого трения воздуха, а также инерционных сил. Чтобы оценить влияние различий в размерах тела и скорости полёта на аэродинамику, используется число Рейнольдса. Значения числа Рейнольдса для насекомых находятся в пределах от 10 для самых мелких и до 10000 для крупных, при этом считается, что в диапазоне значений от 100 до 5000 характер обтекания тела насекомого сравнительно одинаков. При больших числах Рейнольдса преобладают силы инерции, при низких – силы вязкого трения, оказывая существенное влияние на полёт мельчайших насекомых [9]. Так, например, частота взмахов крыльев у мелких насекомых выше, чем у крупных [3]. Кроме того, в пределах таксономической группы относительно мелкие насекомые характеризуются более высокой частотой взмахов [2].

Благодаря совершенному полёту и повсеместному распространению мухи-журчалки неоднократно служили объектами для исследования частоты взмахов крыльев и других лётных характеристик [6]. Представляет интерес способность этих двукрылых зависать в воздухе на месте в режиме стоячего полёта (ховеринг). Стоит отметить относительно большое количество видов Syrphidae в фауне России (порядка 800 видов) по сравнению с другими крупными семействами высших двукрылых (Tachinidae – 700, Muscidae – 400, Anthomyiidae – 300, Calliphoridae – 80), разнообразие в образе жизни [4], а также многообразие размеров и формы тела имаго.

Ранее в результате сравнительного анализа полёта 9 видов мух-журчалок нами было обнаружено, что масса тела оказывает влияние на лётные характеристики [1]. Данная работа является попыткой оценить влияние размеров тела на форму крыльев и лётные характеристики двукрылых на примере семейства Syrphidae с привлечением большего числа видов.

Материалы и методы.

Работа выполнена на представителях 15 видов семейства Syrphidae из подсемейств Eristalinae и Syrphinae (Таблица 1). Были исследованы только самцы, поскольку многим двукрылым свойственен половой диморфизм по размерам тела и форме крыла [10], а также есть основания полагать, что значительная масса гонад самок оказывает влияние на лётные характеристики.

Насекомых отлавливали в летнее время с 2010 по 2015 гг. в парках Москвы и на территории Звенигородской биологической станции имени С.Н.Скадовского. Эксперименты проводили в лабораторных условиях на живых особях при температуре воздуха 23-27°C.

В лаборатории насекомых помещали в камеру с прозрачной передней стенкой размером (47×13×38 см) и осуществляли видеозапись (от 210 до 1000 кадров в секунду) свободного прямолинейного полёта для последующего вычисления его скорости (V). Для стимуляции насекомых к полёту использовали однонаправленный источник света и обдувание воздухом. Фиксировали максимальные значения скорости полёта для каждой особи.

Затем насекомых крепили за среднеспинку к булавке легкоплавкой смесью воска и канифоли. В закреплённом полёте записывали звук, сопровождающий работу крыльев, для вычисления частоты взмахов (n). Далее снимали высокоскоростное видео (от 210 до 1000 кадров в секунду) с фронтального и бокового ракурсов. Угол плоскости взмахов (β) измеряли в боковой проекции между продольной осью тела и линией, соединяющей крайние положения апекса крыла. За амплитуду взмахов во фронтальной проекции (α') принимали угол, образованный основанием и крайними положениями апекса крыла. Измерения углов по видеозаписям осуществляли с помощью программы Meazure, вычисление частоты взмахов на основе аудиозаписей – в программе Adobe Audition.

Для измерения движущей составляющей полной аэродинамической силы, или силы тяги (T), булавку с насекомым закрепляли на нижнем конце вертикальной гибкой пластины и фиксировали её максимальное отклонение от положения покоя в миллиметрах при закреплённом полёте. Предварительно пластина была откалибрована грузами: для любого её отклонения с шагом в 1 мм было задано соответствие в Ньютонах.

Затем насекомых замаривали и измеряли массу тела (m) на аналитических весах с точностью до 0.1 мг. Длину тела (L) измеряли с помощью окулярной шкалы стереоскопического микроскопа.

Препараты крыльев были сфотографированы под микроскопом с апохроматическим объективом. По фотографиям в САПР были измерены длина крыла (l) и его площадь (S).

Были вычислены ряд производных характеристик.

Статистический анализ данных был проведён в программе Statistica. Корреляции между значениями измеренных характеристик оценивали по критерию Пирсона. Достоверность различий между выборками определяли с помощью теста Манна-Уитни.

Список кратких обозначений измеренных характеристик:

m – масса тела, мг

L – длина тела, мм

l – длина крыла, мм

S – площадь крыла, мм²

p_w – нагрузка на крылья, Н/м². $p_w = \frac{mg}{2S}$, где g – ускорение свободного падения

AR – удлинение крыла. $AR = \frac{l^2}{2S}$

n – частота взмахов крыльев, Гц

V – скорость полёта, м/с

T – сила тяги, Н

T_m – относительная аэродинамическая сила, Н/кг. $T_m = \frac{T}{m}$

β – угол плоскости взмахов крыльев, град.

α' – амплитуда взмахов крыльев во фронтальной проекции, град.

α – амплитуда взмахов крыльев в плоскости взмаха, град. $\alpha = 2 \arctg \left(\frac{\tg(\alpha'/2)}{\sin \beta} \right)$

Re – число Рейнольдса. $Re = \frac{\rho V L}{\eta}$, где ρ – плотность воздуха при 25°C, η – динамическая вязкость воздуха при 25°C

Результаты и обсуждение.

Для исследованных видов были получены значения измеряемых характеристик. Медианные значения для каждого вида представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Медианные значения измеренных характеристик
В скобках указано количество исследованных особей

Подсемейство	Вид	m мг	S мм ²	p_w Н/м ²	AR	V м/с	n Гц	T 10 ⁻⁵ Н	T_m Н/кг	α град	Re
Eristalinae	<i>Cheilosia pagana</i> Mg. (2)	8.4	9.5	4.4	4.46	2.0	182	19.6	23.3	82	920
	<i>Eristalis arbustorum</i> L. (12)	47.8	18.1	12.8	4.06	2.4	226	85.6	18.2	110	1690
	<i>Eristalis tenax</i> L. (10)	101.6	34.0	15.0	3.99	1.1	182	157.7	15.1	110	1080
	<i>Helophilus pendulus</i> L. (8)	48.5	19.2	12.8	4.18	2.3	214	94.6	17.0	88	1660
	<i>Helophilus trivittatus</i> F. (10)	89.1	27.8	15.0	4.29	2.2	221	121.5	18.2	80	2170
	<i>Syritta pipiens</i> L. (2)	10.3	5.7	8.9	4.58	1.4	284	6.7	6.7	106	610
	<i>Volucella pellucens</i> L. (8)	113.4	44.7	12.8	4.26	2.4	151	277.5	23.7	109	2420
	<i>Xylota segnis</i> L. (9)	30.0	16.2	9.2	4.47	1.9	172	39.5	13.6	115	1290
	<i>Xylota tarda</i> Mg. (2)	23.0	12.8	8.8	4.31	1.7	193	30.1	13.0	111	1100
Syrphinae	<i>Chrysotoxum festivum</i> L. (5)	61.2	31.6	9.1	4.18	1.7	146	66.1	13.5	97	1500
	<i>Episyrphus balteatus</i> De Geer (9)	28.8	22.2	5.8	4.58	1.8	184	47.0	19.5	84	1300
	<i>Platycheirus albimanus</i> F. (4)	9.0	10.9	4.0	4.27	1.3	182	8.3	9.8	94	680
	<i>Sphaerophoria scripta</i> L. (5)	12.3	8.3	7.2	4.53	1.7	215	13.7	11.7	100	1050
	<i>Syrphus ribesii</i> L. (13)	35.9	22.2	8.8	4.36	2.2	178	70.8	17.5	95	1610
	<i>Syrphus vitripennis</i> Mg. (4)	21.3	18.1	6.1	4.38	2.4	180	34.1	17.3	92	1510

Минимальная масса тела отмечена у *Cheilosia pagana* (7.8 мг), максимальная у *Volucella pellucens* (134.9 мг). Значения Re у исследованных особей находится в диапазоне от 538 (*Platycheirus albimanus*) до 2937 (*Helophilus trivittatus*). Выявлена слабая положительная корреляция Re с массой тела ($k = 0.23$), площадью ($k = 0.21$) и длиной крыла ($k = 0.27$) для семейства в целом, но не для отдельных подсемейств. Такой результат связан, во-первых, с недостаточно широким диапазоном Re , а во-вторых, с большой дисперсией значений скорости свободного полёта: крупные виды зачастую уступали более мелким в скорости полёта. По этим же причинам невозможно выявить связь Re с частотой и амплитудой взмахов крыльев.

Площадь крыльев нелинейно убывает с уменьшением массы тела. Зависимость имеет вид $S = km^{2/3}$ (для Eristalinae $k \approx 1.5$, для Syrphinae $k \approx 2.1$) (рис. 1а). При сходной массе тела площадь крыльев у Syrphinae больше, чем у Eristalinae. Таким образом, Syrphinae имеют меньшую нагрузку на крылья. Показано, что нагрузка на крылья изменяется в зависимости от массы тела согласно функции $p_w = km^{1/3}$ (для Eristalinae $k \approx 3.1$, для Syrphinae $k \approx 2.3$) (рис. 1б).

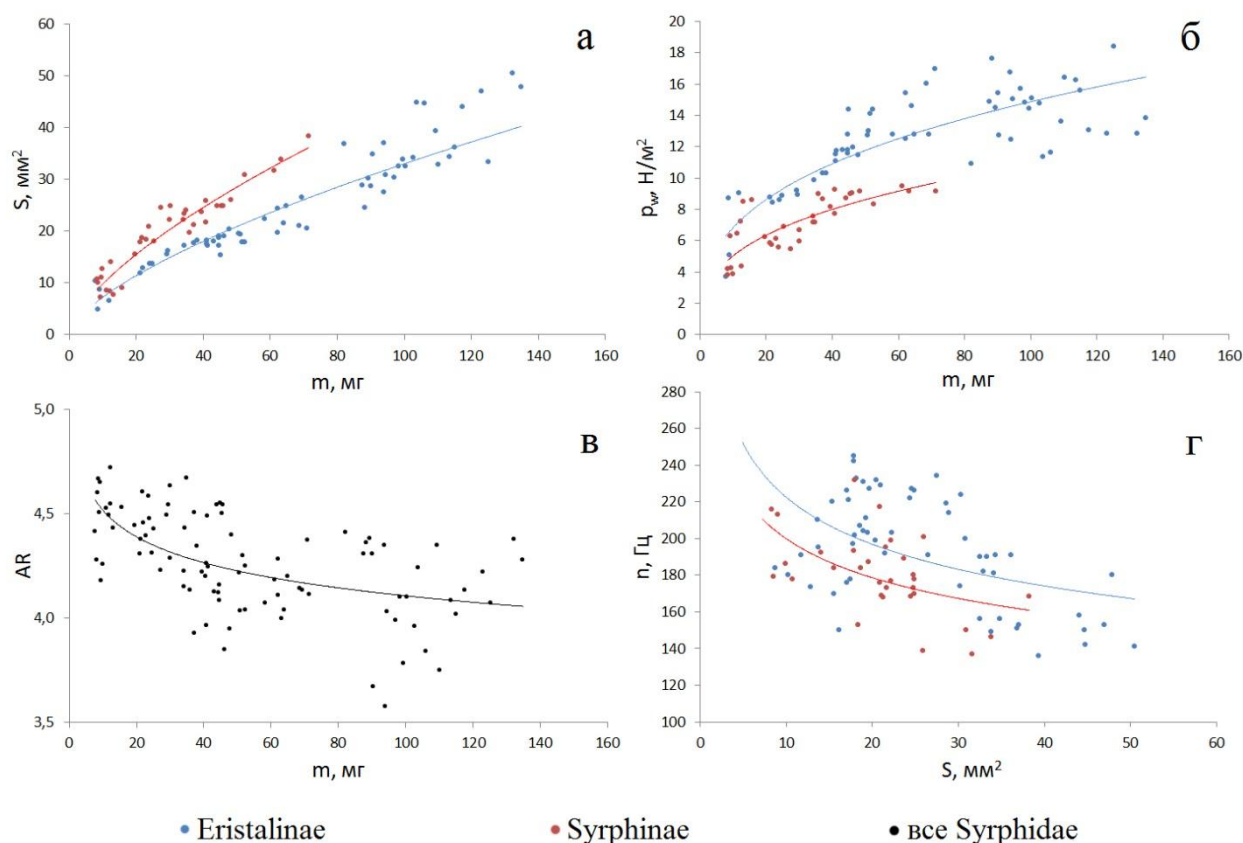


Рис. 1 – Графики зависимостей:
а) площади крыла от массы тела, б) нагрузки на крылья от массы тела, в) удлинения крыльев от массы тела, г) частоты взмахов от площади крыла.

Удлинение крыла отрицательно коррелирует с массой тела (рис. 1в), $k = -0.54$. Такой результат является мало ожидаемым, так как у перепончатокрылых, например, отмечено аллометрическое изменение формы крыла в сторону уменьшения удлинения при миниатюризации [5, 7, 8]. Однако, для некоторых Syrphidae, в том числе для видов *Syrirta* и *Xylota*, была отмечена тенденция к удлинению крыльев, а для видов *Volucella* и представителей Syrphinae – к расширению и увеличению площади [6]. Полученные нами данные частично это подтверждают.

Частота взмахов крыльев повышается при уменьшении массы тела и площади крыльев. При этом значения частоты взмахов у представителей Syrphinae в среднем на 20 Гц меньше, чем у Eristalinae при сходной массе тела (рис. 1г). Для исследованных насекомых корреляция частоты взмахов с площадью крыльев более сильная ($k = -0.52$), чем с массой тела ($k = -0.25$). Это может говорить о том, что на частоту взмахов главным образом оказывает влияние площадь крыла.

В рамках данной работы не удалось выявить корреляции амплитуды взмахов с размерными характеристиками. При сравнении подсемейств было обнаружено, что у представителей Syrphinae амплитуда взмахов в среднем на 10 градусов меньше, чем у Eristalinae.

Сила тяги нелинейно зависит от массы тела, характер зависимости имеет вид $T = km^{1.2}$, где $k \approx 0.9$. Соответственно относительная сила тяги изменяется согласно функции $T_m = km^{0.2}$, $k \approx 8.3$. Таким образом, мелким Syrphidae свойственна в среднем меньшая относительная сила тяги.

Заключение

Влияние размеров тела на форму крыльев и лётные характеристики исследованных мух-журчалок имеет неоднозначный характер. С одной стороны, мелкие Syrphidae характеризуются низкой нагрузкой на крылья и более высокой частотой взмахов крыльев. С другой стороны, отмеченные для них большее удлинение крыла и меньшая относительная тяга оказались мало ожидаемыми результатами. Из этого можно заключить, что в пределах отдельного семейства достаточно сложно оценить влияние размеров тела на форму крыла и лётные характеристики в силу небольшого диапазона значений массы тела и числа Рейнольдса.

В результате сравнения подсемейств Syrphinae и Eristalinae было выявлено, что лётные характеристики одинаковым образом изменяются в зависимости от размеров тела. При этом представители Syrphinae имеют относительно большую площадь крыльев, что приводит к понижению нагрузки на крылья, а также уменьшению частоты и амплитуды взмахов крыльев.

Благодарности

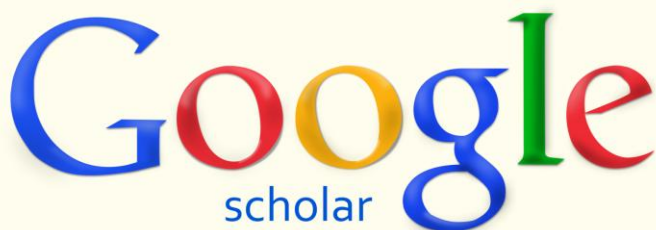
Авторы выражают благодарность сотруднику кафедры биологической эволюции биологического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова Лысенкову Сергею Николаевичу за помощь в установлении видовой принадлежности *Platycheirus albimanus* и *Cheilosia pagana*.

Литература

1. Беляев О.А., Чуканов В.С., Фарисенков С.Э. Сравнительная характеристика крылового аппарата и полета двукрылых семейства Syrphidae (Diptera) // Вестник Московского университета. Серия 16. Биология. 2014. № 1. С. 24-28.
2. Бродский А.К. Механика полёта насекомых и эволюция их крылового аппарата. – Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1988. – 208 с.
3. Кокшайский Н.В. Очерк биологической аэро- и гидродинамики (полёт и плавание животных). – М.: Наука, 1974. – 256 с.
4. Нарчук Э.П. Определитель семейств двукрылых насекомых фауны России и сопредельных стран (с кратким обзором семейств мировой фауны) – СПб: Зоологический институт РАН, 2003. – 253 с.
5. Расницын А.П. Происхождение и эволюция перепончатокрылых насекомых. – М.: Наука, 1980. – 192 с.
6. Родендорф Б.Б. Органы движения двукрылых насекомых и их происхождение – М.: Труды Палеонтологического института АН СССР, 1951. Т. 35. – 180 с.
7. Фарисенков С.Э., Беляев О.А., Чуканов В.С. Влияние размеров тела на лётные характеристики стебельчатобрюхих перепончатокрылых (Hymenoptera, Apocrita) // Международный научно-исследовательский журнал, 2015. № 10 (41). Часть 3. С. 117-121.
8. Danforth B.N. The evolution of hymenopteran wings: the importance of size // J. Zool., Lond. 1989. 218. P. 247-276.
9. Dickinson M., Dudley R. Flight. In: Resh V.H., Carde R.T. (eds) Encyclopedia of insects. – Academic Press, 2003. – P. 416-426.
10. Gidaszewski N.A., Baylac M., Klingenberg C.P. Evolution of sexual dimorphism of wing shape in the *Drosophila melanogaster* subgroup // BMC Evolutionary Biology, 2009. 9:110. P. 1-11.

References

1. Belyaev O.A., Chukanov V.S., Farisenkov S.E. Sravnitel'naja kharakteristika krylovogo apparata i poleta dvukrylyh semejstva Syrphidae (Diptera) // Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 16. Biologija. 2014. № 1. S. 24-28.
2. Brodskij A.K. Mekhanika poljota nasekomyh i evoljutsija ih krylovogo apparata – L.: Izd-vo Leningradskogo universiteta, 1988. – 208 s.
3. Kokshajskij N.V. Oчерk biologicheskoy aero- i gidrodinamiki (poljot i plavanie zhivotnyh). – M.: Nauka, 1974. – 256 s.
4. Narchuk E.P. Opredelitel' semejstv dvukrylyh nasekomyh fauny Rossii i sopredel'nyh stran (s kratkim obzorom semejstv mirovoj fauny) – SPb: Zoologicheskij institut RAN, 2003. – 253 s.
5. Rasnitsyn A.P. Proishozhdenie i evoljutsija pereponchatokrylyh nasekomyh. – M.: Nauka, 1980. – 192 s.
6. Rodendorf B.B. Organy dvizhenija dvukrylyh nasekomyh i ih proiskhozhdenie – M.: Trudy Paleontologicheskogo instituta AN SSSR, 1951. T. 35. – 180 s.
7. Farisenkov S.E., Belyaev O.A., Chukanov V.S. Vlijanie razmerov tela na lyotnye kharakteristiki stebel'chatobruhih pereponchatokrylyh (Hymenoptera, Apocrita) // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal, 2015. № 10 (41). Chast' 3. S. 117-121.
8. Danforth B.N. The evolution of hymenopteran wings: the importance of size // J. Zool., Lond. 1989. 218. P. 247-276.



Международный научно-исследовательский журнал включен в базу научного цитирования **Google Scholar**.

Google Scholar – поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин. Наличие статей в **Google Scholar** увеличивает возможность цитируемости, не только в России, но и за рубежом.

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.064

Боме Н.А.¹, Вайсфельд Л.И.², Арсентьев С.В.³

¹Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой ботаники, биотехнологии и ландшафтной архитектуры, Институт биологии, Тюменский государственный университет; ²научный сотрудник, Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук;

³аспирант, Тюменский государственный университет

РАЗВИТИЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ХИМИЧЕСКОГО МУТАГЕНА ФОСФЕМИДА

Аннотация

Изучено влияние химического мутагена фосфемид на растения трех сортов мягкой озимой пшеницы из мировой коллекции Института растениеводства им. Н.И. Вавилова (ВИР). Мутагенные свойства препарата подтверждены ранее в исследованиях кариотипов фибробластов человека и мыши и проростков *Crepis capillaris* L. Сухие семена испытываемых сортов озимой пшеницы обрабатывали растворами фосфемид в концентрациях $1 \cdot 10^{-2}$ М и $1 \cdot 10^{-3}$ М. Фосфемид влиял на признаки: 1) качественные – полевая и лабораторная всхожесть семян, перезимовка растений, 2) количественные – морфометрические параметры проростков в лабораторных условиях и растений в полевом испытании.

Показано, что фосфемид в исследуемых концентрациях не токсичен для проростков, не препятствует перезимовке и развитию растений в природных условиях. Физиологический эффект фосфемид зависит как от сорта, так и от стадии развития растений.

Ключевые слова: озимая пшеница, фосфемид, химический мутагенез.

Bome N.A.¹, Weisfeld L.I.², Arsentyev S.V.³

¹PhD in Agriculture, Professor, Head of the Department of Botany, Biotechnology and Landscape Architecture, Institute of Biology, Tyumen State University;

²senior Researcher, N.M. Emanuel Institute of Biochemical Physics, Russian academy of science;

³postgraduate student, Tyumen State University

DEVELOPMENT OF WINTER WHEAT UNDER THE INFLUENCE CHEMICAL MUTAGENE PHOSHEMIDUM

Abstract

The influence of chemical mutagen phosphemid on plants of three varieties of World Collection soft winter wheat of Institute of Plant. NI Vavilov (VIR). Mutagenic properties of the drug are confirmed earlier in researches karyotypes of human fibroblasts and mouse, and at seedlings of *Crepis capillaris* L. Dry seeds of winter wheat varieties were treated by solution phosphemidum in concentrations of 1×10^{-2} M and 1×10^{-3} M. Mutagen was influenced on following characters: 1) qualitative - the germination (laboratory and field), and winter hardiness of plants, 2) quantitative - morphometric parameters of the seedlings in the lab and after winter. It is shown that concentrations of the mutagen not are toxic for seedlings and do not hinder wintering of plants under natural conditions. Physiological effect the mutagen depends on the kind of plants and stage of their development.

Keywords: winter wheat, phosphamidum, and chemical mutagenesis.

Возможность и необходимость применения химических мутагенов в селекции сельскохозяйственных растений с целью увеличения их генетического разнообразия и получения нового селекционного материала – эти вопросы были разработаны крупнейшим генетиком нашего времени Иосифом Абрамовичем Рапопортом. С 1959 года до последнего года своей жизни (1990) И.А. Рапопорт проводил совещания в Институте химической физики РАН при поддержке РАН СССР для селекционеров из разных регионов СССР и зарубежных стран. Это была настоящая и единственная в то время генетико-селекционная школа после мрачного периода лысенкоизма. За короткий период в Госреестр было включено около 400 сортов разных сельскохозяйственных культур, созданных методом химического мутагенеза [1, 2]. Ежегодно по результатам совещаний издавались сборники научно-практических исследований. И.А. Рапопорт выявил мутагены, пригодные для селекционных целей [3]. Химический мутагенез на озимой пшенице сорт Мироновская 808 изучался в течение многих лет Н.С. Эйгес с сотрудниками [4]. Применялся мутаген этиленмин.

Свойства мутагена

В данной работе для получения форм растений озимой пшеницы с новыми и улучшенными признаками применялся препарат фосфемид: ди-(этиленмид)-пиримидил-2-амидофосфорной кислоты (Рис. 1).

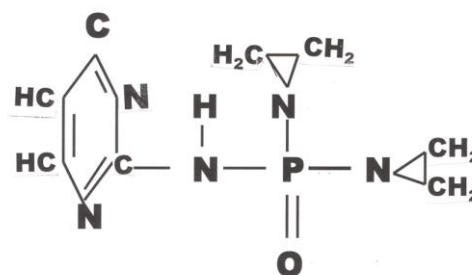


Рис. 1 – Фосфемид sin. фосфазин (Phosphemidum, Phosphasin)

Фосфемид содержит две этиленминные группы. Этиленмин обладает цитотоксическим действием. В состав фосфемидов входит пиримидиновое основание, соединенное с амидофосфорной кислотой [5]. Препарат представляет собой белый кристаллический порошок, растворимый в горячей воде, спирте и уксусной кислоте. Фосфазин был синтезирован во Всесоюзном химико-фармацевтическом научно-исследовательском институте [6] и испытан В.А. Черновым и сотрудниками [7] в качестве антиракового средства благодаря его антистатическим свойствам. В настоящее время фосфемид является медицинским препаратом [8, 9].

Мутагенный эффект фосфемидов на цитогенетическом уровне

Первичная культура эмбриональных тканей [10].

Анализировали аберрации хромосом в фибробластах мыши и человека после однократной обработки культуры фосфемидом в концентрациях $1 \cdot 10^{-3}$ и $1 \cdot 10^{-4}$ М. Фосфазин (тогда он так назывался) задерживал вступление клеток в митоз, подавлял митотическую активность фибробластов в течение периода роста культуры. В среднем частота митозов составляла 54% по отношению к контролю при относительно невысоком уровне перестроек хромосом. Фосфазин вызывал перестройки хромосом в течение длительного (72-96 часов) культивирования фибробластов. Число перестроек достигало максимума 52% в клетках мыши, 40% в клетках человека. В контроле средний уровень перестроек был 1,99% в клетках мыши и 0,72% в клетках человека. Выявлено различие естественного и индуцированного уровней мутагенеза в разных биологических системах. Клетки, меченные тимидином H^3 (в фазе синтеза ДНК), появлялись с задержкой на 3 часа по сравнению с соответствующими контролями, т. е. с приходом в митоз из фазы синтеза ДНК.

Результаты обработки семян *Crepis capillaris* L. [11].

Для анализа повреждений хромосом идеальным объектом служат семена *Cr. capillaris* (L.) Wallr. (скерда) [12, 13]. Растение имеет три пары хорошо различимых хромосом.

В проростках после обработки фосфемидом семян наблюдали статистически значимое подавление митотической активности и высокий уровень хроматидных перестроек при концентрациях мутагена $2 \cdot 10^{-3}$ М и $1 \cdot 10^{-2}$ М [11]. Мутаген действовал в фазе синтеза ДНК.

Генетические опыты на озимой пшенице

Фосфемид был синтезирован в лаборатории физических и химических методов анализа на Химическом факультете Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова профессором Евгением Вениаминовичем Бабаевым.

Работа проводилась на трех сортах озимой мягкой пшеницы из мировой коллекции ВИР: Крошка (к-63059), Гунистан (к-64283), Безенчукская 1 (к-64278).

Сорт Крошка. Оригинатор Краснодарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко. Высокоинтенсивный полуккарлик, устойчив к полеганию, болезням, засухе. Сорт Гунистан. Оригинатор Кубанский Государственный аграрный университет. Полуккарлик с высоким качеством зерна, устойчив к переувлажнению. Сорт Безенчукская 1. Оригинатор Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства. Обладает засухоустойчивостью, зимостойкостью, полигенной системой адаптивности.

Данные сорта ежегодно в течение 2007-2012 гг. проходили полевые испытания в коллекционном питомнике на экспериментальном участке биостанции "Озеро Кучак" Тюменского государственного университета (Тюменская область, Нижнетавдинский район). Сорта наряду с достоинствами (устойчивость к полеганию, высокое качество зерна) имели недостатки (недостаточно стабильная по годам урожайность, поражение растений снежной плесенью в период перезимовки).

В 2013 году воздушно-сухие семена озимой пшеницы обрабатывали водным раствором препарата фосфемид в концентрациях $1 \cdot 10^{-2}$ М и $1 \cdot 10^{-3}$ М, при экспозиции 4 часа, затем семена промывали в проточной водопроводной воде в течение 60 мин. Проращивали в чашках Петри на фильтровальной бумаге при температуре 25°C по 50 семян; повторность опыта 4-кратная. Контролем служили семена, обработанные дистиллированной водой. Определяли лабораторную всхожесть семян (на 7-е сутки). В августе 2013 года был заложен полевой опыт. Семена контрольных и опытных вариантов высевали на делянках с длиной рядка 1 м, число рядков 3, междурядье 15 см, глубина посева 5-6 см, по 150-200 семян на вариант, повторность опыта 4-кратная. Определяли полевую всхожесть семян, выживаемость растений, морфологические признаки в фазе выхода в трубку растений (высота растений, морфометрические параметры флагового листа, число листьев на побеге), элементы продуктивности.

Влияние фосфемидов на показатели всхожести семян

Биологическая активность химического мутагена оценивалась в лабораторном и полевом экспериментах.

В контроле лабораторная всхожесть семян изменялась от 85,0% (Безенчукская 1, Гунистан) до 91,0% (Крошка). При сравнении средних значений всхожести обнаруживаются различия в реакции сортов на мутагенный фактор. После обработки фосфемидом показатели всхожести у сортов Гунистан и Безенчукская 1 при сравнении с соответствующими контролями были ниже при более высокой концентрации и приближались к контролю при более слабой концентрации. У сорта Крошка отмечена активация ростовых процессов на самых ранних стадиях в обоих опытных вариантах, максимальный эффект был при слабой концентрации мутагена (Рис. 2). Изменения лабораторной всхожести семян в сторону понижения или повышения в вариантах с применением фосфемидов показали, что мутаген проникал в зародыш и воздействовал на него во время обработки.

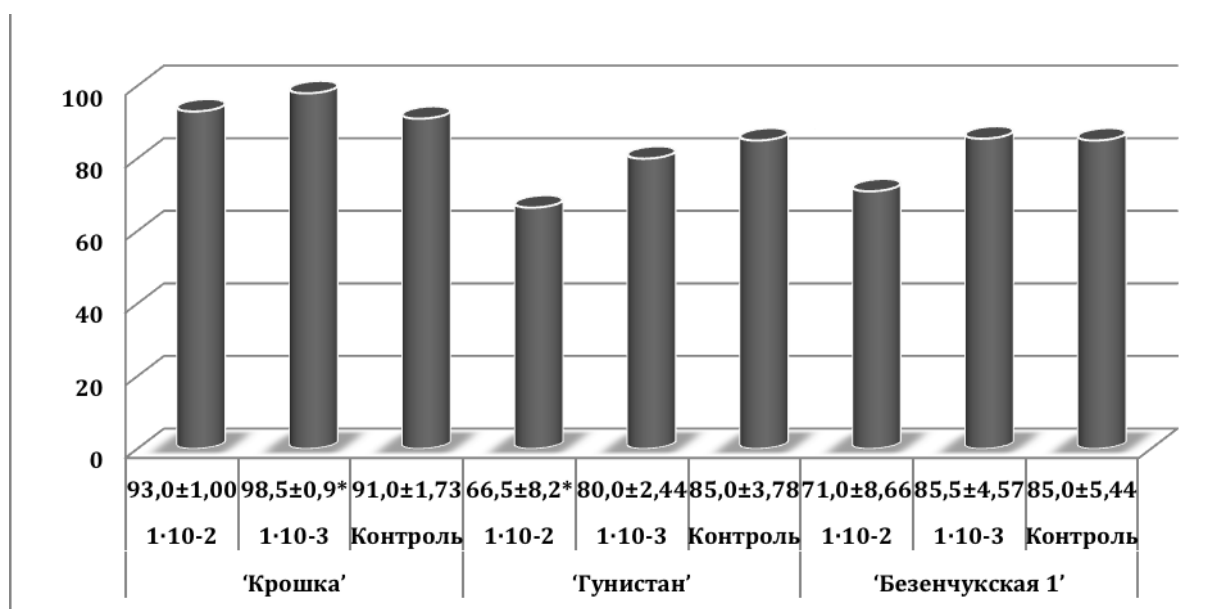


Рис. 2 – Лабораторная всхожесть семян озимой пшеницы при проращивании в стандартных условиях после обработки семян фосфемидом, %. 2013 г.

Примечание: * - различия между контрольным и опытным вариантами статистически достоверны

Наибольшей полевой всхожестью (Рис. 3) характеризовались семена сорта Гунистан (86,5%) в контроле, а наименьшей - сорта Крошка в варианте с мутагеном в $1 \cdot 10^{-2} M$ (49,0%). В лабораторном опыте (см. Рис. 2) отмечена стимуляция ростовых процессов.

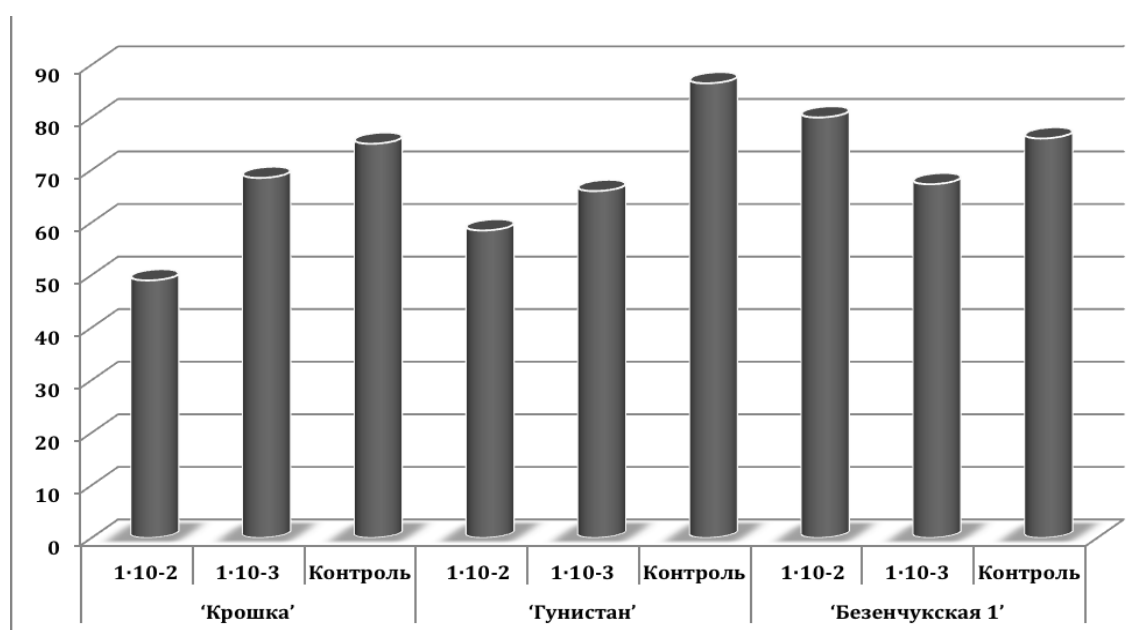


Рис. 3 – Всхожесть семян озимой пшеницы в полевых условиях в контроле и после обработки фосфемидом, %. 2013 г.

В полевых условиях в большинстве случаев наблюдалось угнетающее воздействие фосфемиды за исключением сорта Безенчукская 1 при концентрации раствора в $1 \cdot 10^{-2} M$. У сортов Крошка и Гунистан полевая всхожесть семян снижалась с увеличением концентрации фосфемиды.

Уровни полевой всхожести семян свидетельствуют о способности семян прорасти и давать полноценные всходы в природных условиях и о том, что зародыши не были повреждены химическим мутагеном во время обработки, следовательно, фосфемид в данных концентрациях нетоксичен.

Таким образом, уже в фенофазе всходов проявились различия между сортами как в контроле, так и по реакции на действие мутагена.

Весной 2014 года (5-9 мая) после отрастания растений озимой пшеницы проведена оценка перезимовки опытных сортов (Рис. 4). Оценку проводили визуально в баллах: 5 – отсутствие изреженности; 4 – заметна слабая изреженность, при этом количество погибших растений не превышает 25%; 3 – значительная изреженность (около 50%); 2 – количество погибших растений от 50 до 75%; 1 – очень высокая изреженность, количество живых растений не превышает 25%.

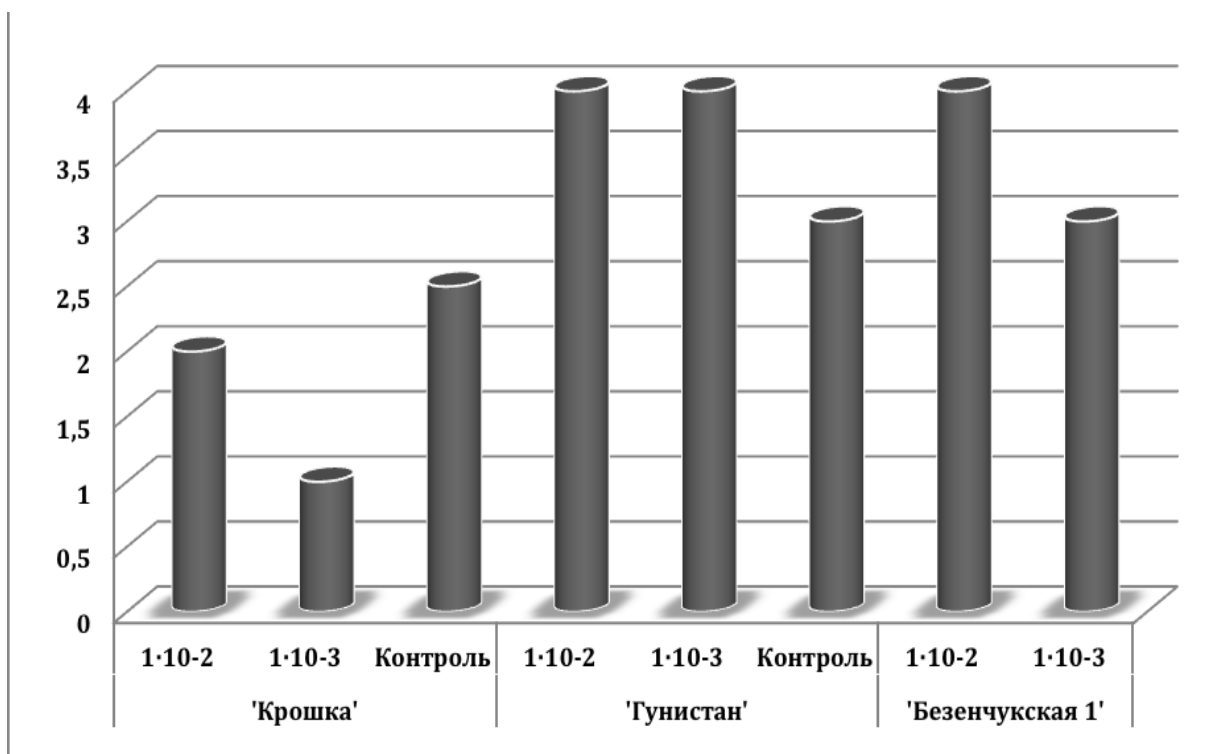


Рис. 4 – Результаты перезимовки сортов озимой пшеницы в контроле и после обработки фосфемидом, балл. 2014 г.

В контроле уровень перезимовки изученных сортов колебался от 2,5 до 3 баллов. В вариантах с фосфемидом максимальная оценка составила 4 балла у сорта Гунистан в обеих концентрациях и у сорта Безенчукская 1 при действии мутагена в концентрации $1 \cdot 10^{-3}$ М. Важно отметить различия между показателями полевой всхожести семян и весенней оценки сорта Гунистан. Осенью мы наблюдали угнетение относительно контроля, а весной значительную стимуляцию ростовых процессов. Растения сорта Крошка по сравнению с контрольными и опытными вариантами других сортов характеризовались низкими адаптивными свойствами в период перезимовки. Одной из причин гибели растений было поражение снежной плесенью (возбудитель *Fusarium nivale*). Следует отметить, что в вариантах с высоким баллом оценки растения были менее восприимчивы к патогену.

Изменчивость количественных признаков под влиянием фосфемид

Изучаемые в данной работе сорта имеют различное генетическое происхождение, что нашло отражение в их реакции на действие мутагена уже в первом поколении по изменчивости морфометрических параметров проростков в лабораторном эксперименте.

Различия между сортами по числу зародышевых корней в контроле были незначительны. При действии мутагена обнаружены достоверные различия с контролем у сортов Крошка и Гунистан. На формирование корней у сорта Безенчукская 1 мутаген в обеих концентрациях оказал угнетающее действие (Табл. 1).

Таблица 1 – Влияние фосфемид на морфометрические параметры проростков трех сортов озимой пшеницы

Сорт	Вариант опыта	Зародышевые корни			Побеги	
		число, шт.	масса, мг	длина, см	длина, см	масса, мг
Крошка	Контроль	$3,4 \pm 0,05$	$800,0 \pm 13,29$	$12,2 \pm 0,47$	$12,9 \pm 0,19$	$220,0 \pm 25,00$
	$1 \cdot 10^{-2}$	$3,4 \pm 0,06$	$665,0 \pm 13,0^*$	$11,5 \pm 0,64$	$11,0 \pm 0,30^*$	$170,0 \pm 25,00$
	$1 \cdot 10^{-3}$	$3,2 \pm 0,05^*$	$825,0 \pm 28,69$	$11,2 \pm 0,25$	$10,1 \pm 0,27^*$	$150,0 \pm 29,0$
Гунистан	Контроль	$3,6 \pm 0,07$	$667,5 \pm 16,01$	$9,7 \pm 1,43$	$10,9 \pm 0,31$	$200,0 \pm 41,0$
	$1 \cdot 10^{-2}$	$3,8 \pm 0,09$	$317,5 \pm 7,92^*$	$11,0 \pm 1,77$	$10,8 \pm 0,38$	$120,0 \pm 40,0$
	$1 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \pm 0,07$	$315,0 \pm 2,99^*$	$13,2 \pm 1,18$	$11,6 \pm 0,22$	$150,0 \pm 29,0$
Безенчукская 1	Контроль	$3,2 \pm 0,05$	$662,5 \pm 8,19$	$8,5 \pm 1,19$	$12,7 \pm 0,33$	$250,0 \pm 29,0$
	$1 \cdot 10^{-2}$	$2,9 \pm 0,06^*$	$520,0 \pm 10,61^*$	$10,5 \pm 0,64$	$11,8 \pm 0,32$	$200,0 \pm 0,0$
	$1 \cdot 10^{-3}$	$2,9 \pm 0,03^*$	$482,5 \pm 10,37^*$	$11,5 \pm 0,28^*$	$11,7 \pm 0,30^*$	$220,0 \pm 48,0$

Примечание: * - различия между контролем и опытным вариантом статистически достоверны.

Фосфемид в большинстве случаев оказывал ингибирующее воздействие на массу зародышевых корней. Наибольшую чувствительность к мутагену проявил сорт Гунистан, у которого данный показатель был существенно ниже контроля. Эффект стимуляции наблюдался у сорта Крошка при обработке мутагеном в $1 \cdot 10^{-3}$ М. В этом же варианте отмечен самый большой коэффициент вариации (CV) – 69,54% (Табл. 2), что свидетельствует о высокой

степени изменчивости признака, средняя степень изменчивости наблюдалась у сорта Гунистан при обработке раствором $1 \cdot 10^{-3} M$.

Таблица 2 – Изменчивость морфометрических параметров проростков трех сортов озимой пшеницы под влиянием фосфемиды, CV, %

Сорт	Вариант опыта	Зародышевые корни			Побеги	
		число	масса	длина	длина	масса
Крошк а	Контроль	19,94	33,23	7,81	19,67	22,22
	$1 \cdot 10^{-2}$	25,19	39,11	11,22	36,67	28,57
	$1 \cdot 10^{-3}$	20,36	69,54	4,44	38,05	38,49
Гуни стан	Контроль	26,19	47,96	29,45	37,30	40,82
	$1 \cdot 10^{-2}$	28,28	49,89	32,35	40,38	76,59
	$1 \cdot 10^{-3}$	24,73	18,96	17,83	24,48	38,49
Безенч укская 1	Контроль	20,36	24,72	28,00	33,84	23,09
	$1 \cdot 10^{-2}$	24,93	40,79	12,29	32,29	0,00
	$1 \cdot 10^{-3}$	14,60	42,99	5,02	33,39	42,55

Примечание: степень изменчивости признака: слабая – $CV > 10\%$; средняя – $CV = 10-20\%$; сильная – $CV < 20\%$.

Важным признаком является и длина зародышевых корней, так как от способности корней проникать на разную глубину зависит способность растения получать почвенную влагу и различные элементы питания.

У сортов Гунистан и Безенчукская 1 отмечалась стимуляция роста зародышевых корней проростков, полученных из семян, обработанных мутагеном. Различие между контрольным вариантом сорта Безенчукская 1 и вариантом с мутагеном в концентрации $1 \cdot 10^{-3} M$ является достоверным (см. Табл. 1). Угнетение корневой системы наблюдалось на опытных проростках сорта Крошка.

Из Табл. 2 видно, что наименьший коэффициент вариации по данному признаку обнаружен у сорта Безенчукская 1 при концентрации мутагена $10^{-3} M$ ($CV = 14,60\%$). Наибольшая степень изменчивости признака выявлена у сорта Гунистан ($CV = 28,28\%$) в концентрации $1 \cdot 10^{-2} M$, что может быть связано с высокой чувствительностью сорта к стрессовому фактору. Степень изменчивости длины зародышевых корней варьировала от слабой до высокой $CV = 4,44 - 32,35\%$.

В ходе эксперимента наблюдалось отрицательное влияние мутагена на массу побегов озимой пшеницы. Ярко выраженной реакцией на мутаген характеризовались проростки сорта Гунистан (см. Табл. 1), масса побегов которых при концентрации мутагена $1 \cdot 10^{-2} M$ составила 120 мг, тогда как у проростков этого же сорта, выращенных в стандартных условиях, этот показатель был выше – 200 мг.

Степень изменчивости данного признака во всех вариантах была высокой, кроме одного варианта с фосфемидом ($1 \cdot 10^{-2} M$) у сорта Безенчукская 1.

Наблюдалось неоднозначная реакция разных сортов озимой пшеницы на воздействие мутагена по длине побегов (см. Табл. 1). В стандартных условиях средняя длина побегов изученных сортов варьировала от 10,9 см (сорт Гунистан) до 12,9 см (сорт Крошка). У проростков, выращенных из семян, обработанных мутагеном в концентрации $1 \cdot 10^{-2} M$, данный показатель изменялся от 10,8 см (сорт Гунистан) до 11,8 см (сорт Безенчукская 1).

Разность между контрольными и опытными вариантами по длине побега была достоверной у сорта Крошка при двух концентрациях, у сорта Безенчукская 1 при концентрации $1 \cdot 10^{-3} M$, у сорта Гунистан существенных различий с контролем не выявлено. Степень изменчивости признака была в пределах от средней ($CV = 19,67\%$) до высокой ($CV = 40,38\%$).

В полевых условиях при определении высоты растений озимой пшеницы достоверное снижение признака под влиянием фосфемиды (на 27,2% по сравнению с контролем) наблюдалось только у сорта Крошка (концентрация $1 \cdot 10^{-3} M$). Ингибирующее действие мутагена у этого сорта проявилось и в лабораторном опыте по длине побега. Снижение значений признака высоты растений в опытных вариантах было у сорта Гунистан и увеличение – у сорта Безенчукская 1, хотя статистически это не подтвердилось (Рис. 5).

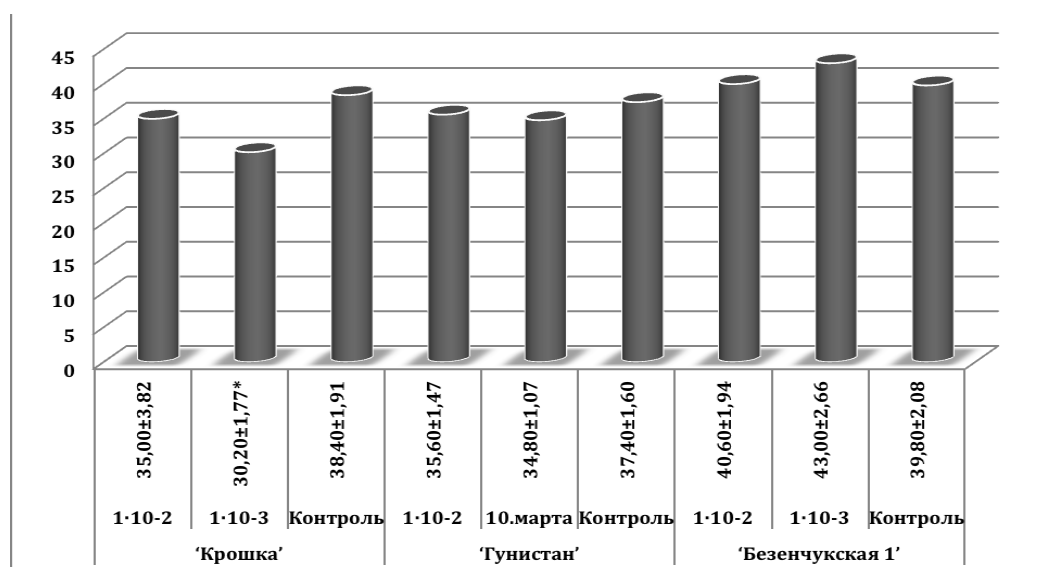
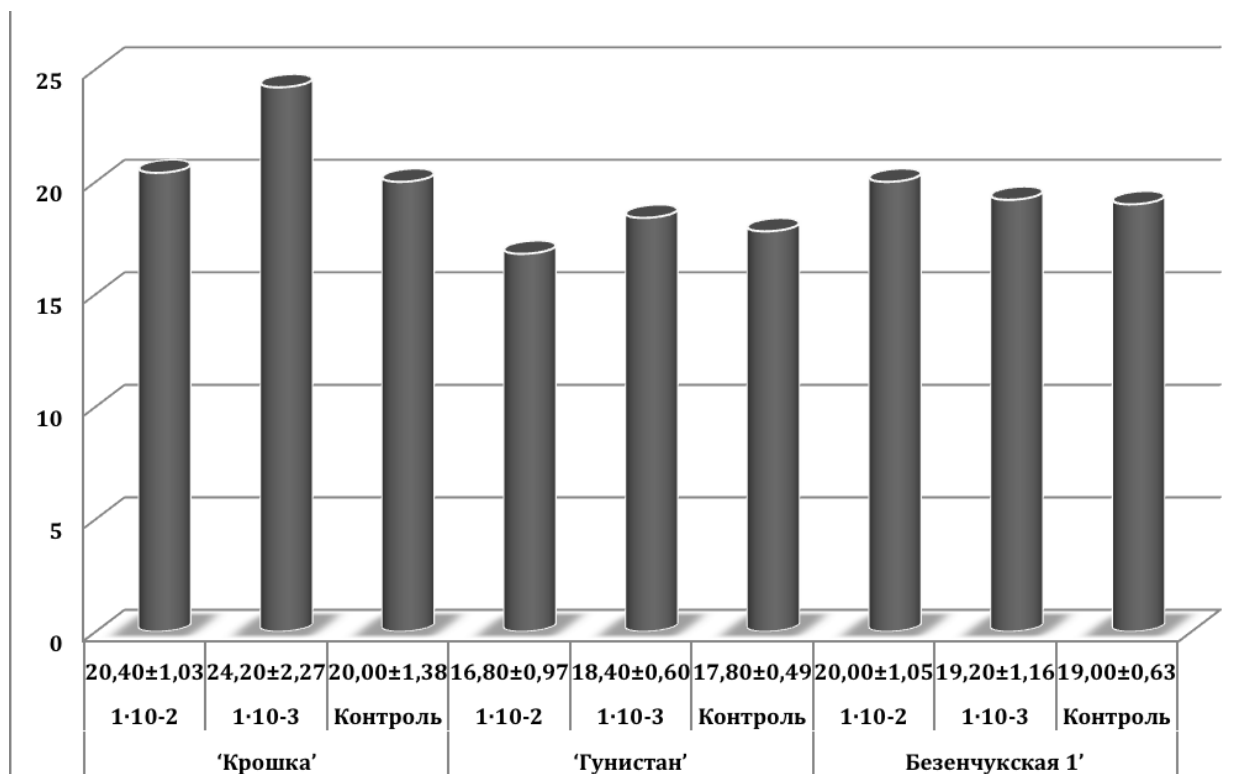


Рис.5 – Высота растений в фазе выхода в трубку в контроле и под влиянием фосфемида, см (полевой опыт)
Примечание: *- различия между контрольным и опытными вариантами статистически достоверны.

В исследованиях, проведенных в условиях юга Тюменской области [14] и предгорной зоны Северного Кавказа [15] на различных сортах озимой пшеницы (в том числе и на сорте Крошка), показана зависимость семенной продуктивности растений от морфометрических параметров и площади флагового листа.

В полевой оценке выявлены различия по линейным размерам листовой пластинки между сортами и вариантами опыта (Рис. 6 а,б).



а

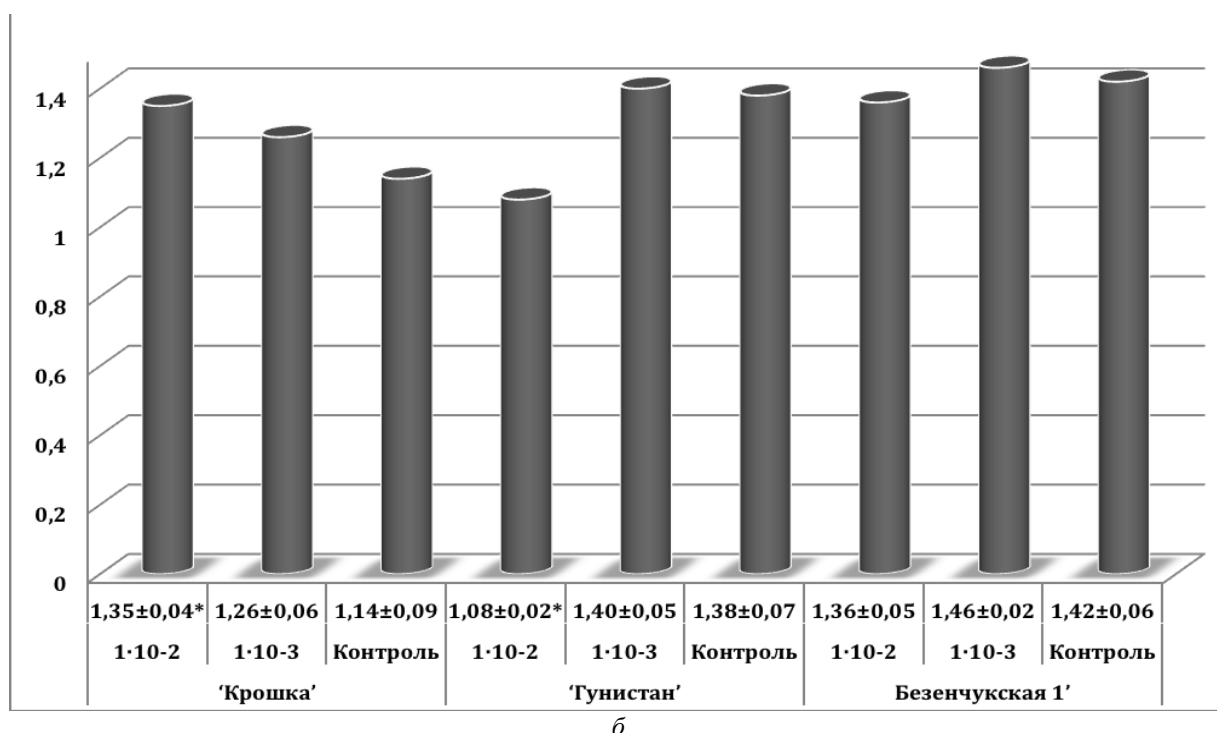


Рисунок 6. Длина (а) и ширина (б) флагового листа в фазе выхода в трубку в контроле и под влиянием фосфемиды

Примечание: *- различия между контрольным и опытным вариантами статистически достоверны.

Показатели длины флагового листа были выше контроля в вариантах с фосфемидом у сортов Крошка (на 18,6%) и Гунистан (на 9,5%) при концентрации раствора мутагена $1 \cdot 10^{-2} M$, что может указывать на стимулирующий эффект препарата. У сорта Безенчукская 1 существенных различий по данному признаку не обнаружено. В контрольных и опытных вариантах более крупные листья формировались у сортов Крошка и Безенчукская 1.

У сорта Крошка мутаген в концентрации $1 \cdot 10^{-2} M$ оказал положительное влияние на ширину флагового листа, превышение над контролем составило 18,4%. Достоверное снижение ширины листа (на 27,8%) отмечено у сорта Гунистан при увеличении длины. Выявленные различия по фенотипическому проявлению морфотипа листа могут быть связаны с генотипическими особенностями сортов и нормой их реакции на мутагенный фактор.

Анализ развития некоторых количественных признаков, определяющих продуктивные свойства озимой пшеницы, выявил неоднозначное влияние мутагена на развитие растений (Табл. 3).

Таблица 3 – Влияние фосфемиды на некоторые признаки продуктивности трех сортов озимой пшеницы

Сорт	Вариант опыта	Число продуктивных стеблей на 1 растений, шт.	Длина колоса, см	Число зерен в колосе, шт.
Крошка	Контроль	2,4±0,18	8,7±0,10	33,1±0,80
	$1 \cdot 10^{-2}$	2,3±0,15	8,8±0,14	31,8±1,12
	$1 \cdot 10^{-3}$	1,9±0,16*	8,5±0,18	31,0±1,02
Гунистан	Контроль	1,8±0,14	8,0±0,21	30,3±0,67
	$1 \cdot 10^{-2}$	1,4±0,10*	7,0±0,13*	28,1±0,91
	$1 \cdot 10^{-3}$	1,5±0,13*	7,1±0,08*	21,9±0,31*
Безенчукская 1	Контроль	2,1±0,15	8,3±0,18	30,7±0,56
	$1 \cdot 10^{-2}$	2,0±0,20	8,0±0,24	28,3±1,59
	$1 \cdot 10^{-3}$	1,8±0,31	7,6±0,26	29,0±1,11

Примечание: *- различия между контролем и опытным вариантом статистически достоверны.

Статистически достоверным ингибирующее действие мутагена на продуктивную кустистость, длину колоса и число зерен в колосе было у сорта Гунистан. Значимых различий между контрольными и опытными вариантами у сортов Крошка и Безенчукская 1 не выявлено.

Выводы

Полученные данные по обработке семян трех сортов озимой мягкой пшеницы из мировой коллекции ВИР сложным по химическому составу мутагеном фосфемидом в концентрациях $1 \cdot 10^{-2} M$ и $1 \cdot 10^{-3} M$ показали его эффективность в отношении индукции биологического разнообразия уже в первом поколении обработанных семян.

Показано, что фосфемид в исследуемых дозах нетоксичен для проростков и не препятствует перезимовке и дальнейшему развитию растений в природных условиях.

Фосфемид оказывал влияние на признаки качественные: всхожесть семян в лабораторных и полевых условиях, выживаемость (перезимовка) растений и количественные: морфометрические параметры проростков, высоту растений, размеры флагового листа, число продуктивных стеблей, длину колоса, число зерен в колосе. В изученных концентрациях мутагена перезимовка растений была выше, чем в контроле, в трех вариантах составляла 4 балла.

Физиолого-морфологический эффект фосфемиды зависел как от сорта, так и от стадии развития растений. Подтверждается различие объектов по реакции на данный мутаген на клетках человека и мыши. Различия изученных сортов по реакции на воздействии химического мутагена обусловлены особенностями их генотипов.

Литература

1. Рапопорт И.А. Избранные труды. Гены, эволюция. М.: Наука, - 1996. - 250 с.
2. Рапопорт И.А. Химический мутагенез. Теория и практика. М.: Наука, - 1966. [Репринт 1993, 87с.]
3. Рапопорт И.А. Признаки и механизм действия супермутагенов. М.: Знание, - 1966. - С. 19-23.
4. Eiges N.S. Role of Chemical Mutagenesis in Enhancement of Biological Diversity and Sources of Rare and New Characters of Wheat. / N.S. Eiges, L.I. Weisfeld, G.A. Volchenko / Biotechnology, Agriculture and the Food Industry. Ed. G.E. Zaikov. New York: Nova Science Publishers, Inc., - 2006. - P. 127-131.
5. Рос В. Биологические алкилирующие вещества. Химия и пути поисков соединений с избирательной токсичностью / Ред. А.Я. Берлин. М.: Медицина, - 1964. - 260 с.
6. Кропачева А.А. Производные этиленимина. III. Диэтиленимидопиримидил амидофосфорная кислота / А.А. Кропачева, Н.В. Сазонов. // Журнал общей химии, - 1961, № 11, с. 3601-3605.
7. Чернов В.А. Цитотоксические вещества в химиотерапии. М.: Медицина, - 1964. - 320 с.
8. Фосфемид. Методы применения в онкологии. [Электронный ресурс] URL: <http://www.medicportal.ru/meddir/preparat1475.html>
9. Фосфемид. Описание препарата. [Электронный ресурс] URL: <http://medprep.info/drug/medicament/2512>
10. Вайсфельд Л.И. Цитогенетическое действие фосфаза на клетки человека и мыши в культуре // Генетика, - 1965, № 4. - С. 85-92.
11. Weisfeld L.I. About cytogenetic mechanism of chemical mutagenesis / Ecological consequences of increasing crop productivity. Plant breeding and biotic diversity. Toronto – New Jersey. - Apple Academic Press. - 2015. – P. 249-269.
12. Навашин М.С. Проблемы кариологии и цитогенетическое изучение рода *Crepis*. М.: - Наука, - 1985. - 349 с.
13. Дубинина Л.Г. Структурные мутации в опытах с *Crepis capillaris*. М.: Наука, - 1978. - 188 с.
1. Боме Н.А. Формирование листовой поверхности озимых форм *Triticum aestivum* L. в различных погодноклиматических условиях/ Н.А. Боме, Е.А. Тюменцева, А.Я. Боме //Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. Тюмень: ТЮмГУ, - 2011, №12. - С. 132-137.
2. Гудкова Г.Н. Связь морфотипов листа с урожайностью у сортов озимой пшеницы // Вестник Адыгейского государственного университета, 2008. Вып. 4 (32). С. 105-107.

References

1. Rapoport I.A. Izbrannye trudy. Geny, jevoljucija. M.: Nauka - 1996. - 250 s.
2. Rapoport I.A. Himicheskij mutagenез. Teorija i praktika. M.: Nauka, - 1966. [Reprint 1993, 87s.
3. Rapoport I.A. Priznaki i mehanizm dejstviya supermutagenov. M.: Znanie, - 1966. - С. 19-23.
4. Eiges N.S. Role of Chemical Mutagenesis in Enhancement of Biological Diversity and Sources of Rare and New Characters of Wheat. / N.S. Eiges, L.I. Weisfeld, G.A. Volchenko/Biotechnology, Agriculture and the Food Industry. Ed. G.E. Zaikov. New York-Nova Science Publ., Inc., - 2006. - P. 127-131.
5. Ros V. Biologicheskie alkilirujushhie veshhestva. Himija i puti poiskov soedinenij s izbiratel'noj toksichnost'ju / Red. A.Ja. Berlin. M.: Medicina, - 1964. - 260 s.
6. Kropacheva A.A. Proizvodnye jetilenimina. III. Dijetilenimidopirimidil amidofosornaja kislota / A.A. Kropacheva, N.V. Sazonov. // Zhurnal obshhej himii, - 1961, № 11. - S. 3601-3605.
7. Chernov V.A. Citotoksicheskie veshhestva v himioterapii. M.: Medicina, - 1964. - 320 s.
8. Fosfemid. Metody primenenija v onkologii. [Jelektronnyj resurs] URL: <http://www.medicportal.ru/meddir/preparat1475.html>
9. Fosfemid. Opisanie preparata. [Jelektronnyj resurs] URL: <http://medprep.info/drug/medicament/2512>
10. Vajsfel'd L.I. Citogeneticheskoe dejstvie fosfazina na kletki cheloveka i myshi v kul'ture // Genetika, - 1965, № 4. - S. 85-92.
11. Weisfeld L.I. About cytogenetic mechanism of chemical mutagenesis/Ecological consequences of increasing crop productivity. Plant breeding and biotic diversity.Toronto–New Jersey.-Apple Academic Press.-2015.–P. 249-269.
12. Navashin M.S. Problemy kariologii i citogeneticheskoe izuchenie roda *Crepis*. M.: - Nauka, - 1985. - 349 s.
13. Dubinina L.G. Strukturnye mutacii v opytah s *Crepis capillaris*. M.: Nauka, - 1978. - 188 s.
14. Bome N.A. Formirovanie listovoj poverhnosti ozimyh form *Triticum aestivum* L. v razlichnyh pogodnoklimaticheskikh uslovijah / N.A. Bome, E.A. Tjumenceva, A.Ja. Bome // Vestnik Tjumenskogo gosudarstvennogo universiteta. Jekologija i prirodnopol'zovanie. Tjumen': TjumGU, - 2011, №12. - S. 132-137.
15. Gudkova G.N. Svjaz' morfotipov lista s urozhajnost'ju u sortov ozimoj pshenicy // Vestnik Adygejskogo gosudarstvennogo universiteta, - 2008. - Vyp. 4(32). - S. 105-107.

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.194

Кадырова Л.Р.¹, Мухаметшина Р.Р.²¹Кандидат биологических наук, ²студент, Казанский (Приволжский) федеральный университет

МИКРОСПОРОГЕНЕЗ И МИКРОГАМЕТОГЕНЕЗ У ГРЕЧИХИ ТАТАРСКОЙ

FAGOPYRUM TATARICUM (L.) GAERTN

Аннотация

Проведено исследование развития мужской сферы цветка у гречихи татарской. Обнаружено, что ход эмбриологических процессов у гречихи татарской и хорошо изученной в этом отношении гречихи посевной в целом совпадает, различия заключаются в количестве дифференцирующихся материнских клеток микроспор в гнезде пыльника, а также в частоте отдельных нарушений в процессе развития. Высокая частота нарушений эмбриологических процессов приводит к снижению фертильности пыльцы у гречихи татарской, особенно у тетраплоидного образца, что необходимо учитывать при постановке генетико-селекционных работ.

Ключевые слова: гречиха татарская, эмбриологические процессы, фертильность пыльцы.

Kadyrova L.R.¹, Muchametshina R.R.²¹Candidate of Biological Sciences, ²student, Kazan (Volga) Federal UniversityMICROSPOROGENESIS AND MICROGAMETOGENESIS BY TARTARY BUCKWHEAT *FAGOPYRUM**TATARICUM* (L.) GAERTN

Abstract

The development of tartary buckwheat's flower's male sphere has been analyzed. In the research, it was found that embryological processes of tartary buckwheat and those of well studied common buckwheat are almost identical in their flow; the difference is in the quantity of the differentiable microspore mother cells in the pollen sac and also in the frequency of certain abnormalities in the evolvment. High frequency of abnormalities in the embryological processes leads to a decrease of tartary buckwheat's pollen fertilization, especially that of tetraploid sample, that must be considered when setting genetic selection procedures.

Keywords: tartary buckwheat, embryological processes, pollen fertilization.

Гречиха татарская *Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn. культивируется в странах Азии, Европы и Северной Америки в качестве семенного и овощного пищевого растения, высоко ценится в основном в связи с высоким содержанием рутина [1, 2, 3]. Для углубления генетико-селекционных работ необходимо выявить причины низкой семенной продуктивности гречихи татарской, для чего нужно выявить критические этапы онтогенеза, на которых происходит нарушение развития. Подобную информацию могут дать эмбриологические исследования. Ход эмбриологических процессов у гречихи татарской практически не изучен [4]. Настоящее исследование посвящено описанию эмбриологических особенностей мужской репродуктивной сферы *F. tataricum*.

Материал для исследований собирали на полях Татарского НИИ сельского хозяйства (Лаишевский район РТ, Россия) в коллекционном питомнике гречихи летом 2014-2015 гг. Объектом исследования послужили образцы гречихи татарской, полученные из ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова: К-17 (2n), К-108 (4n). Соцветия гречихи были зафиксированы с помощью фиксатора Чемберлена. Из них были приготовлены постоянные препараты по стандартной методике [5, 6]. Препараты изучены при помощи микроскопа МБИ-3. С готовых препаратов сделаны рисунки и фотографии. Определение фертильности пыльцы провели в полевых условиях йодным методом оценки [6]: для каждого образца оценили фертильность пыльцы 50 цветков.

У изученных образцов эмбриологические процессы протекали в целом сходно. Описание приведено на примере образца К-17.

Молодой пыльник на поперечном срезе имеет слаболопастную форму. На более поздних стадиях развития пыльника на поперечном срезе хорошо видны 4 пыльцевых гнезда. Стенка пыльника развивается центростремительно, т.е. по типу однодольных, и состоит из четырех слоев – эпидермиса, эндотеция, среднего слоя и тапетума. Количество микроспороцитов в гнезде пыльника колеблется от 4 до 8.

Мейоз протекает в основном нормально. В конце первого деления мейоза клеточные перегородки не закладываются. Их заложение происходит в конце телофазы второго деления, т.е. цитокинез при микроспорогенезе симультанный. Расположение микроспор в тетраде – тетраэдрическое.

Вскоре после своего образования тетрады распадаются на отдельные микроспоры, начинается микрогаметогенез. В результате двух последовательных делений формируется трехклеточный мужской гаметофит.

При исследовании развития мужской сферы цветка кроме нормального хода развития неоднократно выявлены следующие отклонения:

1) Нарушение нормального развития спорогенной ткани до начала микроспорогенеза, часто сопровождающееся разрушением клеток тапетума.

2) Нарушения в мейозе, вследствие чего наблюдали микроядра в анафазе первого деления, пентады микроспор, тетрады с неравными микроспорами. Чаще как результат подобных нарушений были фиксировали наряду с нормальными мелкие пыльцевые зерна. Особенно часто нарушения в мейозе отмечались у тетраплоидного образца.

3) Тетрады микроспор с частью или всеми разрушающимися микроспорами.

4) Дисфункция тапетума, приводящая к образованию дефектной пыльцы. В этом случае наблюдалось преждевременное отмирание клеток тапетума, оболочка пыльцевых зерен нормально не развивалась, происходило слипание пыльцы в гнезде пыльника.

Следствием перечисленных нарушений в развитии является снижение пыльцевой продуктивности цветков, а также снижение фертильности образующейся пыльцы. Фертильность пыльцы в условиях 2015 г. составила у диплоидного образца 81,5±1,7%, у тетраплоидного – всего 56,1±2,0%.

Проведенное исследование показало, что в целом ход эмбриологических процессов у *F. tataricum* соответствует таковому у другого культурного вида гречихи *Fagopyrum esculentum* Moench. В то же время выявлены различия в количестве микроспороцитов в гнезде пыльника. Максимальное количество микроспороцитов в гнезде пыльника у самоопылителя *F. tataricum* достигало 8, тогда как у перекрестника *F. esculentum* их число могло составлять 16 [7]. Так же различия заключались в обнаруженных нами нарушениях. В частности описанное для *F. esculentum* явление цитомиксиса [7] у гречихи татарской нами выявлено не было.

Литература

1. Campbell C.G. Buckwheat. *Fagopyrum esculentum* Moench. // Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben, International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 1997. 94 p.
2. Brunori G., Baviello M., Colonna M., Ricci G., Izzi M., Toth G., Végvári. Recent insights on the prospect of cultivation and use of buckwheat in Central and Southern Italy // Advances in buckwheat research: Proceedings of the 11th International Symposium on Buckwheat. Orel. 2010. P. 589-600.
3. Kreft I., Ikeda K., Ikeda S., Vombergar B. The development of novel functional food products based on common and tartary buckwheat // Advances in buckwheat research: Proceedings of the 11th International Symposium on Buckwheat. Orel. 2010. P. 37-43.
4. Солнцева М.П. Семейство *Polygonaceae* / Сравнительная эмбриология цветковых растений. *Phytolaccaceae* – *Thymelaeaceae*. Л.: Наука, 1983. С. 53-58.
5. Барыкина Р.П. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. М.: Изд. МГУ. 2004. 312 с.
6. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. М.: Агропромиздат, 1988. 271 с.
7. Kadirova L., Sitnykov A. Reproductive biology of buckwheat // Advances in buckwheat research: Proceedings of the 11th International Symposium on Buckwheat. Orel. 2010. P. 331-340.

References

1. Campbell C.G. Buckwheat. *Fagopyrum esculentum* Moench. // Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben, International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 1997. 94 p.
2. Brunori G., Baviello M., Colonna M., Ricci G., Izzi M., Toth G., Végvári. Recent insights on the prospect of cultivation and use of buckwheat in Central and Southern Italy // Advances in buckwheat research: Proceedings of the 11th International Symposium on Buckwheat. Orel. 2010. P. 589-600.
3. Kreft I., Ikeda K., Ikeda S., Vombergar B. The development of novel functional food products based on common and tartary buckwheat // Advances in buckwheat research: Proceedings of the 11th International Symposium on Buckwheat. Orel. 2010. P. 37-43.
4. Solnceva M.P. Semejstvo *Polygonaceae* / Sravnitel'naja jembiologija cvetkovyh rastenij. *Phytolaccaceae* – *Thymelaeaceae*. L.: Nauka. 1983. P. 53-58.
5. Barykina R.P. Spravochnik po botanicheskoj mikrotehnike. Osnovy i metody. M.: Izd. MGU, 2004. 312 p.
6. Pausheva Z.P. Praktikum po tsitologii rasteniy. M.: Agropromizdat, 1988. 271 p.
7. Kadirova L., Sitnykov A. Reproductive biology of buckwheat // Advances in buckwheat research: Proceedings of the 11th International Symposium on Buckwheat. Orel. 2010. P. 331-340.

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.092

Негода Л.Л.¹, Курмаева Т.С.², Шитиков Д.А.³

¹Кандидат технических наук, доцент, ²кандидат педагогических наук, доцент, Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ³инженер, НПФ «Экос»

ЭКОЛОГИЯ ПОМЕЩЕНИЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ

Аннотация

В статье рассмотрены причины и степень биологических повреждений с указанием микроорганизмов и их влияния на здоровье человека на примере средней образовательной школы. Даны рекомендации по устранению биологических повреждений.

Ключевые слова: биологические повреждения, микроорганизмы, аспергиллез, пенициллез, отделочные строительные материалы.

Negoda L.L.¹, Kurmaeva T.S.², Shitikov D.A.³

¹PhD in Engineering, associate professor; ²PhD in Pedagogy, associate professor, Samara State University of Architecture and Civil Engineering, ³engineer, SPF «EcoS»

THE ECOLOGY OF DEPARTMENTS OF EDUCATIONAL INSTITUTION IN CASE OF BIOLOGICAL DAMAGE

Abstract

The causes and the degree of biological damage are mentioned in the article with designation of microorganisms and their influence on human health and considered at the example of a secondary school. There are recommendations for elimination of biological damage.

Keywords: biological damage, microorganisms, aspergillose, penicilliosis, finishing and building materials.

Образовательные учреждения являются тем местом, в которых дети дошкольного и школьного возраста, студенты проводят практически целый день на протяжении всей недели. Помимо влияния социальных факторов на состояние здоровья оказывают факторы внешней среды – это не только температура воздуха, атмосферное давление, но и санитарно-техническое состояние самого учреждения.

Как показывает практика, большинство образовательных учреждений построены десятки лет назад и испытывают на себе значительные влияния климатических и социальных условий. Результатом являются разрушенные в разной степени части конструкций: стен, полов, потолков, перекрытий и т.п.

Образование различных темных пятен, появление трещин в штукатурном слое, вспучивание и отставание поверхностных слоев лакокрасочных покрытий, обоев, разрушение кирпича и бетона являются первыми признаками биологического разрушения здания, иными словами, его биологической коррозии.

Причинами такого вида коррозии, в первую очередь, являются неудовлетворительные повышенные влажностные условия в помещениях, отсутствие постоянной естественной или принудительной вентиляции, загрязненность поверхностных слоев, использование строительных материалов, не соответствующих данному виду работ, полное или частичное отсутствие квалифицированных специалистов, предвидящих последствия своей строительной деятельности.

Результатом выше перечисленных причин является развитие микроорганизмов на поверхности и внутри структуры строительных материалов.

Целью исследования являлось определение степени биологических повреждений и выявление видового состава микроорганизмов в образовательных учреждениях.

Объектом было муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение – средняя общеобразовательная школа г.о. Самара постройки 1942 г.

Методами исследования являлись: визуальный осмотр несущих и ограждающих конструкций всех помещений школы, отбор образцов со строительных материалов с последующим их посевом на питательную среду Чапека-Докса [3].

В результате визуального осмотра было выявлено разрушение фундамента здания по всему периметру, что выражалось в его растрескивании, осыпании штукатурки, наличии влажных пятен на поверхности.

Внутри здания на стенах первого этажа и в подвальных помещениях наблюдались многочисленные растрескивания, выцветы, пятна, осыпания, высолы, повышенная влажность. Такие внешние признаки свидетельствуют об интенсификации биологических повреждений строительных конструкций [2].

На втором этаже здания в месте межэтажного вскрытия были отмечены сгнившие балки, паркет, ощущался характерный запах плесени, что является следствием постоянного намокания древесины пола из-за неисправности инженерных систем водоснабжения и водоотведения. На третьем этаже не наблюдались видимые очаги поражений. На четвертом, верхнем этаже на потолке были замечены следы протекания кровли. В чердачном помещении отмечалось обветшалое состояние утеплителя, что способствует образованию конденсата внутри помещения, а также были видны участки мауэрлата, пораженные гнилью.

Микробиологический анализ здания показал, что помещения подвержены деятельности микроорганизмов родов: *Aspergillus*, *Mucor*, *Cladosporium* (осыпания поверхности и высолы на стенах, повышенная влажность стен подвала, первого этажа, потолка четвертого этажа), *Penicillium* (растрескивания, осыпания на стенах, следы протеканий на потолках четвертого этажа). На фасаде здания были обнаружены следующие микроорганизмы родов: *Mucor*, *Cladosporium*, *Penicillium* (осыпания штукатурного слоя и влажность стен). Микробиологический анализ древесины чердака и межэтажного перекрытия показал присутствие микроорганизмов рода *Cladosporium*, *Penicillium*, *Mucor* и *Rhizopus* (потемневшая поверхность, бурая гниль) [1].

Таким образом, микробиологический анализ выявил наличие в строительных конструкциях здания обширного биоценоза микроорганизмов, разрушающих не только сами конструкции, но и оказывающих негативное воздействие на здоровье людей в условиях иммунодефицита и, в первую очередь, детей.

Так, значительные колонии плесневого гриба рода *Aspergillus* вызывают аспергиллез, выражающийся в обострении и развитии болезней дыхательных путей (синусит, трахеит, бронхит, пневмония), органов зрения (увеит, кератит, реже эндофтальмит) и слуха (отит), пищеварительной (гастриты, гастроэнтериты, энтероколиты) и опорно-двигательной систем (артрит, остеомиелит), аллергических заболеваний на фоне общего снижения иммунитета.

Плесневые грибы рода *Cladosporium* вызывают обострение кожных заболеваний, особенно у аллергиков, а также астму и экзогенный аллергический альвеолит.

Микроорганизмы рода *Penicillium* приводят к развитию пенициллииоза, в результате которого под воздействием токсинов гриба снижается иммунитет, что способствует появлению бронхолегочных и кожных заболеваний (дерматит, экзема, язвенные образования), отитов.

Кроме того, *Aspergillus* и *Penicillium* выделяют токсины, которые оказывают канцерогенное воздействие.

Следует отметить, что при наличии микоаллергозов в организме человека образуются очаги грибковой инфекции в виде микозов ногтей и кожи стоп. Продукты деятельности грибов вызывают сбои в обмене веществ, что нередко выражается в развитии ожирения, сахарного диабета, сосудистых заболеваний. Как правило, первопричина болезней на ранних стадиях выявляется не верно, что в значительной степени усугубляет лечение и не всегда приводит к положительным результатам [2, 4].

Обнаруженные высолы на стенах подвала, первого этажа, фасада здания свидетельствуют о наличии водорастворимых солей в строительных материалах: содержание хлоридов составляло 0,21-0,80 %, сульфатов – 0,85-3,7 % к массе навески. Их присутствие может быть следствием попадания из почвы с грунтовыми водами, а также фильтрации влаги с поверхностных слоев почвы. Такие высолы механически разрушают строительные материалы и способствуют развитию микроорганизмов.

Определение относительной влажности строительных материалов конструкций здания показало, что наблюдается превышение ее допустимых значений (5 %) на стенах в подвальных помещениях (до 10,91 %), на потолке четвертого этажа (6,8 %), на стенах фасада (до 10,3 %), на стенах чердака (6,85 %), в местах межэтажного перекрытия (до 8,2 %).

Таким образом, во избежание развития и обострения болезней как детей, так и взрослых, находящихся в данном образовательном учреждении, необходимо в первую очередь устранить причины повышенной влажности

строительных конструкций. Провести антисептическую обработку пораженных участков помещений, т.к. вероятность заселения спорами грибов повсеместно максимальна.

Литература

1. Андреюк Е.И. Микробная коррозия и ее возбудители. – Киев: Наукова думка, 1980. – 287 с.
2. Евсеев Л.Д., Негода Л.Л., Суздальцева Т.В. Плесневый грибок – основной враг строительных конструкций // Жилищное строительство. – 2009. – № 11. – С. 17-21.
3. Лабинская А.С. Микробиология с техникой микробиологических исследований. – М.: Медицина, 1988. – 394 с.
3. Сергеев Ю.В., Кууфман К.А., Манделл Д.Л. Атлас грибковых заболеваний. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 540 с.

References

1. Andrejuk E.I. Mikrobnaja korrozija i ee vzbuditeli. – Kiev: Naukova dumka, 1980. – 287 s.
2. Evseev L.D., Negoda L.L., Suzdal'ceva T.V. Plesnevyy gribo – osnovnoy vrag stroitel'nyh konstrukcij // Zhilishhnoe stroitel'stvo. – 2009. – № 11. – S. 17-21.
3. Labinskaja A.S. Mikrobiologija s tehnikoj mikrobiologicheskikh issledovanij. – M.: Medicina, 1988. – 394 s.
4. Sergeev Ju.V., Kuufman K.A., Mandell D.L. Atlas gribkovykh zabolevanij. – M.: GJeOTAR-Media, 2010. – 540 s.

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.148

Писарева С.Д.¹, Миславский А.Н.²

¹Доцент, кандидат биологических наук, Московский государственный университет леса,

²студент 4 курса факультета лесного хозяйства, гр. ЛД 43А.

ВЫЖИВАЕМОСТЬ КУЛЬТУР БЕРЕЗЫ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ

Аннотация

В статье приводятся результаты проведенного исследования в отношении актуальности использования лиственных культур в различных экологических и климатических условиях с целью лесовосстановления. Авторы обосновывают необходимость тщательного подбора лиственных пород в зависимости от почвенных и климатических условий.

Ключевые слова: переувлажнение, лесовосстановление, береза, грибные заболевания.

Pisareva S.D.¹, Mislavsky A.N.²

¹Associate Professor, PhD in Biology, Moscow State Forest University,

²4th year student of the Faculty of Forestry, gr. LD 43A.

SURVIVAL OF CULTURES OF THE BIRCH IN THE CONDITIONS OF THE INCREASED MOISTURE

Abstract

The article presents the results of the study on the relevance of using deciduous crops in different environmental and climatic conditions for the purpose of reforestation. The authors substantiate the need for careful selection of hardwood, depending on soil and climatic conditions.

Keywords: waterlogging, reforestation, birch, fungal diseases.

В сентябре 2000 г., на встрече глав государств и правительств, Генеральный секретарь ООН Кофи Аннан представил доклад о роли Организации Объединенных наций в XXI веке. В выступлении было отмечено, что главной проблемой современной цивилизации является экологический кризис, который проявляется в перманентном изменении климатических условий существования, загрязнении воздушного бассейна, сокращении доступных запасов пресных вод и лесных ресурсов. Последнее связано с вопросами сохранения экосистем в целом а, следовательно, является особо актуальным вопросом.

Считаем, что одним из возможных путей его решения является проведение активных лесовосстановительных мероприятий. К сожалению, в последние десятилетия данный процесс проводится в основном за счет использования хвойных пород. Поэтому сегодня насущным является исследование возможности проведения лесовосстановления с использованием лиственных культур в различных экологических и климатических условиях.

Исследования выживаемости березы в условиях повышенной влажности были проведены нами осенью 2013 г. в посадках березы, созданных в 2010 г. в пойме близ Неклюдова ручья в насаждениях Мытищинского лесопарка национального парка «Лосиный остров», где территория временами заболачивается (квартал № 38). Посадки рядовые: один ряд – береза, один ряд – ель с липой. Данная территория традиционно используется жителями г. Королева как рекреационная зона. Вдоль опушки леса, по месту расположения соответствующих культур, проложены пешеходные дорожки и зимние лыжные трассы, что приводит к механическим повреждениям посаженных деревьев в культурах.

Обследования показали, что ель с липой практически полностью выпали из посадок за прошлые годы. Нами был проведен пересчет в наиболее сохранившемся ряду берез, расположенном рядом со стеной леса. В остальных рядах, находящихся ближе к пойме ручья, присутствие деревьев было единично, так как они также практически все погибли. Всего было учтено 70 берез высотой 1 - 3,5 м, из которых 24 шт. (34,3%) выпали в прошлые годы (определялось по пустующим местам посадок и остаткам пней), а 40 деревьев (57,1%) погибли в 2013 году, что в сумме составило более 91% посаженных деревьев. У одного погибшего дерева наблюдалась корневая поросль. Доля ослабленных берез равнялась 4,3%, а сильно ослабленных – 2,9%, и усыхающих деревьев – 1,4%.

Практически все погибшие березы были поражены грибными заболеваниями, вызывающими некрозы ветвей и ствола или гнили ствола и корней.

Пораженность ствола и корней гнилями было обнаружено у 82% погибших берез. Выявленные возбудители гнилей представлены в таблице 1. Из обнаруженных видов только опенок, вешенка и бьеркандера опаленная могут поражать живые деревья, остальные виды являются сапротрофами и поселяются только на погибших деревьях.

Кроме гнилевых заболеваний, наиболее часто отмечалось поражение ветвей, вершин и стволов берез различными видами некрозов (87% деревьев). Всего было выявлено 8 видов грибов, вызывающих некрозы на березе (см. табл. 1). Одним из наиболее характерных является нектриевый некроз (возбудитель – *Nectria cinnabarina* (Tode) Fr.), который наиболее часто проявляет себя как сапрофит на отмерших ветвях, но может поражать живые ткани, проникая через раны и трещины коры. Некриевый некроз был отмечен у 54% живых и сухостойных деревьев. Все эти виды являются сапротрофами или факультативными паразитами, которые способны поражать только ослабленные деревья.

Таблица 1 – Грибы, выявленные в культурах березы
(кв. 38 Мытищинского лесопарка НП «Лосиный остров») в 2013 г.

№	Вид гриба	На какой породе обнаружен	Вызываемая болезнь	Экологическая группа
1	<i>*Fenestella macrospora</i> Fuckel.	Береза, липа	Некроз	Сапротроф
2	<i>*Nectria cinnabarina</i> (Tode) Fr.	Береза, липа	Некроз	Факультативный паразит
3	<i>*Armillariella mellea</i> (Fr. ex Vahl.) Karst.	Береза	Белая гниль	Факультативный паразит
4	<i>Bjerkandera adusta</i> (Willd. ex Fr.) Karst.	Береза	Белая гниль	Факультативный паразит
5	<i>Conferticium ochraceum</i> (Fr.) Hallenb. (= <i>Corticium ochraceum</i> (Fr.) Fr.)	Береза	Белая гниль	Сапротроф
6	<i>*Corticium ulmi</i> (Lasch.) Massee	Береза	Белая гниль	Факультативный паразит
7	<i>Peniophora convolvens</i> H. et L.	Береза	Белая гниль	Сапротроф
8	<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) Fr.	Береза,	Белая гниль	Факультативный паразит
9	<i>*Stereum hirsutum</i> (Willd.) Pers.	Береза	Белая гниль	Факультативный паразит
10	<i>S. ostrea</i> (Blume et T.Nees) Fr. (= <i>S. fasciatum</i> (Schwein) Fr.)	Береза	Белая гниль	Сапротроф
11	<i>Cryptosporium betulinum</i> Corda.	Береза	Некроз	Факультативный паразит
12	<i>Libertella betulina</i> Desm.	Береза	Некроз	Факультативный паразит
13	<i>Melanconium bicolor</i> Nees.	Береза	Некроз	Факультативный паразит
14	<i>Microdiplodia tiliae</i> Allesch.	Липа	Некроз	Сапротроф
15	<i>*Myxocyclus polycistis</i> (Berk. et Broome) Sacc.	Береза	Некроз	Сапротроф
16	<i>Phoma corticola</i> Preuss.	Береза	Некроз	Сапротроф

Примечание: *- наиболее распространенные виды.

Из вредителей на деревьях наибольшее распространение имел ольховый рогахвост (*Xiphydria camelus* L.), личинки, куколки, ходы и вылетные отверстия которого были обнаружены на 35% всех имеющихся в наличии берез, в том числе на живых. Единично отмечены следы поселения яблоневой запятовидной щитовки (*Lepidosaphes ulmi* L.), которая является широко распространенным многоядным видом, повреждающим многие лиственные породы. По нашему мнению, именно с распространением данного вредителя связано наличие на стволах ослабленных и сильно ослабленных берез многочисленных скрытых сухобочин, которые наблюдались в 50% случаев у живых деревьев.

Также были отмечены единичные повреждения сухостойных деревьев лиственным сверлилом (*Elateroides dermestoides* L.) и древесинником многоядным (*Trypodendron signatum* F.), которые заселяют уже погибшие деревья.

Проведенное изыскание показало, что причиной гибели обследованных культур березы явилось переувлажнение участка, что привело к распространению грибных заболеваний.

Таким образом, результаты проведенного исследования наглядно показали, что в условиях переувлажнения почв, береза поражается целым спектром грибных заболеваний, и проведение лесовосстановления посредством ее насаждений становится нецелесообразным. Вследствие этого нами рекомендуется проводить планомерное замещение данной породы другими культурами. Например, различными видами ивы, кленом красным, ольхой и тополем, которые не только нуждаются в достаточной влажности воздуха и почвы, но и хорошо переносят избыточное увлажнение.

Авторы выражают искреннюю благодарность кандидату сельскохозяйственных наук Э.С. Соколовой, за оказанную помощь в определении видов собранных образцов грибов и некрозов.

Литература

1. Коровин В.В., Зуихина С.П. Некоторые закономерности строения аномальной древесины клена, березы, ольхи. / Биологические науки. 1985. № 8. С. 86.
2. Чернышенко О.В., Румянцев Д.Е., Сарапкина Е.В. Методы повышения устойчивости и жизнестойкости городских древесных растений / Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. 2014. № 5. С. 202-206.
3. Чернышенко О.В. Экофизиологические аспекты водного обмена растущего дерева / Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. 1998. № 1. С. 116-121.
4. Писарева С.Д., Миславский А.Н., Состояние культур сосны в Мытищинском лесопарке НП «Лосиный остров» / Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 1-1 (32). С. 69-70.

References

1. Korovin V.V., Zuihina S.P. Some patterns of anomalous structure maple, birch, alder. / Biological sciences. 1985. № 8. p. 86.
2. Chernyshenko O.V. Rumyantsev D.E., Sarapkina E.V. Methods to improve the sustainability and resilience of urban woody plants / Bulletin of the Moscow State Forest University - the Forest Bulletin. 2014. № 5. p. 202-206.
3. Chernyshenko O.V. Ecophysiological aspects of water metabolism growing tree / Bulletin of the Moscow State Forest University - the Forest Bulletin. 1998. № 1. pp 116-121.
4. Pisarev S.D., Mislavsky A.N. Condition of pine forest park in Mytishchi NP "Elk Island" / International Research Journal. 2015. № 1-1(32). p. 69-70.

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.212

Рахман К.М.М.¹, Рахимов И.И.²

¹Аспирант, ²профессор, доктор биологических наук, кафедра биоэкологии, гигиены и здравоохранения, Казанский федеральный университет

ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНАЯ СРЕДА ОБИТАНИЯ И ЭКОЛОГИЯ ПИТАНИЯ БЕНГАЛЬСКОГО ВАРАНА (*VARANUS BENGALENSIS*) В НАТОРЕ, БАНГЛАДЕШ

Аннотация

Исследование проводилось в период с октября по декабрь 2014 года в районе Натор, Бангладеш методом визуального наблюдения. Большая часть Бенгальских варанов (56.25%) предпочитает жить в микросреде с густой и сухой землей, но в большинстве случаев они строят гнезда, прилегающие к водным объектам. Их список добычи обширен, но в большинстве случаев они выбирают кузнечиков в качестве рациона (24%), вместо охоты на другие разновидности. Иногда они употребляют в пищу овощи и фрукты, которые также им необходимы. Максимальный пик деятельности, связанный с кормлением и добычей пищи, зарегистрирован утром с 6:00 до 9:00 и в течение дня с 15:00 до 17:00.

Ключевые слова: Бенгальский варан, диета, среда обитания.

Rahman K.M.M.¹, Rakhimov I.I.²

¹PhD student, ²Professor, PhD in Biology, Dept. of Bioecology, Hygiene and Public Health, Kazan (Volga Region) Federal University,

HABITAT PREFERENCE AND FEEDING ECOLOGY OF THE BENGAL MONITOR (*VARANUS BENGALENSIS*) IN NATORE, BANGLADESH

Abstract

The study was conducted between October and December 2014 in the district of Natore, Bangladesh by following visual encounter survey method. Most of the Bengal monitor (56.25%) prefer to live in the microhabitat of bushy dry land but they build their nest most of the cases adjacent to the waterbodies. They consume a vast list of prey groups as their diet but they choose grasshoppers as diet in highest proportion (24%) than the others prey species. Sometimes they consume waste vegetables and fruits matter also. Maximum feeding activity was recorded in the morning from 6:00 AM to 9:00 AM and during afternoon from 3:00 PM to 5:00 PM.

Keywords: Bengal Monitor, diet, habitat.

Introduction

Bengal Monitor (*Varanus bengalensis*) (Daudin, 1802) [1] is a very common monitor lizard species widely distributed over South Asia including Bangladesh [2, 3, 4]. Bengal monitors are used to much larger geographic range compared to other varanids lizards. An adult Bengal Monitor is about 175 cm with a snout-to-vent length (SVL) of which tail is 100 cm. Males are larger than the female and a heavy individual may weigh nearly 7.2 kg [5]. Bengal monitors are considered as least concerned species according to the IUCN red list of threatened species though their population is decreasing [6].

Our study area Natore is a northern district of Bangladesh which is situated between latitude of 24° 24' 28.58" N and longitude of 88° 58' 29.61" E with an average elevation of 23.26 m. It is about 204 km north-west of Dhaka City, Under Rajshahi Division. The district is considered as the diverse habitats for different types of flora and fauna. There are forest patches, woodlands, bushy jungle, grasslands, cultivated lands and many temporary and permanent waterbodies are present. Natore is unique form other district of Bangladesh from biological point of view because of the presence of the largest Chalan Beel (natural water bodies) which support different types of Biodiversity.

Methods and Materials

For collecting data, we spent more than 2 month October- December 2014 in the field. We used visual encounter survey (VES) for the observation of Monitor lizard species. We studied distribution of species in different microhabitat using randomized VES and habitat ecology by using intensive time constrained VES. We surveyed all of the study area by walking and observing likely habitat for the species to assess the distribution. We conducted the survey four days in October, 3 days in November and four days in August and each day we spend six hours that means we studied the species a total of 66 survey hours. During field study we also talked with the local peoples. We documented the killing of the species and we also took the measurement of the dead species. We also tried to find out the causes of the killing, spot of the killing. For present study we carried and used following types of equipment: Data sheet, pen, pencil, GPS unit, slide calipers, scale, savlon, cotton, camera etc.

Ethical approval: All of the data were collected during the study period by the proper approval of Bangladesh forest department. During this study no animals were harmed or injured intentionally or unintentionally and we followed all of the code, conduct and legislation for the care and use of animal for scientific purposes.

Results and Discussion

During this study, we observed 16 individuals of *Varanus bengalensis* species. By talking with the local peoples we also informed that the species occurs in all parts of the study area. The species richness of the Bengal Monitor decreasing day by day at an alarming rate because of the interaction with the local peoples and lack of sufficient knowledge of the villagers about the beneficial role of species. We found total 5 dead species during this study and all of the species died or more precisely had been killed by the local inhabitants without any reasons. It is documented that most of the cases children were responsible for more than 60% killing and 20% were killed because of fishing net used by the local fisher man. We documented 20% killing of Bengal Monitor during the clash between Domestic dog (*Canis* sp) and Bengal monitor Species. Local peoples told us that because of this clash every year lot of Monitor lizard species become injured and died.

Our study area was limited to the dry land with busy vegetation from the wet lands (irrigated areas, ponds, canal, beels etc.) and we surveyed each of the habitat types for 11 days to find out the feeding ecology and habitat preference of *Varanus bengalensis*. We observed 16 Bengal Monitor species during the study period; 10 during the distribution study and 6 during habitat separation study. Bengal Monitors showed considerable habitat preference during present study survey. Among the found 16 number of *Varanus bengalensis*, 56.25% used dry land habitat with bushy vegetation, 12.50% paddy fields, 6.25% ponds, 6.25% canals and 18.75% beels as their microhabitat (figure 1). But in our study we observed that most of Bengal monitors species prefer to make their nest slope of the dike adjacent to the waterbodies. We found total 7 nest of them 5 nests were adjacent to the waterbodies and 2 nests were found slope of the road.

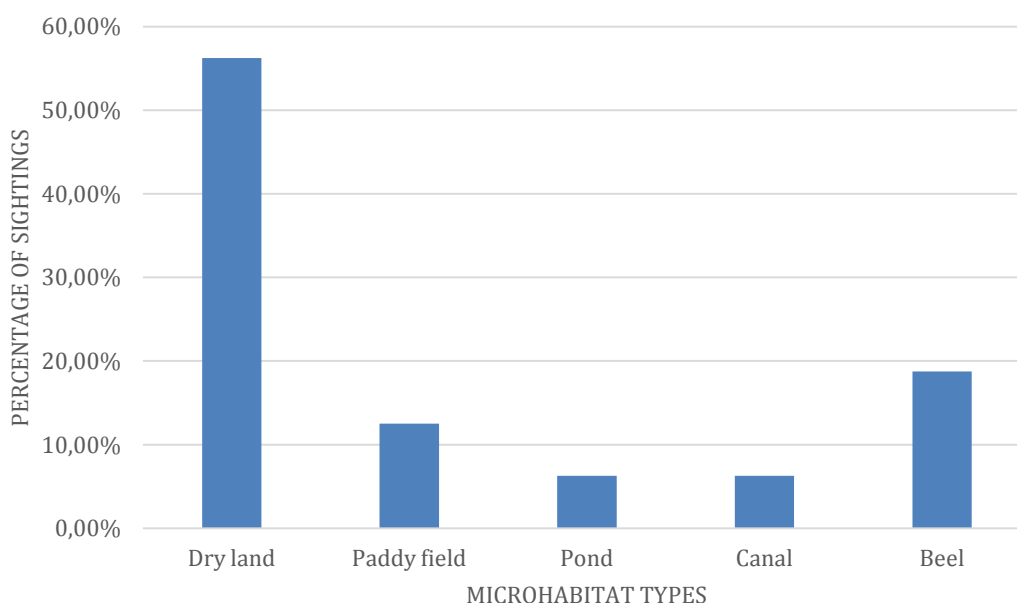


Fig. 1 – Habitat preference showed by *Varanus bengalensis*

Bengal Monitor tend to active whole days with different activities including feeding. There were two peaks of feeding time were identified throughout the day one during morning from 6:00 AM to 9:00 AM and another during afternoon from 3:00 PM to 5:00 PM. The diet of Bengal Monitor comprises of Insects, fishes, frogs, mouse, crustaceans, young and eggs of birds, vegetables and fruits matter (Table 1).

Table 1 – Diet composition of *Varanus bengalensis* in the study area

Sl. No.	Prey group	Food types	Part eaten	Frequency	Proportion (%)
1.	Crabs	Crustaceans	Whole body parts	3	8
2.	Fishes	Vertebrates	Whole body parts	5	13
3.	Frogs	Vertebrates	Whole body parts	2	5
4.	Birds	Vertebrates	Young and eggs	3	8
5.	House mouse	Vertebrates	Whole body parts	2	5
6.	Crickets	Insects	Whole body parts	7	18
7.	Grasshoppers	Insects	Whole body parts	9	24
8.	Vegetables	Vegetables	Waste parts	4	11
9.	Fruits	Fruits	Waste parts	3	8

Nine different prey groups were identified during this study and all of these prey groups provide food for the Monitor throughout the year. Grasshoppers constitute a major portion of the Bengal Monitor diet (24%). The Bengal Monitors avoid foods which are bigger than themselves and which they couldn't overpower.

Bengal monitors are actually solitary and terrestrial animal but sometimes they are seen on trees [7]. Unlike the other varanid lizards, Bengal monitors have the capabilities to adopt with diverse form of habitat, from desert areas to floodplains, scrubland to forests, at moderate elevations (Auffenberg 1994, Pianka 2004) [8, 9]. Bengal monitor have much larger geographic range, they inhabit river valleys in eastern Iran, Afghanistan and western Pakistan (Luxmoore & Groombridge 1990) [10]. It is similarly ubiquitous in India, Nepal, Sri Lanka, Bangladesh and Burma, found from desert fringes to rainforests, but is most common in farmlands and dry, open forests (Deraniyagala 1931, Pianka 1995) [11, 12]. It can also inhabit agricultural areas (Auffenberg 1994) [13]. So, our present study result also supports the result of Auffenberg and Pianka because in our study site their presence was also observed almost all kinds of microhabitat types from dry land to waterbodies including agricultural areas. Bangladesh is mainly a subtropical country with mixed evergreen and deciduous forest types and Bengal monitor widely distributed over almost all of the forest types. Auffenberg 1994 also mentioned about that the most common tropical forest habitat for Bengal monitors are deciduous, semi-deciduous, evergreen tropical forests, and thornbrush [13].

The Bengal monitors are almost strictly carnivorous. They consume almost everything that is smaller than themselves and that they can easily overpower (Auffenberg 1994) [13]. But in our study we have seen Bengal monitors eating waste vegetables and fruits matter thrown from the kitchen of the villagers. In a study Rahman et al 2015 also mentioned about the vegetables and fruit matters as Bengal monitors diet. Auffenberg 1994 in his study mentioned roughly 200 prey species [13]. In our study we documented only 9 different prey groups. We couldn't find out a vast list of prey groups because of mainly our study site was only limited to Natore and our field observation period was also very short.

Conclusion

According to IUCN red list *Varanus bengalensis* still considered as a least concern species but this environmental friendly species is decreasing day by day in number at an alarming rate. Habitat destruction and fragmentation, illegal trade, insecticide use in the farm lands, unconsciousness of the local people are the most common causes of their number loss. So, proper initiatives immediately should be taken nationally and internationally to protect this important lizard species.

Competing Interests

Authors have declared that no competing interests exist.

Abbreviations

SVL: Snout-to-Vent Length, **IUCN**: International Union for Conservation of Nature, **VES**: Visual Encounter Survey, **GPS**: Global Positioning System.

References

1. The Reptile Database 2007/2008. Available: <http://reptiledatabase.reptarium.cz/search?search=Varanus+bengalensis&submit=Search>
2. Auffenberg W. Research on monitor lizards. Tiger Paper. 1979;6(4):20-21.
3. Das I. Biodiversity and Biogeography of the herpetofauna of Southern Asia. 2001;1-38. In.
4. Das I. Distribution and maps of monitor lizards of India. J Madras Crocodile Bank. 1983;1(22).
5. Khan M.M.H. Protected Areas of Bangladesh - A Guide to Wildlife. Nishorgo Program, Wildlife Management and Nature Conservation Circle, Bangladesh Forest Department; 2008;1(230).
6. IUCN Red list of threatened species; version 2015-3. Available: <http://www.iucnredlist.org/search>
7. Zug G.R, Win H, Thin T, Min TZ, Lhon WZ, Kyaw K. Herpetofauna of the Chatthin Wildlife Sanctuary, north-central Myanmar with preliminary observations of their natural history. Hamadryad. 1998;23(2): 111-120.
8. Auffenberg W. Research on monitor lizards. Tiger Paper. 1979;6(4):20-21.
9. Pianka E.R. Varanoid Lizards of the World: *Varanus bengalensis*. Indiana University Press. 2004;156-160.
10. Luxmoore R. & Groombridge B. Asian Monitor Lizards - A Review of Distribution, Status, Exploitation and Trade for Four Selected Species. World Conservation Monitoring Centre (WCMC), Cambridge, UK. 1990; 195 pp.
11. Deraniyagala, P.E.P. Some Ceylon lizards. Spol. Zeylon. 1931a;16:139-80
12. Pianka, E. R. 1995. Review: Lizards observed. Science, 268/5217:1636
13. Auffenberg & Walter. The Bengal Monitor. University Press of Florida. 1994;494. ISBN0813012953.

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.075

Шубина О.А.¹, Титов И.Е.², Кречетников В.В.³, Карпенко Е.И.⁴

¹ORCID: 0000-0003-3055-9473, кандидат биологических наук, ²ORCID: 0000-0002-5275-3229,

³ORCID: 0000-0002-6099-6917, аспирант, ⁴кандидат биологических наук,

Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии

КРАТКИЙ ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ ПАСПОРТИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ТЕРРИТОРИЯХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ, ПОСТРАДАВШИХ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС

Аннотация

В статье приведен краткий обзор результатов паспортизации сельскохозяйственных предприятий, расположенных в юго-западных районах Брянской области, наиболее пострадавших в результате аварии на ЧАЭС. Показано, что несмотря на улучшение радиационной обстановки, на радиоактивно загрязненных сельскохозяйственных территориях требуется адресное проведение реабилитационных мероприятий.

Ключевые слова: паспортизация, авария на ЧАЭС, сельское хозяйство, радиоактивное загрязнение.

Shubina O.A.¹, Titov I.E.², Krechetnikov V.V.³, Karpenko E.I.⁴

¹ORCID: 0000-0003-3055-9473, PhD in Biology, ²ORCID: 0000-0002-5275-3229, ³ORCID: 0000-0002-6099-6917,

Postgraduate student, ⁴PhD in Biology, Russian Institute of Radiology and Agroecology

REVIEW OF PASSPORTIZATION RESULTS OF AGRICULTURAL ENTERPRISES ON THE TERRITORIES OF BRYANSK REGION AFFECTED AFTER CHERNOBYL ACCIDENT

Abstract

The article is a summary of the results of passportization of agricultural enterprises located in the south-western districts of the Bryansk region, the most affected after Chernobyl accident. It is shown that despite the fact that the radiation situation has improved, target rehabilitation measures in the contaminated agricultural areas are still needed.

Keywords: passportization, Chernobyl accident, agriculture, radioactive contamination.

Обеспечение безопасности жизнедеятельности населения и ведения хозяйственной деятельности на территориях, загрязненных после аварии на ЧАЭС, без ограничений по радиологическим критериям является одним из важных факторов, определяющих повышение инвестиционной привлекательности пострадавших регионов.

Исходной базой для реализации программ реабилитации сельскохозяйственных предприятий, расположенных на территориях, загрязненных радионуклидами, являются данные радиологического мониторинга земель и их состояния на настоящий момент времени, а также данные о социально-демографической и экономической ситуации в выбранных объектах. Для сбора, анализа, хранения и дальнейшей обработки информации должны быть разработаны соответствующие базы данных, а также составлены комплексные радиологические паспорта сельскохозяйственных предприятий, в которых в доступной форме скомпилированы все необходимые для принятия решений по реабилитации сведения.

Целью создания комплексного радиологического паспорта сельскохозяйственного предприятия является предоставление административно-хозяйственным органам, принимающим решения о ведении сельскохозяйственного производства на загрязненных территориях, хозяйственной, радиологической, экономической информации необходимой для принятия решений.

Информация в комплексных радиологических паспортах должна быть достоверной, достаточной для принятия решений, доступной для руководства и работников сельскохозяйственных предприятий различных форм собственности.

В соответствии с целями создания комплексных радиологических паспортов сельскохозяйственных предприятий в них включены следующие блоки информации:

- общая информация: адрес, контактные телефоны ответственных лиц;
- административно-хозяйственная характеристика: административно-территориальная привязка сельскохозяйственного предприятия, хозяйственная характеристика сельскохозяйственного предприятия, структура землепользования;
- экономические показатели сельскохозяйственного предприятия (производство продукции растениеводства - валовой сбор, урожайность, себестоимость, цена, рентабельность, прибыль; по продукции животноводства - поголовье животных, привес, валовое производство, цена, прибыль - убыток, рентабельность; заготовка кормов).
- почвенная характеристика сельхозугодий (тип почвы, агрохимические показатели, картосхемы почвенного покрова)
- радиологическая информация: распределение площадей земель по плотности загрязнения, картосхемы территорий сельскохозяйственных предприятий с уровнями загрязнения отдельных полей и участков, площади выведенных из землепользования участков, уровни загрязнения сельхозпродукции;
- рекомендации по безопасному ведению сельского хозяйства (приемы и технологии ведения сельскохозяйственного производства на территориях, загрязненных радионуклидами, эффективность приемов, обеспечивающих снижение накопления радионуклидов в сельскохозяйственной продукции, объемы и виды проведенных реабилитационных мероприятий, индивидуальные планы рекомендуемых реабилитационных мероприятий).

Паспортизация сельскохозяйственных предприятий, расположенных на радиоактивно загрязненных территориях, проводилась на основании межведомственной информации МЧС России, Минсельхоза России, Рослесхоза, Росгидромета и Роспотребнадзора в рамках реализации федеральной целевой программы «Преодоление последствий радиационных аварий на период до 2015 года».

По итогам анализа собранной комплексной информации о хозяйствах коллективного сектора юго-западных районов Брянской области, был сформирован перечень хозяйств, ведущих сельскохозяйственное производство, для которых были созданы комплексные радиологические паспорта. В 2012 году была проведена комплексная паспортизация 14 сельскохозяйственных предприятий Гордеевского, в 2013 - 10 предприятий Злынковского и 15 предприятий Красногорского, в 2014 - 10 предприятий Клиновского и 16 предприятий Новозыбковского и в 2015 – 20 предприятий Климовского районов Брянской области.

За время, прошедшее после аварии на ЧАЭС, неоднократно менялись границы и названия хозяйств, поэтому основные показатели для сельскохозяйственных предприятий (карты, почвенные характеристики, уровни загрязнения и т.д.) были приведены в соответствии с картами агрохимического и радиологического обследования, которые проводятся Федеральным государственным бюджетным учреждением Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Брянский».

Основными отраслями агропромышленного производства юго-западных районов Брянской области являются растениеводство и животноводство. Растениеводство специализируется на выращивании зерновых культур и картофелеводстве, а животноводство имеет преимущественно молочно-мясную направленность.

За последние годы произошло увеличение посевных площадей в Гордеевском районе, в то время как в Злынковском, Красногорском и Клиновском районах количество посевных площадей сократилось. В Новозыбковском и Климовском районах посевные площади практически не изменились.

Основную долю от всей посевной площади составляют зерновые (34,4% – в Гордеевском, 57,2% – в Злынковском, 30,9% – в Климовском, 51% – в Клиновском, 26,4% – в Красногорском, 49% – в Новозыбковском районе) и кормовые культуры (62,6% – в Гордеевском, 37,2% – в Злынковском, 60% – в Климовском, 43,3% – в Клиновском, 69,5% – в Красногорском, 46,5% – в Новозыбковском районе). Овощебахчевые и технические культуры выращиваются в хозяйствах коллективного сектора в небольших объемах.

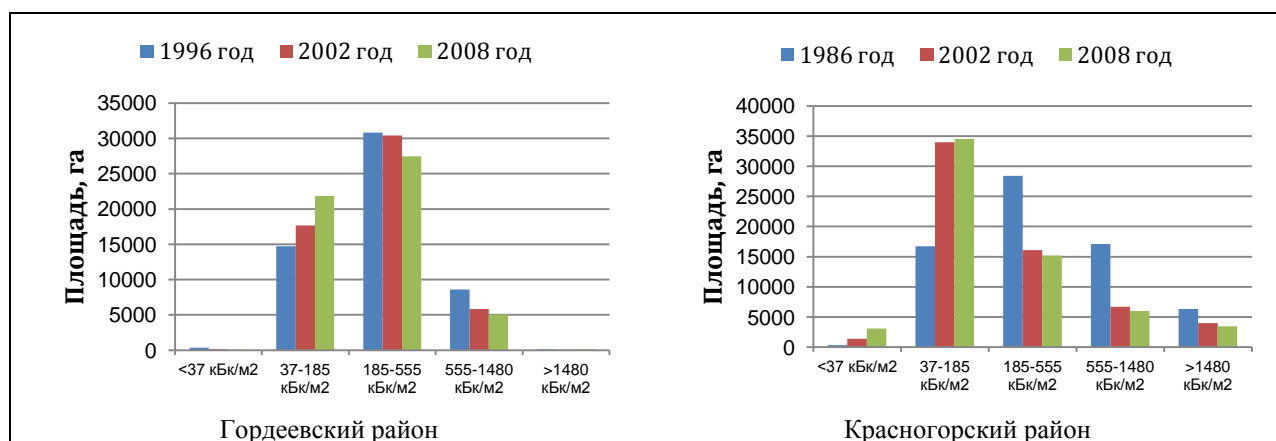
Увеличение поголовья крупного рогатого скота зафиксировано только в Климовском районе, на территории которого в настоящее время действует ООО «Брянская мясная компания» агропромышленного холдинга «Мираторг».

Сельскохозяйственные земли на территориях юго-западных районов Брянской области используются не в полном объеме. Часть сельскохозяйственных угодий были полностью выведены из землепользования. Помимо отчужденных территорий не используется часть земель по экономическим причинам (например, вследствие банкротства землепользователя).

За прошедший период времени после аварии на ЧАЭС было проведено несколько туров радиологического обследования сельскохозяйственных земель. Сравнение результатов нескольких туров обследования показывает значительное улучшение радиационной обстановки. Кормовые угодья имеют более высокие уровни загрязнения, чем пашня.

Анализ результатов паспортизации показал, что средневзвешенная плотность загрязнения ^{137}Cs сельскохозяйственных угодий Гордеевского района с 1996 года снизилась в 1,21 раза. Практически все земли Красногорского района остаются пока в разряде загрязнённых, то есть плотность загрязнения превышает 37 кБк/м². Почв с уровнем загрязнения 155 кБк/м² на пашне остаётся 35%, что на 12% меньше чем в 1996 году, а на сенокосно-пастбищных угодьях снижение 8%. Почв, относящихся к зоне отчуждения (свыше 1480 кБк/м²) в районе остаётся ещё много – 10%. На сельхозугодьях Злынковского района радиологическая ситуация значительно улучшилась: средневзвешенная плотность загрязнения ^{137}Cs не превышает 258 кБк/м². Средневзвешенная плотность загрязнения пашни Клиновского района ^{137}Cs не превышает 155 кБк/м², а сенокосов и пастбищ – 280 кБк/м². Средневзвешенная плотность загрязнения пашни Новозыбковского района ^{137}Cs с 1993 года снизилась в 1,5 раза, а сенокосов и пастбищ в 1,3 раза. Средневзвешенная плотность загрязнения пашни Климовского района ^{137}Cs не превышает 78 кБк/м², а сенокосов и пастбищ – 135 кБк/м².

На диаграммах, построенных по динамике загрязнения юго-западных районов Брянской области, показано снижение доли площадей с более высокими уровнями загрязнения и увеличения с более низкими.



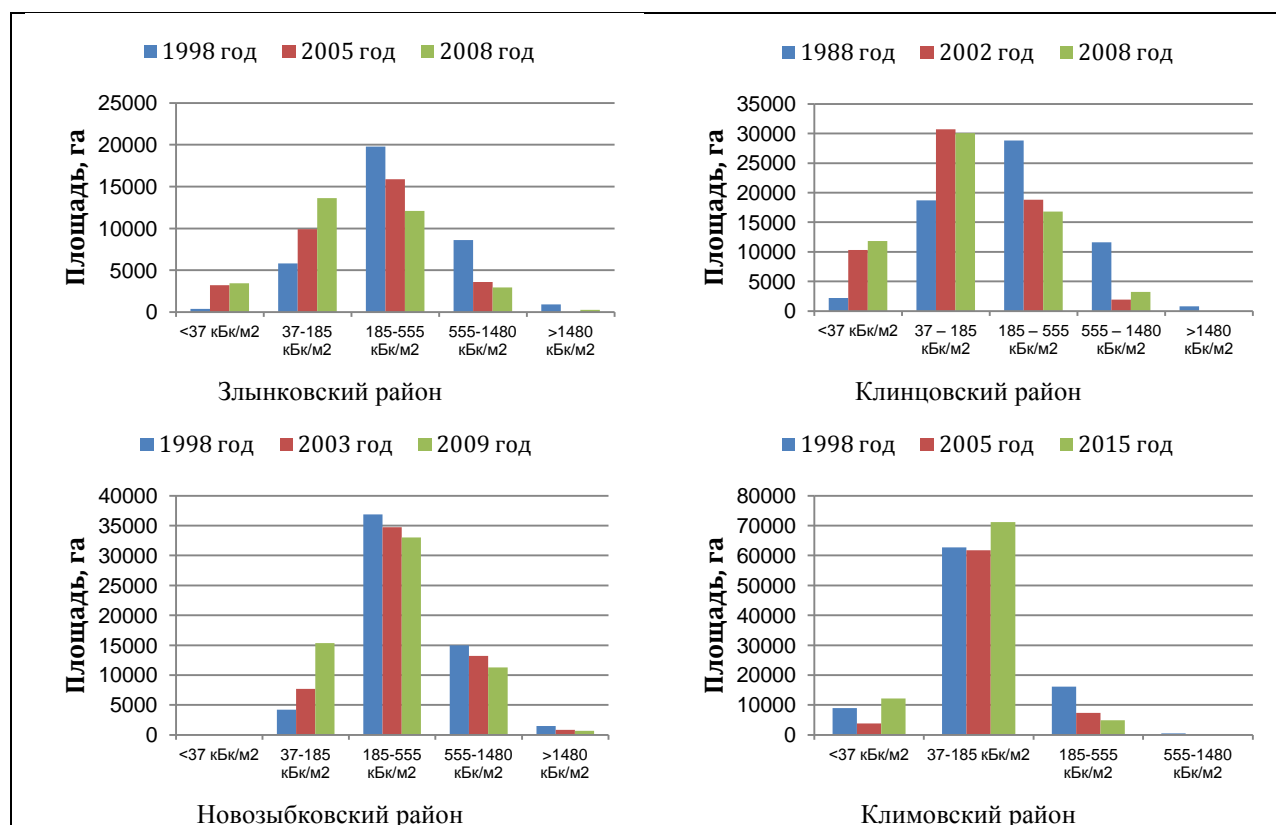


Рис. 1 –Динамика изменения площадей сельскохозяйственных угодий юго-западных районов Брянской области, загрязненных ^{137}Cs

При реализации зонального принципа ведения агропромышленного производства на территории, подвергшейся воздействию аварийных выбросов сельскохозяйственные угодья с плотностью загрязнения ^{137}Cs свыше 1480 kBq/m² были временно выведены из хозяйственного использования.

Общая площадь отчужденных сельхозугодий составила 17,1 тыс. га, в том числе сенокосов и пастбищ - 9,8 тыс. га, а пахотных земель - 7,3 тыс. га [1]. Всего из землепользования были выведены сельскохозяйственные угодья 23 хозяйств, расположенные в Гордеевском, Злынковском, Клинцовском, Красногорском и Новозыбковском районах Брянской области.

За время, прошедшее после аварии на Чернобыльской АЭС, в результате радиоактивного распада площади земель с плотностью загрязнения по ^{137}Cs свыше 1480 kBq/m² сократились и в настоящее время составляют 28,3 % от первоначально выведенных из оборота земель, т.е. 4,83 тыс. га. Таким образом, если принимать во внимание радиологические критерии (плотность загрязнения), около 70% земель могут быть возвращены в хозяйственное использование [2].

Одним из основных критериев оценки радиологической ситуации является информация о содержании ^{137}Cs в сельхозпродукции, производимой в хозяйствах коллективного сектора. Возделывание сельскохозяйственных культур на загрязненных угодьях обуславливает накопление ^{137}Cs в производимой продукции.

Результаты радиационного контроля показывают, что в растениеводческой продукции содержание ^{137}Cs не превышает нормативов СанПиН 2.3.2.1078-01 (с доп. и изм. №18 - СанПиН 2.3.2.2650-10). Следует отметить высокую вариативность данных по загрязнению кормов, особенно зеленой массы трав, что связано как с различными уровнями загрязнения сенокосов и пастбищ, их почвенными характеристиками, так и с объемами и видами проведенных ранее реабилитационных мероприятий. В максимальных случаях в зеленой массе трав содержание ^{137}Cs до 10 раз превышает рекомендуемые показатели, что в свою очередь ведет к повышенному содержанию радиоцезия в продукции животноводства. Сельскохозяйственная продукция в Климовском районе удовлетворяет установленным нормативам.

Высокие уровни загрязнения сельскохозяйственных угодий после аварии на Чернобыльской АЭС определили необходимость масштабного применения защитных мероприятий, которые включали агротехнические приемы (вспашка угодий, коренное улучшение сенокосов и пастбищ) и агрохимические технологии (известкование, применение повышенных доз фосфорно-калийных удобрений). Защитные и реабилитационные мероприятия проводились на сельскохозяйственных угодьях, подвергшихся радиоактивному загрязнению после аварии на ЧАЭС, начиная с момента катастрофы. В период 1986 по 1988 гг. мероприятия в сельском хозяйстве проводились в постоянно увеличивающихся масштабах, а с 1988 по 1992 гг. они осуществлялись в оптимальных размерах. Начиная с 1993 г. объемы проводимых реабилитационных мероприятий снизились.

Всего по итогам паспортизации 2012-2015 гг. комплексные радиологические паспорта созданы для 85 сельскохозяйственных предприятий Брянской области, общей площадью 270,6 тыс. га. Из них в настоящее время на 70,7 тыс. га (26,1%) требуется проведение реабилитационных мероприятий, чтобы обеспечить производство продукции, соответствующей санитарно-гигиеническим нормативам (таблица 1).

Таблица 1 – Общая характеристика земель сельскохозяйственных предприятий, для которых созданы комплексные радиологические паспорта

Район	Общая площадь сельхозугодий, га	Площадь, сельхозугодий, на которых необходимо проводить реабилитационные мероприятия, га
Новозыбковский	52120	23136
Злынковский	28278	13523
Гордеевский	54661	3755
Красногорский	57211	23646
Клинцовский	23730	3535
Климовский	54612	3103
Всего	270612	70698

Общая площадь пахотных земель, на которых сохраняется потребность в проведении реабилитационных мероприятий (калиевание, известкование), составляет 14338 га (таблица 2).

Таблица 2 – Площадь сельхозугодий (пашни), на которых сохраняется потребность в применении реабилитационных мероприятий при производстве растениеводческой продукции, га

Район	Вид мероприятий	
	калиевание	известкование
Гордеевский	2048	1571
Красногорский	3629	
Клинцовский	615	
Новозыбковский	5870	
Злынковский	605	
Климовский	-	-
Всего	12767	1571

Общая площадь земель, используемых в качестве сенокосов и пастбищ, а также для выращивания сеяных трав, на которых необходимо проводить реабилитационные мероприятия, составляет 42491 га (таблица 3).

Таблица 3 – Площадь сельхозугодий (пашни), на которых сохраняется потребность в применении реабилитационных мероприятий при производстве продукции кормопроизводства, га

Район	Вид мероприятий		
	калиевание	известкование	коренное улучшение
Гордеевский	4529	2198	8907
Красногорский	3753		4714
Клинцовский	683		1252
Новозыбковский	10344		3355
Злынковский	1511		917
Климовский			328
Всего	20820	2198	19473

При ведении животноводства на территории сельскохозяйственных предприятий, для которых созданы паспорта безопасности проживания на радиоактивно загрязненных территориях, рекомендуется применение ферроцинсодержащих препаратов (более чем для 13 тыс. голов КРС).

Для каждого предприятия составлены индивидуальные планы реабилитационных мероприятий на ближайшие годы.

В результате реализации федеральной целевой программы «Преодоление последствий радиационных аварий на период до 2015 года» для 6 районов Брянской области было составлено 85 комплексных радиологических паспортов, которые содержат всю необходимую для принятия решений информацию о сельскохозяйственных предприятиях. Анализ содержащейся в этих паспортах информации показал, что 68,1% земель, выведенных из землепользования по радиологическому принципу, уже сейчас могут быть возвращены в хозяйственный оборот. Несмотря на улучшение радиационной обстановки, на радиоактивно загрязненных сельскохозяйственных территориях требуется адресное проведение реабилитационных мероприятий.

Литература

1. Воробьев Г.Т., Гучанов Д.Е., Маркина З.Н. и др. Радиоактивное загрязнение почв Брянской области. Брянск: Грани, 1994. – 177 с.

2. Титов И.Е. Апробация технологий реабилитации сельскохозяйственных угодий с высокими уровнями радиоактивного загрязнения, временно выведенных из землепользования после аварии на ЧАЭС // Титов И.Е., Шубина О.А., Санжарова Н.И. и др. // Радиация и риск. – 2012. – Т. 21. – №2. – С. 33-38.

References

1. Vorob'ev G.T., Guchanov D.E., Markina Z.N. i dr. Radioaktivnoe zagrjznenie pochv Brjanskoj oblasti. Brjansk: Grani, 1994. – 177 s.

2. Titov I.E. Aprobacija tehnologij rehabilitacii sel'skohozjajstvennyh ugodij s vysokimi urovnjami radioaktivnogo zagrjznenija, vremennno vyvedennyh iz zemlepol'zovanija posle avarii na ChAJeS // Titov I.E., Shubina O.A., Sanzharova N.I. i dr. // Radiacija i risk. – 2012. – Т. 21. – №2. – С. 33-38.

ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ / VETERINARY SCIENCE

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.185

Жамансарин Т.М.

Доцент, доктор ветеринарных наук, академик Международной Академии Информатизации,
Алматинский технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЯ И ПРОФИЛАКТИКА БРУЦЕЛЛЕЗА КОЗ

Аннотация

Задачей исследований являлось изучение восприимчивости Казахской шерстной породы коз к возбудителям Br.melitensis. Изучали методом иммуно-биологических исследований, в частности современными серологическими методами: РПБ, РА, РСК, РДСК и кольцевая проба. По результатам исследований стада маточного поголовья взрослых коз в 150 голов, из них 9 голов козematок, дали высокие титры на два плюса, подтверждающие зараженность возбудителями болезни.

Ключевые слова: породы коз, бруцеллез, Роз-Бенгал проба, реакция связывания.

Zhamansarin T.M.

Associate Professor, PhD in Veterinary Medicine and Science,
Academician of the International Academy of Informatization, Almaty Technological University

RESEARCH AND PREVENTION OF BRUCELLOSIS OF GOATS

Abstract

The aim of research was to study the susceptibility of the Kazakh wool breed goats to the agents Br.melitensis. Studied by immuno-biological research, in particular, modern serological methods: BPM, RA, DGC RDSK and ring trial. According to the research of adult breeding stock herd of goats in 150 goals, including 9 heads of goats giving birth, gave high titers plus two confirming infection disease pathogens.

Keywords: breed of goats, brucellosis, Rose-Bengal test, fixation test.

Материалы и методы

Исследования проводились в козоводческой ферме крестьянского хозяйства «Аухадиева» Кокпектинского района Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан и на кафедре Пищевой биотехнологии Алматинского технологического университета Министерства образования и науки Республики Казахстан.

Материалами для изучения служили образцы крови и молока от животных – козematок Казахской шерстной породы коз (n = 150). Эпизоотию бруцеллеза изучали по методике Бакулова (1979). Анализ эпизоотической ситуации глубиной 10 лет изучали в хозяйствах Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан. При этом использовались материалы ветеринарной отчетности хозяйств и районов Восточно-Казахстанской области с 2002 по 2012 гг.

Пробы крови, взяты от стада, которое содержится на ферме «Каменка». Взятую кровь помещали в вакуумные контейнеры, доставляли в областную ветеринарную лабораторию с сопроводительным.

Серологические реакции (РА, РСК, РДСК) проводили согласно «Наставлению по диагностике бруцеллеза животных», которое утверждено Комитетом по ветеринарии Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан.

Согласно «Инструкции о мероприятиях по профилактике и ликвидации бруцеллеза животных», утвержденной Комитетом ветеринарии Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан для диагностики бруцеллеза, кроме клинических, бактериологических и аллергических, применяют следующие иммунологические реакции: РА, РСК, РДСК, РПБ и КР (кольцевая реакция с молоком).

Для постановки серологических реакций, взятую у животных кровь с целью получения сыворотки, выдерживают 30-60 мин. при температуре 20-30°C, образовавшиеся сгустки крови отделили от стенок пробирки стальной спицей (проволокой), которую дезинфицировали 0,5%-м раствором «Анолита», а затем пробирки выдерживали 8-10 часов при температуре 4-10°C. Отстоявшуюся сыворотку сливали в стерильную сухую пробирку Флоринского, консервировали с добавлением 2-4°C от объема сыворотки борную кислоту. В течение двух суток доставляли в областную ветеринарную лабораторию Усть-Каменогорска Восточно-Казахстанской области.

Таблица 1 – Результаты серологических исследований на бруцеллез

Индивидуальные номера животных	Серологические реакции			
	Роз-Бенгал проба (РПБ)	Реакция агглютинации (РА)	Реакция связывания комплементов (РСК)	Реакция длительного связывания комплементов (РДСК)
Б 1105	++	++	++	++
Б 1107	++	++	++	++
Б 1108	++	++	++	++
Б 1117	++	++	++	++
Б 1123	++	++	++	++
Б 11100	++	++	++	++
Б 11201	++	++	++	++
Б 11207	++	++	++	++
Б 11213	++	++	++	++

Как видно из таблицы, из исследованных 150 проб крови по 4 реакциям дали положительные реакции 9 проб на два плюса, что считается больными бруцеллезом.

Положительно реагировавших животных удалили из стада, забили в санитарной бойне, шкуры уничтожили, а мясо отправили на мясокостную муку.

Заключение

Ветеринарно-санитарные и профилактические мероприятия:

- охрана благополучных хозяйств, ферм от заноса в них возбудителя бруцеллезной инфекции;
- оздоровление неблагополучных по заболеванию очагов (пунктов);
- недопущение заражения людей бруцеллезом.

В помещениях, где ранее содержались больные животные (неблагополучное поголовье), здоровый скот допускается вводить после проведения тщательной механической очистки, санитарного ремонта, дезинфекции помещений, выгульных дворов и др. объектов, а также дезинсекции и дератизации. В летнее время помещения очищают от навоза, дезинфицируют и оставляют с открытыми окнами и дверями на все лето. Периодически (согласно плану) и в вынужденных случаях проводят дезинфекцию помещений, загонов, выгульных площадок, оборудования, инвентаря и др. объектов.

Дезинфекция. Вынужденную дезинфекцию проводили дезраствором «Анолит». «Анолит» получали на установках СТЭЛ-40, с содержанием ДВ в пределах 0,3%. Перед дезинфекцией провели санитарную очистку помещений, где содержались козematки, а также выгульных дворов. Вытопанный твердый слой навоза очищали с помощью лопатки бульдозера, мини-трактора китайского производства до бетонного пола, с кормушки полностью удалили остатки кормов.

После механической очистки помещений, начиная с потолка, стен, окон, ворот, промывали горячей водой двукратно, так как все конструкции помещений сделаны из бетона.

Для проведения дезинфекции применяли опрыскиватель с емкостью 500 литров, на колесах. Дезинфекцию проводили согласно инструкции «Дезинфекция животноводческих помещений», утвержденной комитетом ветеринарии Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан от 10 ноября 2010 года.

После проведения дезинфекции, через 2 часа взяли смывы стерильным ватным тампоном со стен, потолков, пола, кормушек, окон, дверей для проверки качества дезинфекции и отправили в областную лабораторию Восточно-Казахстанской области.

Выводы

1. Казахская шерстная порода коз, как и другие породы восприимчивы к возбудителю *Br.melitensis*.
2. Для проведения ветеринарно-санитарных мероприятий, для вынужденной дезинфекции пригодны растворы «анолит», полученные на установках СТЭЛ-40 отечественного производства.

Литература

1. Якимов В.И. Бруцеллез сельскохозяйственных животных. Москва, «Колос», 1980 г., 300 с.
2. Вышелесский С.В. Биология бруцеллезной инфекции. Москва, «Наука», 1980 г., 207 с.
3. Абсаттаров Г.Г. Мониторинг, контроль и прогнозирование эпидемиологического процесса бруцеллеза в современных условиях хозяйствования. Алматы, 2010, 225 с.

4. Канатбаев С.Г. Бруцеллез коз (иммунологические показатели организма, диагностика и профилактика). Алматы, №12, 2010, 269 с.

Фай Бернард. Бруцеллез верблюдов: короткий обзор. «Ветеринария», 2010 г., №10, 48-49 с.

References

1. Jakimov V.I. Brucelлез sel'skhozjajstvennyh zhivotnyh. Moskva, «Kolos», 1980 g., 300 s.
2. Vyshelskij S.V. Biologija brucelleznoj infekcii. Moskva, «Nauka», 1980 g., 207 s.
3. Absattarov G.G. Monitoring, kontrol' i prognozirovanie jepidemiologicheskogo processa brucelleza v sovremennyh usloviyah hozjajstvovaniya. Almaty, 2010, 225 s.
4. Kanatbaev S.G. Brucelлез коз (immunologicheskie pokazateli organizma, diagnostika i profilaktika). Almaty, №12, 2010, 269 s.
5. Faj Bernard. Brucelлез verbljudov: korotkij obzor. «Veterinarija», 2010 g., №10, 48-49 s.

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.100

Шуканов Р.А.¹, Лежнина М.Н.²

¹Кандидат биологических наук, ²кандидат биологических наук,

Филиал Санкт-Петербургского государственного экономического университета в г. Чебоксары

СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ИММУНИТЕТА СВИНЕЙ

В БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ РЕГИОНА

Аннотация

Цель работы – изучить корректирующее воздействие цеолита трепел в сочетании с биоактивной добавкой «Сувар» на состояние естественного иммунитета боровков в агропочвенных условиях Приволжья Чувашии.

Проведен анализ постнатальной динамики клеточных и гуморальных факторов неспецифической резистентности у свиней, содержащихся при комплексном скормливании испытываемых биогенных веществ с учетом локальных биогеохимических особенностей региона.

Научно обоснованную нами схему применения продуктивным животным кормовых добавок трепел совместно с «Суваром» рекомендуется использовать в животноводческих предприятиях Приволжья Чувашской Республики и других регионов с аналогичными биогеохимическими условиями.

Ключевые слова: боровки, трепел, «Сувар», кровь, клеточный и гуморальный иммунитет.

Shukanov R.A.¹, Lezhnina M.N.²

¹PhD in biology, ²PhD in biology, The Branch of the St. Petersburg State Economics University in Cheboksary

FORMATION AND DEVELOPMENT OF NATURAL IMMUNITY OF PIGS IN BIOGEOCHEMICAL CONDITIONS IN THE REGION

Abstract

The purpose of the article - to study the corrective effects of trepel zeolite in combination with a bioactive additive «Suvar» on the state of the natural immunity of boars in soil conditions of Chuvashia Volga.

The analysis of the dynamics of post-natal cellular and humoral factors of nonspecific resistance in pigs kept in the complex nutrient feeding test based on local biogeochemical characteristics of the region is carried out.

Scientifically grounded scheme we use productive stomach feed additives in cooperation with «Suvar» is recommended to be used in livestock enterprises of Volga Republic of Chuvashia and other regions with similar biogeochemical conditions.

Keywords: boars, trepel, «Suvar», blood, cellular and humoral immunity.

Приоритетным технологическим средством, способствующим более полно реализовать генетический потенциал жизнеспособности и продуктивности сельскохозяйственных животных, является обеспечение их полноценным кормлением и применение по мере необходимости высокоэффективных и экологически безопасных биологически активных добавок. Следовательно, синтез, апробация, научное обоснование и использование кормовых добавок, иммунокорректоров и биопрепаратов нового поколения, вызывающих положительные обменные, иммунные и ростовые эффекты развивающегося организма животных с учетом биогеохимических особенностей разных территорий России, представляют большой научно-практический интерес [2, 3, 4, 5].

Проведена серия научных исследований на 30 боровках (кастрированных хрячках) отъемного возраста, подобранных с учетом клинико-физиологического статуса, возраста, породы и массы тела по 15 животных в каждой группе. Свиней и первой (контроль), и второй (опыт) групп с 60- до 300-дневного возраста (продолжительность наблюдений) содержали на основном рационе (ОР), сбалансированном по основным показателям согласно нормам и рационам кормления РАСХН [1]. Животным опытной группы вместе с ОР скормливали естественный цеолит трепел из расчета 1,25 г/кг массы тела (м.т.) ежедневно совместно с биогенным веществом «Сувар» в дозе 25-50 мг/кг м.т. в течение каждых 20 дней с 10-дневными интервалами до 240-дневного возраста. В период исследований у 5 боровков сравниваемых групп на 60-, 120-, 180-, 240-, 300-й день жизни изучали клинико-физиологическое состояние, клеточные (число эритроцитов, лейкоцитов, аутобляшкообразующих клеток (АБОК) в крови) и гуморальные (уровень гемоглобина в крови, γ-глобулинов, иммуноглобулинов в ее сыворотке) факторы естественной резистентности современными методами с использованием сертифицированного лабораторного оборудования. Полученный в экспериментах цифровой материал подвергнут биометрической обработке с использованием программных пакетов статистического анализа Microsoft Office Excel – 2007.

На протяжении опытов температура тела, количество пульсовых ударов и дыхательных движений у боровков сопоставляемых групп находились в диапазоне колебаний физиологической нормы, различие в которых было незначительным ($P > 0,05$).

Оценка клеточных параметров естественного иммунитета показала, что число эритроцитов в крови подопытных свиней по мере роста неизменно повышалось от $5,15 \pm 0,31$ – $5,30 \pm 0,36$ до $6,78 \pm 0,23$ – $7,84 \pm 0,28$ млн/мкл. При этом 120-, 180-, 240-, 300-дневные животные второй группы в условиях применения биогенных веществ трепел в сочетании с «Суваром» значительно превосходили по этому гематологическому параметру интактных сверстников ($P < 0,05$ – $0,001$). У боровков контрольной и опытной групп количество лейкоцитов волнообразно уменьшалось в возрастном аспекте (соответственно $14,7 \pm 1,28$ против $9,0 \pm 0,26$ и $15,1 \pm 0,69$ против $9,6 \pm 0,26$ тыс/мкл) без достоверной разницы в межгрупповом разрезе. Выявлено, что у животных обеих групп активность АБОК незначительно повышалась от 60- до 240-дневного возраста ($3,5 \pm 0,29$ – $3,6 \pm 0,40$ против $3,8 \pm 0,31$ – $4,2 \pm 0,26$ %), а затем несколько снижалась к концу исследований до $3,5 \pm 0,23$ – $4,1 \pm 0,23$ % ($P > 0,05$).

Итак, свиньи, содержащиеся при совместном использовании естественного цеолита трепел с биоактивной добавкой «Сувар», имели относительно высокие показатели клеточного иммунитета по отношению к контрольным значениям, особенно по числу эритроцитов в крови.

Из анализа гуморальных факторов неспецифической резистентности следует, что концентрация γ -глобулиновой фракции общего белка в кровяной сыворотке боровков сравниваемых групп неизменно нарастала от начала опытов ($15,5 \pm 0,22$ – $15,7 \pm 0,60$ г/л) к их концу ($17,9 \pm 0,22$ – $21,2 \pm 0,37$ г/л). Причем свиньи опытной группы в 120-, 180-, 240-, 300-дневном возрасте превосходили контрольных сверстников по изучаемому иммунокомпетентному параметру на $14,7$ – $17,8$ % ($P < 0,05$ – $0,005$).

Аналогичная закономерность выявлена в характере колебаний уровня гемоглобина, который по мере взросления подопытных животных медленно повышался ($96 \pm 2,15$ – $100 \pm 3,23$ против $103 \pm 0,86$ – $110 \pm 0,56$ г/л). Следует отметить, что 180-, 240-, 300-дневные опытные боровки достоверно превышали по изучаемому показателю гуморального иммунитета контрольные значения.

Показано, что динамика концентрации иммуноглобулинов в целом соответствовала характеру изменений таковой гемоглобина и γ -глобулинов. Так, у животных контрольной и опытной групп по мере роста и развития организма она увеличивалась от $13,9 \pm 0,21$ до $20,0 \pm 0,49$ и от $14,0 \pm 0,27$ до $22,1 \pm 0,65$ мг/мл. При этом опытные свиньи 120-, 180-, 240-, 300-дневного возраста по данному иммунологическому показателю имели превосходство по отношению к контрольным параметрам сверстников на $9,7$ – $15,9$ % ($P < 0,005$ – $0,001$).

Итак, боровки в условиях комплексного применения биогенных веществ трепел и «Сувар» имели достоверно превышающие показатели гуморального иммунитета, чем интактные сверстники.

Таким образом, содержание свиней на основном рационе при добавлении цеолитсодержащего трепела в сочетании с биологически активным веществом «Сувар» с учетом биогеохимической специфичности Приволжья Чувашии сопровождалось заметным усилением клеточных и, особенно, гуморальных факторов естественной резистентности организма.

Литература

1. Драганов И. Ф., Макаревич Н. Г., Калашников В. В. Кормление животных. М.: РАГУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2010. 341 с.
2. Таланов Г. А. Развитие экологических и санитарно-токсикологических исследований // Ветеринария. 2005. № 10. С. 7-9.
3. Шуканов Р. А., Лежнина М. Н., Шуканов А. А. и др. Специфичность естественной резистентности и обмена веществ у продуктивных животных в биогеохимических районах Чувашии с применением биопрепаратов // Труды XXX Рос. школы. М.: РАН, 2010. С. 375-382.
4. Piccione G., Gasella S., Pennisi P. et al. Monitoring of physiological and blood parameters during perinatal and neonatal period in calves // Arg. Bras. Med. Vet. Zootec. 2010. v. 62. n. 1. P. 11-12.
5. Wang Z. G., Pan X. J., Zhang W. Q. et al. Methionine and selenium yeast supplementation of the maternal diets affects antioxidant activity of breeding eggs // Poultry science. 2010. № 85. P. 931-937.

References

1. Draganov I. F., Makarcev N. G., Kalashnikov V. V. Kormlenie zhivotnyh. M.: RAGU-MSHA im. K. A. Timirjazeva, 2010. 341 s.
2. Talanov G. A. Razvitie jekologicheskikh i sanitarno-toksikologicheskikh issledovanij // Veterinarija. 2005. № 10. S. 7-9.
3. Shukanov R. A., Lezhnina M. N., Shukanov A. A. i dr. Specifichnost' estestvennoj rezistentnosti i obmena veshhestv u produktivnyh zhivotnyh v biogeoхимических rajonah Chuvashii s primeneniem biopreparatov // Trudy XXX Ros. shkoly. M.: RAN, 2010. S. 375-382.
4. Piccione G., Gasella S., Pennisi P. et al. Monitoring of physiological and blood parameters during perinatal and neonatal period in calves // Arg. Bras. Med. Vet. Zootec. 2010. v. 62. n. 1. P. 11-12.
5. Wang Z. G., Pan X. J., Zhang W. Q. et al. Methionine and selenium yeast supplementation of the maternal diets affects antioxidant activity of breeding eggs // Poultry science. 2010. № 85. P. 931-937.

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ / GEOGRAPHY

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.167

Кирейчева Л.В.¹, Мустафаев Ж.С.², Турсынбаев Н.А.³¹Доктор технических наук,

Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова,

²доктор технических наук, Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы³докторант, Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

ТРАНСГРАНИЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В БАСЕЙНЕ РЕКИ ТАЛАС

Аннотация

На основе анализа хозяйственного использования территории бассейна реки Талас определена интенсивность антропогенной нагрузки по водосборной территории с описанием видов экономической и водохозяйственной деятельности.

Ключевые слова: антропогенная нагрузка, водный объект, речной бассейн, экономическая деятельность, количественная оценка, трансграничные реки.

Kireycheva L.V.¹, Mustafaev J.S.², Tursynbayev N.A.³¹PhD in Engineering, All-Russian Research Institute for Hydraulic Engineering and Reclamation named after A.N. Kostyakov²PhD in Engineering, Kazakh National Agrarian University, Almaty³doctoral student, Taraz State University named after M.H. Dulaty, Taraz, Kazakhstan

TRANSBOUNDARY ISSUES OF WILDLIFE MANAGEMENT IN THE TALAS RIVER BASIN

Abstract

Based on the analysis of economic use of the Talas River basin to determine the intensity of anthropogenic load on the catchment area with the description of economic and water management and.

Keywords: human pressure, water, river basins, economic activities, quantitative assessment of transboundary rivers.

Актуальность. Сложность геоэкологического изучения поверхностных речных вод обусловлена, с одной стороны, многокачественным характером взаимодействующих компонентов, с другой ограниченностью предела самоочищающей способности при ежегодном возобновлении в процессе влагооборота. Трансграничная река Талас является одним из крупных водоисточников Шу-Таласского водохозяйственного бассейна, в котором сложилась напряженная водно-экологическая обстановка, что объясняется приуроченностью большей части бассейна к засушливым внутриконтинентальным районам, на которых река почти не принимает притоков. В связи с этим антропогенная деятельность как совокупность факторов, вызывающих количественные и качественные изменения природных компонентов бассейна реки Талас, требует необходимости оценки и нормирования. Эта проблема усугубляется с ростом негативных воздействий на природную среду, особенно после получения суверенитетов Кыргызской Республики и Республики Казахстан, так как первая расположена в зоне формирования речного стока, а вторая в зоне магазинирования стока.

Объект исследования. Река Талас берет начало в ледниках Таласского хребта Киргизии и на своём пути принимает много притоков, из которых наиболее полноводные: Урмарал, Кара-Буура, Кумуштак, Калба, Беш-Таш. В нижнем течении река теряется в песках Мойынкум. Общая площадь бассейна составляет 52,7 тыс. км², в том числе 21,7% в пределах Кыргызстана и 41,27 тыс. км² в пределах Казахстана. Протяженность реки – 661 км, из них 444 км – на территории Казахстана и 217 км – на территории Кыргызстана [1].

Совокупность водных ресурсов бассейна реки Талас складывается из поверхностных, подземных, включая источники грунтового питания типа «карасу», и возвратных вод. Основная часть поверхностного стока реки Талас формируется в пределах горной зоны водосбора площадью около 9240 км² на северных склонах Кыргызского, Таласского хребтов и хребта Орто-Тау. Бассейн реки Талас образован 225 притоками длиной более 10 км, общей протяженностью около 661 км [1-4]. Количественная оценка водных ресурсов для характерных створов реки Талас приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Количественная оценка эксплуатационных водных ресурсов бассейна реки Талас

Створ	Эксплуатационные водные ресурсы реки Талас, числитель м ³ /с, знаменатель км ³			
	речной сток в зоне формирования	сток источников типа «карасу»	возвратные воды по современным оценкам	эксплуатационные водные ресурсы
Ресурсы реки Талас, формируемые на территории Кыргызстан				
Талас - пограничный, створ Кыргызстана и Казахстана	<u>41.3</u> 1.397	<u>2.94</u> 0.092	<u>8.08</u> 0.255	<u>55.3</u> 1.74
Ресурсы реки Талас, формируемые на территории Казахстана				
Талас	<u>2.92</u> 0.092	-	-	<u>2.92</u> 0.092
Всего	<u>47.2</u> 1.49	<u>2.94</u> 0.092	<u>8.08</u> 0.255	<u>58.2</u> 1.84

Большинство притоков реки Талас относится к ледниково-снеговому питанию, меньшая часть (реки Кельды, Кюмюш-Тоо, Кенкол) - к рекам преимущественно снегового питания. Источниками питания рек бассейна реки являются: сезонные снега – 50%, вечный снег и ледники – 30%, сток жидких осадков – 20% [1]. Средний расход воды в верховьях реки 15,7 м³/сек, выше города Тараз - 27,4 м³/сек.

Материалы и методика исследования. Анализ официальных статистических материалов Кыргызской Республики и Республики Казахстан позволил провести типологию систем природопользования в бассейне трансграничных реки Талас. В качестве основных показателей использовались стоимостные объемы сельскохозяйственной и промышленной продукции в долларовом эквиваленте, на основе методологического подхода В.С. Тикунова[5]. При оценке антропогенной нагрузки учитывались две группы показателей: прямого (непосредственного) и косвенного (опосредованного) воздействия на водоемы и водотоки [6-9].

Косвенное, площадное, воздействие на водные объекты проявляется в виде антропогенных нагрузок на водосборе, связанных с засолением территории, хозяйственной деятельностью жителей, промышленной или сельскохозяйственной специализацией экономики. Показатели, характеризующие указанные факторы, использованы для зонирования (ранжирования) территории бассейна реки Талас по степени антропогенной нагрузки. В качестве основных (базовых) применялись: плотность населения на водосборной территории, плотность промышленного производства (объем производимой в регионе промышленной продукции в тысячи долларов, приходящийся на 1 км²) и сельскохозяйственная освоенность, включающая распаханность (%) и животноводческую нагрузку (количество условных голов на 1 км²). Расчеты проводились с государственной привязкой в границах бассейна реки Талас.

Используемые показатели группировались по видам антропогенных воздействий - демографических, промышленных и сельскохозяйственных. Сельскохозяйственная нагрузка получена как среднеарифметическое значение балльных оценок интенсивности земледельческой и животноводческой нагрузок. Совокупная антропогенная нагрузка определялась как среднеарифметическое значение баллов в соответствии с методикой А. Г. Исаченко [10]. Оценка антропогенной нагрузки проводилась с привязкой к государственным границам и существующим участкам водохозяйственного районирования бассейна реки Талас, затем полученные величины использовались для оценки совокупности техногенной нагрузки в пределах Кыргызской Республики и Республики Казахстан [11].

Результаты исследования и обсуждение. В соответствии с методикой исследования обоснованы основные показатели антропогенной нагрузки в бассейне реки Талас (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели антропогенной нагрузки на водосборную территорию бассейна трансграничных рек Талас

Показатели	Государство		Бассейн реки Талас
	Кыргызская Республика	Республика Казахстан	
Общая площадь, тыс. км ²	11.43	41.27	52.70
Население, тыс. чел.	206.6	545.8	752.0
Плотность населения, чел/км ²	13.08	13.22	14.27
Площадь орошаемых земель, тыс. га	115.0	63.0	178.0
Распаханность, %	11.95	1.76	3.98
Животноводство, тыс. голов	407.6	2676.6	3084.2
Животноводческая нагрузка, усл. гол/км ²	35.66	64.86	58.52
Промышленные продукции, тыс. дол.	3.00	1078030.2	1078033.2
Плотность промышленного производства, тыс. дол/км ²	0.00026	36.12	20.46
Располагаемые водные ресурсы, км ³	1.74	0.092	1.832
Удельная водообеспеченность на одного жителя, тыс.м ³ /чел	8.422	0.168	2.436

На основе выполненного анализа по степени совокупной антропогенной нагрузки в пределах бассейна реки Талас выделены участки с различной интенсивностью проявления воздействия.

Высокая антропогенная нагрузка (7 балла) наблюдается в пределах Кыргызской Республики, где плотность населения составляет 13.08 чел/км², плотность промышленного производства – 0.00026 дол/км². Территория характеризуется наибольшей для рассматриваемых трансграничных бассейнов сельскохозяйственной освоенностью с уровнем распахки около 1.74 %, высоким уровнем животноводческой нагрузки – 35.66 усл. гол. на 1 км².

Повышенная антропогенная нагрузка (6 баллов) наблюдается только в пределах территории Жамбылской области Республики Казахстан. Это наиболее плотно заселенная и сельскохозяйственно освоенная часть бассейна реки Талас, где плотность населения - 13.22 чел/км² и промышленного производства – 36.12 тыс. дол/км², уровень распахки – 1.76 %, то есть на данном участке не высокая, не высок уровень животноводческой нагрузки – 64.86 усл. гол/км². С другой стороны площадь занимаемой территории Республики Казахстан в сравнение с Кыргызской Республикой почти в четыре раза больше, что рассеивает антропогенную нагрузку по территории, в результате чего территория относится к зоне повышенной антропогенной нагрузки, несмотря на очень высокие промышленную и сельскохозяйственную деятельности в регионах.

Результаты оценки водообеспеченности бассейна реки Талас показали, что в соответствии с классификацией по удельной водообеспеченности на одного жителя в средние по водности годы водообеспеченность (2.436 тыс.м³/чел) очень низкая, так как в настоящее время удельная водообеспеченность на одного жителя Республики Казахстан равна

8.422 тыс.м³/чел и Кыргызской Республики - 0.168 тыс.м³/чел. Поэтому проблема водообеспечения стоит остро, особенно в маловодные годы, что является фактором возникновения «водных стрессов» бассейна реки Талас.

В пределах бассейна реки Талас Кыргызской Республики ежегодно забирается более 0.916 км³ воды из поверхностных источников и водный стресс составляет 2.0 %, что соответствует высокой степени обеспеченности водой. В Жамбылской области Республики Казахстан водозабор из реки Талас составляет 0.916 км³ и водный стресс - более 12 %, что характеризует слабую нехватку воды. В этом случае водный стресс оценивается как умеренный, а вода как ресурс рассматривается с позиции фактора, ограничивающего развитие территории.

Проблема вододеления в бассейне трансграничной реки Талас усугубляется водно-экологическими характеристиками объектов водоснабжения (в частности, качеством речной воды), тем самым усиливая остроту сложившейся водохозяйственной ситуации на приграничных территориях. Сброс сточных вод в бассейн трансграничной реки Талас осуществляется из территории Кыргызской Республики и составляет около 0.255 км³ в год. В связи с этим, качество воды реки Талас в зависимости от водности изменяется в пределах от «чистого» в верховьях до «умеренно загрязненного» и «загрязненного» в среднем течении и низовьях. При этом на территории Республики Казахстан в створе города Тараз минерализация реки составляет 0.393 г/л, в створе Улгили - 0.481 г/л, а в зоне маганизирования стока Ойык увеличивается до 1.292 г/л, в связи со сбросом сточных вод городов, промышленных и сельскохозяйственных объектов. Острота водохозяйственных проблем в трансграничном бассейне реки Талас требует принятия ряда решений на межгосударственном и государственном уровнях, направленных на регулирование отношений в сфере природопользования.

Выводы. Напряженная ситуация в бассейне трансграничной реки Талас вызвана продолжающимся освоением природных ресурсов территорий, усилением на них антропогенного воздействия, что приводит к нарушению сложившихся связей между природными компонентами. Наиболее существенные изменения на водосборе бассейна связаны с уменьшением биологического разнообразия, изменением структуры природных ландшафтов, снижением плодородия почв, загрязнением водных ресурсов. Для создания в бассейне управляемых и регулируемых водохозяйственных систем, обеспечивающих развитие природного процесса в соответствии с законами природы, необходимо разработать оптимальное сочетание угодий, экологического каркаса и устойчивой инфраструктуры.

Литература

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.14. Средняя Азия, Вып. 2. Бассейн оз. Иссык-Куль, рек Чу, Талас, Тарим. – Л.: Гидрометеоздат. – 1973. – 506 с.
2. Исабеков Т.А. Оценка водного фонда бассейна реки Талас и перспектив его развития // Вестник КРСУ.- Бишкек, 2011.-том 11.-№9.- С.114-117.
3. Исабеков Т.А. Совершенствование управления водными ресурсами на объектах межгосударственного пользования (на примере рек Чу и Талас): Автореферат на соискание доктора технических наук.- Бишкек, 2014.-46 с.
4. Исабеков Т.А. Оценка экологического состояния бассейна рек Чу и Талас // Вестник Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им Н.Исанова.- Бишкек, 2010.- №4(30).- С.113-120.
5. Тикунов В.С. Классификация в географии: ренессанс или увядание? (Опыт формальных классификаций). – М.: Смоленск: Изд-во Смоленского университета, 1997.- 367 с.
6. Стоящева Н.В., Рыбкина И.Д. Трансграничные проблемы природопользования в бассейне Иртыша // География и природные ресурсы, 2013.- №1.- С. 26-32.
7. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Потребление воды: экологические, экономические, социальные и политические аспекты // Институт водных проблем РАН.- М.: Наука, 2006.-221 с.
8. Цибудеева Д.Ц., Рыбкина И.Д. Оценка антропогенной нагрузки на водосборные территории речных бассейнов Республики Бурятия // Мир, культуры, образования, 2014.- №2(45).- С.406-410.
9. Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В. Оценка антропогенной нагрузки на водосборные территории верхней и средней Оби // Мир, культуры, образования, 2010.- №6(25).- С.295-299.
10. Исаченко А.Г. Экологическая география России.- СПб. Издательский дом СПбГУ, 2001.- 328 с.
11. Кирейчева Л.В., Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Турсынбаев Н.А. Оценка природного капитала при обустройстве водосбора реки Талас // С.105-114.

References

1. Surface water resources of the USSR. T.14. Central Asia, Vol.2. Pool Lake. Issyk-Kul, Chu, Talas, Tarim. - L. : Hidrometeoizdat. - 1973. - 506 p.
2. Issabekov T.A. Evaluation of water resources of the Talas River basin and the prospects for its development // Herald KRSU.- Bishkek, 2011.-11.-№9.- that S.114-117.
3. Issabekov T.A. Improving water resources management at the facilities of interstate use (for example, Chu and Talas rivers): Author's abstract on competition of a Doctor of Technical nauk.- Bishkek, 2014.-46.
4. Issabekov T.A. Evaluation of the ecological state of the river basins of Chu and Talas // Herald of the Kyrgyz State University of Construction, Transport and Architecture N. Isanova.- Bishkek, 2010.- №4 (30) .- S.113-120.
5. Tikunov V.S. Classification of geography: renaissance or fading? (Experience of formal classifications). - M. : Smolensk Univ University of Smolensk, 1997.- 367 p.
6. Stoyasheva N.V., Rybkin I.D. Cross-border nature of the problem, to use in the Irtysh basin // Geography and natural resources, 2013.- №1.- pp 26-32.
7. Danilov-V.I., Losev K.S. Water Consumption: environ-cal, economic, social and political aspects // Institute of water-governmental problems RAN.- M. : Science, 2006.-221 with.
8. Tsibudeeva D.T.S., Rybkin I.D. Assessment of anthropogenic load on the catchment area of river basins of the Buryat Republic // The world of culture, education, 2014.- №2 (45) .- S.406-410.

9. Rybkin I.D., Stoyasheva N.V. Assessment of anthropogenic load on the catchment area of the upper and middle Ob // The world of culture, education, 2010.- №6 (25) .- S.295-299.
10. Isachenko A.G. Environmental geography Russia.- St. Petersburg. St. Petersburg State University Publishing House, 2001.- 328 p.
11. Kireycheva L.V., Mustafayev Zh.S., Kozykeeva A.T., Tursynbaev N.A. Evaluation of natural capital in the regeneration of the Talas River watershed // S.105-114

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / GEOLOGY AND MINERALOGY

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.181

Анисимова Н.А.

Кандидат технических наук, Волжский государственный университет водного транспорта
СИЛА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ СОЗДАЕТ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Аннотация

В данной статье рассматривается проблема переработки водохранилища и ее влияние на экологическую обстановку на примере Горьковского водохранилища. Автором проведены наблюдения за экзогенным геологическим процессом и его интенсивностью в береговой зоне Горьковского водохранилища. Также рассмотрены защищенные берега и приведена их градация. Предложен прогноз переработки берегов.

Ключевые слова: прогнозирование, водохранилище, переработка берегов, реформирование, экологическая ситуация.

Anisimova N.A.

PhD in Engineering, Volga state university of water transport

THE POWER OF ECOLOGICAL EXPOSURE CREATES THE COUNTERACTION

Abstract

This article considers the problem of processing of the reservoir and its impact on the ecological situation by the example of Gorky Reservoir. The author conducted monitoring of exogenous geological processes and its intensity in the coastal zone of the Gorky reservoir. It is also considered protected shore and brought their gradation. Forecast proposed of processing of the shores.

Keywords: forecasting, reservoir, recycling shores, reformation, the ecological situation.

Воздействие на экологию региона в максимальной силе оказывают мегаполисы. Но и естественное развитие природы после «человеческого вмешательства» создает определенные проблемы.

Мегаполисы зачастую располагаются на берегах рек, водохранилищ, морей. Территория мегаполиса содержит и другие водоемы: озера, пруды, протоки и реки. Береговые местности больше всего ценны для применения их в градостроительских рекреационных целях. При планировочном решении мегаполисов, находящихся на берегах крупных водоемов, стремятся приблизить к ним основные части мегаполиса и квартирную застройку, создать набережные, которые служат украшением города, разместить у водоемов внушительные озелененные площади (зоны развлекения, парки). На берегах водоемов организуют пляжи и постройки для развлечения и спортивных занятий в воде.

Наряду с большим положительным значением водоемов в системе мегаполиса они обладают и негативным моментом. Берега рек, водохранилищ, больших озер, морей подвергаются изменениям. Русло рек в проекте, как правило, имеет извилистую форму. На изменение берегов оказывают воздействие поперечные движения, возникающие при повороте речного русла. Наибольшей величины они достигают в верхней части (центре) закругления, дальше затухают к его концу. На следующем изгибе они вновь начинаются, но ориентированы уже в обратную сторону. Поперечные течения на поверхности воды направлены от выпуклого берега к вогнутому, а в придонном слое, напротив, от вогнутого берега к выпуклому. В частности данные процессы и обуславливают размывание вогнутых берегов и переотложение наносов на выпуклых берегах рек.

Значительное воздействие на формирование русла реки оказывает микроколебание горизонтов воды. Во время паводков и половодий возникают грунтовые токи, обращенные от берега и размывающие его или в сторону берега, ускоряющие отложение наносов.

Обработка берегов водохранилищ связана главным образом с ветровыми беспокойствами, при которых возвышенность волны на больших водохранилищах может достигать 4 м и выше.

Для защиты от уничтожения берегов рек используют регулирующие постройки, оказывающие большое влияние на нахождение русла реки. Охрану берегов водохранилищ от обрушения обеспечивают системой берегоукрепительных построек.

На нрав морского берега оказывают воздействие почти все факторы: геологическое строение, направленность и скорость ветра, беспокойство, размер наносов и пр. Процесс разрушения морского берега находится в зависимости от слагающих его пород. При скальных породах в зависимости от их крепости и от волнового режима отступление берега имеет возможность составлять от 0,5 до 2 мм в год. Поражение берега, состоящего из песка, гравия, гальки, т. е. пляжа, происходит следующим образом. При набегании волны на пляж частицы подводного и надводного откосов непрерывно перемещаются. При фронтальном беспорядке смещение частиц происходит вверх и вниз соответственно откосу. Большие частицы истираются, маленькие уносятся, и в взаимосвязи с этим ширина пляжа постепенно убавляется. Процесс конфигурации ширины пляжа происходит наиболее энергично, как скоро волны подходят к берегу перед некоторым углом. В данном случае частички передвигаются как в поперечной, так и в

продольной направленности. При отложении наносов в наименьших численностях, нежели их унос, ширина пляжа скоро миниатюризируется. В противоположном случае ширина пляжа возрастает.

Создание водохранилищ может вносить значительные изменения в природные условия берегов, отрицательно влияет на их устойчивость, вызывая существенное разрушение береговой полосы, которое называется переработкой (переформированием) берегов.

В основу классификации берегов Горьковского водохранилища положен характер процессов происходящих на берегах и определяющих условий их развития.

Как уже отмечалось выше, к основным факторам формирования берега и котловины водохранилищ относятся природные процессы, которые определяют характер формирования стока и эрозийных процессов на всей водосборной территории, геоморфологические процессы, геологическое строение котловин и берега, гидрогеологические и климатические условия.

В пределах равнинных водохранилищ, каким является Горьковское водохранилище, можно выделить абразионные и аккумулятивные берега. Данные берега относятся к динамическим и активным зонам, которые располагаются в срединной и приплотинной частях водохранилищ. Это обусловлено сильным волнением в связи с увеличением глубин и длин разгона волн. Здесь преобладают процессы абразии, обвальные и оползневые процессы, выветривание, осыпание, аккумуляция наносов.

Суть обработки берегов - это действие абразии, которая вызывается ветровыми и судовыми волнами, береговой склон водохранилища сносится и производится новый профиль баланса. В связи с активным вырабатыванием движения переработки прибрежных откосов формируется опасность уничтожения заселенных пунктов, промышленных объектов, находящихся по берегам водохранилищ, а конкретно объектов Нижегородской области, входящих в мегаполис.

Исследование движения обработки берегов указывает, что характер и быстрота уничтожения находятся в зависимости от сочетания разных естественных условий и причин стойкости прибрежного склона от их конфигураций в взаимосвязи с созданием водохранилищ. Данные причины нужно учесть при мониторингах обработки берегов. Главные из них приведены в таблице.

Таблица 1 - Меры защиты берегов от переработки (по Е.В. Трепетцову)

Наименование мер	Характер мер
Укрепление берегов и склонов	1. Каменная мостовая
	2. Камень в плетеных ивовых корзинах
	3. Габион (камень в проволочных сетках)
	4. Бетонная плита
	5. Асфальтовое покрытие
	6. Фаминно-хворостяное покрытие
	7. Лесомелиорация (посадка корнеотпрысковых растений)
	8. Мелиорации грунтов (цементации, обжиг, силикатизации и др.)
Гашение энергии волнения берегов	9. Защитная дамба и волнолом
	10. Бун или шпора
	11. Улаживание подводных склонов
	12. Намыв отмели

Следует особо отметить категорию техногенных берегов - непроницаемые берега. К ним имеют отношение бетонированные берегоукрепительные постройки в приплотинной доле водохранилища и вдоль берега, близкие к заселенным пунктам и рекреационно-курортным объектам.

Как известно, переформировка берегов водохранилищ наступает сразу после затопления их чаши. Равномерно случается сплошное выравнивание прибрежной полосы в плане за счет срезания мысов. Деятельность бурного действия все в большей степени тратится в преодолении трения о береговые отмели.

Устремленность к градационному затуханию размыва берегов имеет возможность нарушаться при значимых конфигурациях уровня водохранилища при регулировании речного стока.

Исследование берегов Горьковского водохранилища продемонстрировало, что обработка берегов характеризуется высочайшей энергичностью, и стадия стабилизации (по В.М. Широкову) еще далеко не настала.



Рис. 1 – Схема Горьковского водохранилища

Последующие наблюдения за экзогенными геологическими действиями и их интенсивностью в прибрежной зоне Горьковского водохранилища обязаны носить неравномерный характер, так как проявления и быстрота действий переработки берегов, по-видимому, значительно модифицируют с весны к осени. По крайней мере, мониторинговые исследования, проводимые в остальных водохранилищах, свидетельствуют о подтвержденной сезонной динамике.

Существующие данные полевых изучений показывают, что обработка берегов Горьковского водохранилища представляет собой мощнейшую и существенную причину преобразования прилегающей природы.

Следовательно, постоянное интегральное прогнозирование и мониторинг актуального состояния переработки берегов водохранилищ является достаточно серьезной и важной задачей. Бесконтрольное влияние естественной переработки берегов водохранилища даже в затухающей фазе, как Горьковское, коренным образом может влиять на экологическую обстановку природоохранной зоны, а так же на территорию промышленных и технических объектов, находящихся в непосредственной близости к водоему.

Литература

1. Амоян А.Б., Салтанкин В.П., Шарапов В.А. Водохранилища.
2. А.Д. Колбутов О некоторых факторах, непосредственно определяющих формирование новых берегов на водохранилищах.
3. С.А. Двинских Влияние водохранилища на окружающую среду.

References

1. Amojan A.B., Saltankin V.P., Sharapov V.A. Vodohranilishha.
2. A.D. Kolbutov O nekotoryh faktorah, neposredstvenno opredelajushhih formirovanie novyh beregov na vodohranilishhah.
3. S.A. Dvinskih Vlijanie vodohranilishha na okruzhajushhuyu sredu.

DOI: 10.18454/IRJ.2015.42.136

Болтыров В.Б.¹, Селезнев С.Г.², Стороженко Л.А.³

¹ ORCID:0000-0001-8049-6162, Доктор геолого-минералогических наук,
Уральский государственный горный университет,

² Кандидат геолого-минералогических наук, ООО «Горнорудная компания «Монолит»

³ ORCID: 0000-0003-4185-956X, Кандидат геолого-минералогических наук,
Уральский государственный горный университет

ОПТИМАЛЬНОЕ СОЧЕТАНИЕ СПОСОБОВ ОБОГАЩЕНИЯ СУЛЬФИДНЫХ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ РУД ТЕХНОГЕННОГО ОБЪЕКТА «ОТВАЛЫ АЛЛАРЕЧЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ»

Аннотация

На примере техногенного месторождения «Отвалы Аллареченского месторождения» рассмотрено оптимальное сочетание различных способов обогащения сульфидных медно-никелевых руд: магнитной сепарации и биологического выщелачивания, обеспечивающих рентабельную эксплуатацию и инвестиционную привлекательность техногенных образований.

Ключевые слова: техногенное месторождение, отвал, сульфидные медно-никелевые руды, гравитационные методы обогащения, магнитная сепарация, биологическое выщелачивание.

Boltyrov V.B.¹, Seleznev S.G.², Storozhenko L.A.³

¹ ORCID:0000-0001-8049-6162, PhD in Geology and Mineralogy, Ural State Mining University,

² PhD in Geology and Mineralogy, ООО «Mining Company «Monolit»

³ ORCID: 0000-0003-4185-956X, PhD in Geology and Mineralogy, Ural State Mining University

OPTIMAL COMBINATION OF METHODS OF ENRICHMENT OF SULFIDE COPPER-NICKEL ORES OF TECHNOGENIC OBJECT «DUMPS OF ALLARECHENSKOE DEPOSIT»

Abstract

On the example of man-made deposit «Heaps of Allarechenskoe field» the alternative existing schemes of the classical methods of extracting minerals from the rock mass pile are considered. The article proposes the method of magnetic separation, that wasn't previously used for the enrichment of sulphide copper-nickel ores, it is simple and allows you to receive high-quality concentrate without the use of expensive equipment, and using of it determines the investment efficiency of field development.

Keywords: the technogenic deposit, dump, sulfide copper-nickel ore, gravity beneficiation methods, magnetic separation, biological leaching.

Техногенный объект «Отвалы Аллареченского месторождения» представляет собой новый геолого-промышленный тип техногенных образований (ТО) со специфическим характером «оруденения», требующим принципиально новых технологий горно-обогачительного производства [1].

Разведочные работы на данном объекте проводились в период с 2006 по 2010 год. На первом этапе были проведены ревизионно-оценочные работы, в результате которых был выполнен подсчет ресурсов и запасов медно-никелевых руд и на основе которых были представлены технико-экономические расчеты, подтверждающие рентабельность отработки отвалов. На втором этапе была произведена оценка состояния окружающей среды в районе размещения отвалов и выполнены геологоразведочные работы, по итогам которых были разработаны технико-экономические кондиции, явившиеся основой для подсчета и утверждения запасов, а объекту присвоен статус техногенного месторождения (ТМ).

ТМ «Отвалы Аллареченского месторождения» расположено в северо-западной части Кольского полуострова, вблизи границы Российской Федерации с Норвегией и Финляндией. Административно оно находится на территории муниципального образования городского поселка Никель Печенгского района, в 45 км южнее районного центра.

Месторождения представляет собой ТО в форме плоско террасированного отвала, образованного отходами добычи медно-никелевых руд коренного Аллареченского месторождения (рис. 1), разработка которого осуществлялась открытым способом и была завершена в 1971 г.

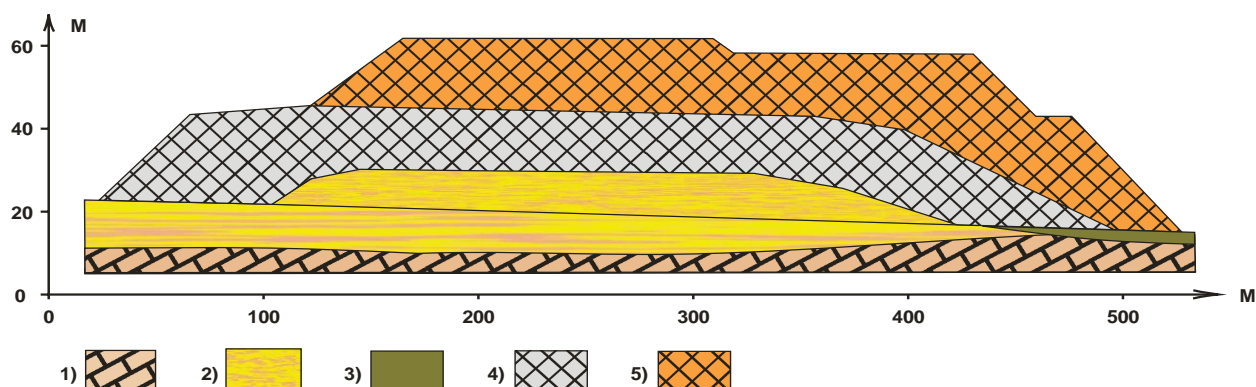


Рис. 1 – Схематичный разрез ТМ «Отвалы Аллареченского месторождения»:

1 – коренные скальные породы; 2 – рыхлые песчано-глибовые четвертичные отложения; 3 – заболоченная почва; 4 – вскрышные, преимущественно безрудные породы (гнейсы, гранито-гнейсы, амфиболиты); 5 – вскрышные породы и в разной степени оруденелые вмещающие породы (перидотиты, оливиниты, контактовые амфиболиты и др.), концентрируют в себе наибольшую часть забалансовых руд и балансовых руд - из числа потерь и некондиционных прослоев.

Формирование ТМ происходило слоями, мощностью до 2,0 м с образованием ярусов, которые на отдельных участках сливались в единый откос. Первый (нижний) ярус определяет общую площадь отвала, равную 31,3 га. Объем его пород составляет, примерно, 3,3 млн. м³. Вышележащие ярусы возвышаются над нижним на 15-20 м, их площадь определена в 10,5 га. Максимальная разница абсолютных отметок кровли верхнего яруса и подошвы отвала достигает 50-ти метров. Общий объем пород оценивается в 6,7 млн.м³. Угол естественного откоса изменчив и колеблется от 30 до 60°.

Гранулометрический состав породной массы весьма неравномерен и характеризуется следующими усредненными параметрами: (-2000+500 мм) – 5-15 %; (-500+300 мм) – 15-25 %; (-300+150 мм) – 25-25 %; (-150+5) – 25-30 %; (-5 мм) – 10-15 %.

Методика разведочных работ строилась на условиях подготовки объекта к опытно-промышленной разработке, поэтому разведкой был охвачен верхний ярус на глубину 4 метра. На разведочной площади 60,2 тыс. м² пройдено 97 наземных горных выработок с плотностью разведочной сети 25х25-50 м, кроме того, выбран участок детальной разведки с параметрами 12,5х50 м. Проведенные работы показали, что в породной массе отсутствуют какие-либо рудные тела и зоны, в классическом их понимании, а распределение рудных обломков носит хаотичный характер. Вследствие этого методика опробования строилась из приоритета получения данных о средневзвешенном содержании полезных компонентов в отдельно взятом объеме (выработке). Для этих целей в каждой выработке отбирались две 4-х метровые бороздовые пробы, с противоположных бортов, которые затем объединялись в одну валовую пробу, в которой и определялись содержания полезных компонентов. При формировании отвала забалансовые руды и балансовые руды некондиционных прослоев складировались без образования спецотвалов и вывозились совместно с вскрышными и вмещающими породами в общий отвал, где подвергались перемешиванию и тем самым разубоживались. В результате применение классических схем обогащения по понятным причинам становится не эффективным, а альтернативные результативные пробы обогащения сульфидно-никелевых руд отвалов отсутствовали.

В целом в мировой и российской практике на сегодняшний день накоплен крайне незначительный и непредставительный опыт по вовлечению в освоение ТО, сформированных отходами горнодобывающей промышленности так как активность горнорудных компаний акцентируется в направлении лишь перечистки хвостов с получением профильных и реже – непрофильных компонентов.

Так как критерием готовности к освоению любого месторождения является экономическая эффективность его разработки, особое внимание было уделено изучению руд и их технологических свойств, а также поиску простого и дешевого способа извлечения концентрата, пригодного для пирометаллургического передела без дополнительного обогащения.

Руды месторождений представлены двумя морфологическими типами: массивные, с содержанием полезных компонентов: Ni 5-18%, Cu 0,15-8%, Co до 0,3%; и вкрапленные с интервалом содержаний соответственно: от 7,9%, 4,9%, и 0,12% (для богатых руд) до 0,»%, 0,12% и 0,008% (для убогих руд).

В процессе изучения руд были определены два основных свойства, которые могли бы успешно использоваться при их обогащении: гравитационная и магнитная контрастность.

Так, тестирование гравитационных свойств показало, что каждому интервалу плотностей пород и руд соответствуют определенные содержания полезного компонента:

Плотность фракции, г/см ³	<2,7-2,9	2,9-3,1	3,1-3,3	3,3-3,5	>3,5
Содержание Ni, %	0,02-0,07	0,4	1,3	3,3	7,3
Содержание Cu, %	0,04	0,3	0,9	1,7	1,9

Магнитные отличия базируются на тесной парагенетической связи основных рудообразующих минералов – пентландита и халькопирита с природными ферромагнетиками, которыми являются магнетит и моноклинный пирротин.

В результате, уды были разделены на два технологических типа по фракционному размеру: +5(+3) мм и -5(-3)+0 мм.

В крупнозернистой фракции были проведены испытания по возможности применения следующих способов обогащения: тяжелосредной сепарации, отсадки и магнитной сепарации (последний способ предложен авторами для обогащения медно-никелевых руд впервые [2]). Все три способа показали близкие результаты:

Способ обогащения	Тяжелосредная сепарация	Отсадка	Магнитная сепарация
Извлечение Ni в концентратах, %	90	84	89-90
Извлечение Cu в концентратах, %	65	86	65-75

Применение магнитной сепарации существенно увеличивает экономический эффект освоения месторождения в части снижения капитальных затрат и эксплуатационных расходов. В итоге при разработке технико-экономических обоснований (ТЭО) кондиций для подсчета запасов, окончательный выбор был сделан в пользу магнитной сепарации, как более простой, результативной и экономически эффективной.

На сегодняшний день данная технология является новаторской и ранее не апробированной. Однако проведенные полупромышленные испытания показали, что ее применение, при разработке данного типа месторождений, позволяет уверенно обогащать как рядовые, так и богатые руды во фракционном диапазоне -60+5 (+3)мм, и получать качественный концентрат с совокупными содержаниями Ni 3,3-3,7 % и Cu 1,8-2,2% [3].

Обогащение мелкозернистой фракции изучалось способами: магнитной сепарации, мелкозернистой гравитации (винтовой сепаратор в комплексе с концентрационными столами) и методом химического выщелачивания. К сожалению, ни один способ не дал значимого положительного эффекта (наилучший полученный результат: извлечение Ni – 40%). Так как мелкозернистая фракция составляет 10-15 % всех объемов месторождения, и сложности ее обогащения влияют на общий показатель сквозного извлечения полезных компонентов, в планах разработки месторождения данную фракцию решено консервировать, для поиска более приемлемых технологий.

В целом применение магнитного способа обогащения значительно упростило общую, планируемую схему разработки месторождения.

Магнитная сепарация имеет ряд преимуществ, в сравнении с другими способами: отсутствие необходимости в оборотной воде, широкий температурный диапазон применения, энергоемкость простота и надежность. Кроме того, в предложенной схеме используются исключительно самоходные и передвижные механизмы. В результате реализация проекта не требует капитального строительства, что существенно повышает его инвестиционную привлекательность.

Предложенный способ обогащения одобрен комиссией ГКЗ РФ при утверждении технико-экономических обоснований эффективности промышленного освоения техногенного месторождения и постановке на государственный баланс его запасов [2].

После магнитной сепарации из руд ТМ «Отвалы Аллареченского месторождения» получен концентрат со средними содержаниями Ni 2,0-3,5%, Cu 1,5-2,2%, Co 0.03-0.08%. Для дальнейшего повышения эффективности извлечения ценных компонентов из руд отвалов ООО «ГРК «Монолит» в 2012 г. провело работы по изучению возможности извлечения цветных металлов с помощью биотехнологии.

Руды ТМ «Отвалы Аллареченского месторождения» являются благоприятными к биовыщелачиванию вследствие своих структурно-текстурных особенностей. Установлена последовательность выщелачивания сульфидов: пирротин → пентландит → халькопирит, пирит. Выщелачиванию пентландита способствуют его кристаллическое строение, трещиноватость, замещение вторичными минералами, усиливающими деструктуризацию минерала.

В ходе минералогических исследований были выявлены благоприятные и неблагоприятные факторы для процессов биологического выщелачивания руды.

Благоприятными факторами являются:

- размеры выделений пентландита;
- трещиноватость пентландита, замещение его виоларитом и бравоитом, способствующие более быстрой деструктуризации минерала.

Неблагоприятными факторами являются:

- высокая доля минералов, обладающих повышенной сорбционной способностью;
- состав породообразующих минералов, среди которых преобладают упорные к биовыщелачиванию минералы алюмосиликатного состава – амфиболы, хлорит, оливин;
- сростания пентландита с пирротинном, электродный потенциал которого ниже, чем у пентландита, что приводит в первую очередь к выщелачиванию пирротина, выполняющего роль анода в гальванической паре пентландит-пирротин, что вызывает в начальной стадии выщелачивания ингибирование бактерий;
- незначительное количество сростков пентландита с халькопиритом, имеющего более высокий электродный потенциал и являющегося в гальванической паре пентландит-халькопирит катодом, ускоряющим разрушение пентландита.

Совершенно очевидно, что применение дорогостоящих агитационных методов вряд ли будет благоприятным для технико-экономических показателей освоения объектов типа ТМ «Отвалы Аллареченского месторождения». Наиболее перспективным и эффективным методом может оказаться кучное биологическое выщелачивание, себестоимость которого в 2-3 раза ниже чанового, при продолжительности процесса около года.

В настоящее время институтом ИРГИРЕДМЕТ проводятся укрупненные лабораторные испытания и технико-экономические расчеты по целесообразности применения технологии кучного бактериального выщелачивания цветных металлов из продуктов магнитной сепарации отвалов. Одна из рассматриваемых схем установки приведена на рисунке 2.

В настоящее время ООО «ГМК «Монолит» располагает мощностью получения 12 тыс. т концентрата в год, что определяет следующие годовые показатели установки биологического выщелачивания после её выхода в эксплуатационный режим (табл. 1).

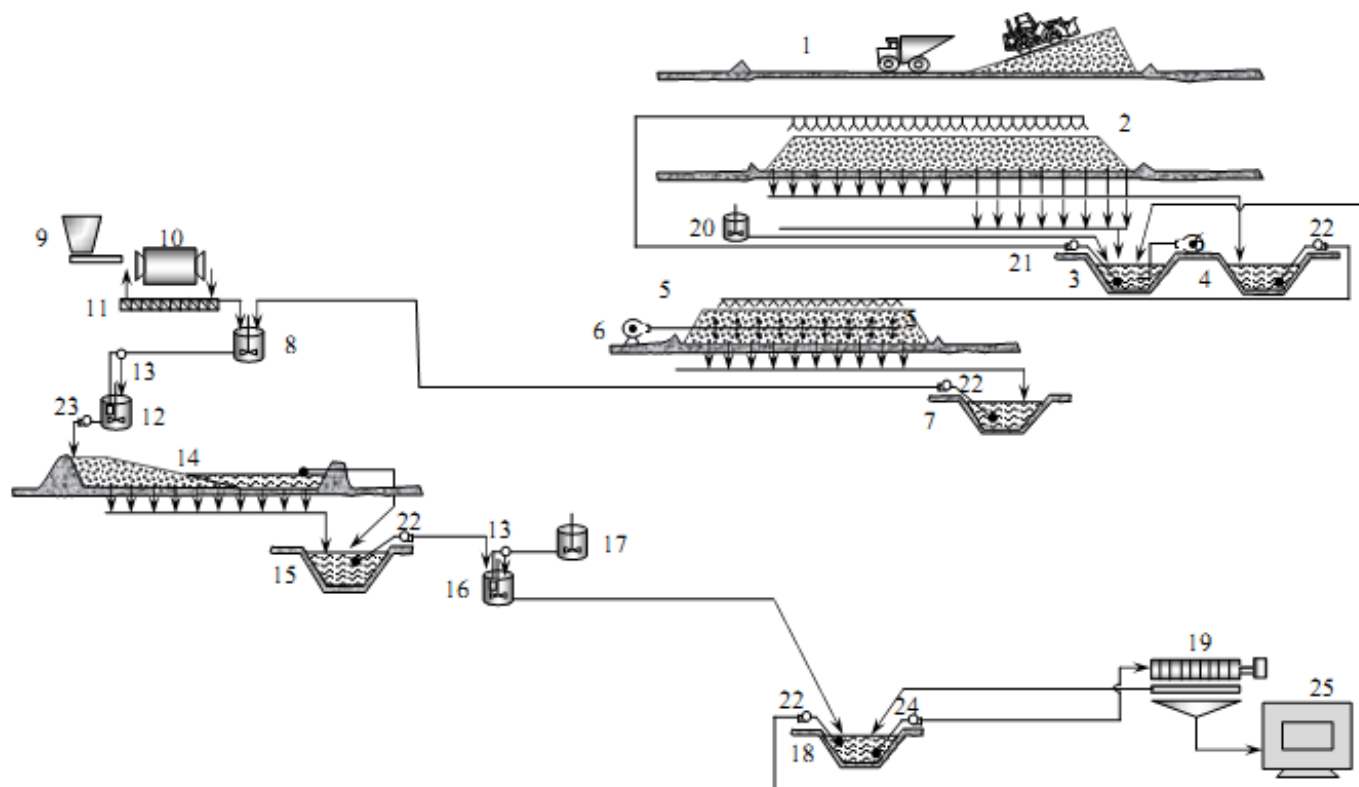


Рис. 2 – Схема цепи аппаратов установки кучного выщелачивания:

1 – штабель на стадии формирования; 2 – штабель на стадии орошения; 3 – пруд-сборник оборотных растворов; 4 – пруд-сборник продуктивных растворов; 5 – штабель окисления железа; 6 – воздуходувка; 7 – пруд-сборник окисленных продуктивных растворов; 8 – чан нейтрализатора; 9 – бункер дробленого известняка; 10 – шаровая мельница; 11 – спиральный классификатор; 12 – чан контактный; 13 – система автоматического титрования; 14 – шламохранилище; 15 – пруд-сборник нейтрализованных продуктивных растворов; 16 – чан-осадитель; 17 – реагентный чан; 18 – пруд-отстойник; 19 – пресс-фильтр; 20 – чан культивации бактерий; 21, 22 – насос химический растворный; 23, 24 – насос химический песковый; 25 – печь-прокалочная

Разработка техногенного месторождения планируется сплошным забоем, с расталкиванием забалансовых руд (т.е. участков, вовлечение которых в переработку на начальном этапе экономически нецелесообразно) за пределы отвала.

Подсчет запасов месторождения осуществлен по данным опробования, с выделением блоков категорий запасов C_1 , C_2 и участков с забалансовыми содержаниями, и произведен по следующим, утвержденным в ТЭО кондиций параметрам: 1 – глубина подсчета запасов – до глубины разведки (4 м); 2 – оконтуривание подсчетных блоков по бортовому содержанию никеля 0,2% (табл. 2).

Таблица 1 – Экономические показатели установки биологического выщелачивания

Показатель	Никель	Кобальт	Медь
Производственная мощность - 12 тыс. тонн концентрата			
Содержание металла в концентрате, %	2,75	0,06	1,85
Содержание металла в 12 тыс. тонн концентрата, тонн	330	7,2	222
Ожидаемое извлечение металла в товарный продукт, %	70	70	50
Содержание металла в товарном продукте, тонн	231	5,0	111
Стоимость металла на лондонской бирже цветных металлов, \$/тонна по состоянию на январь 2015	17450	30750	6842
Стоимость металла при реализации товарного продукта (80 % от стоимости на лондонской бирже), \$/тонна	13960	24600	5473
Цена реализуемого металла в товарном продукте, тыс. \$	3224,7	123	607,5
Цена реализуемого металла в товарном продукте, млн. руб., при условии: 1\$=60 руб.	193,5	7,3	36,5
Совокупная цена реализуемого товарного продукта, млн. руб.	237,3		

Окончание табл. 1 – Экономические показатели установки биологического выщелачивания

Годовые затраты установки биологического выщелачивания млн. руб.	135,5
Ожидаемая годовая валовая прибыль установки биологического выщелачивания, млн. руб.	101,8

Таблица 2 – Запасы полезных ископаемых верхнего яруса ТМ «Отвалов Аллареченского месторождения»

Категория запасов	Запасы руды, тонн	Средние содержания, %				Запасы полезных ископаемых, тони			
		Ni	Cu	Co	S	Ni	Cu	Co	S
C ₁	164375	0,70	0,36	0,015	2,52	1151,5	589,3	24,2	4136,2
C ₂	121355	0,45	0,28	0,011	1,69	550,9	3402	12,8	2036,2
C ₁ +C ₂	285730	0,60	0,33	0,013	2,16	1702,4	929,5	37,1	6172,4

При подсчете запасов, ТЭО кондиций были исключены, как не обоснованные: подсчет запасов забалансовых руд; оконтуривание блоков по бортовому содержанию условного металла; подвеска категорий запасов C₂ снизу оконтуренных блоков C₁.

Несмотря на то, что ресурсы месторождения не велики и составляют по разным оценкам около 1 млн. т руды со средним содержанием Ni 0,54 % и Cu 0,47 %, разработка даже разведанных на сегодняшний день запасов является экономически привлекательным, обладающим низким риском инвестиционным проектом.

Даже при самых неблагоприятных ценах на никелевый концентрат, срок окупаемости капитальных вложений составит 1,2 года. А при реализации проекта на условиях вовлечения в переработку всего ресурса месторождения, и увеличении горизонта расчета до 5-8 лет, с высокой степенью вероятности, следует ожидать получение стабильной, гарантированной прибыли.

Литература

1. Селезнев, С. Г. Отвалы Аллареченского сульфидного медно-никелевого месторождения как новый геолого-промышленный тип техногенных месторождений / С. Г. Селезнев. Н. А. Степанов // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2011. №5. С. 32-40.
2. Селезнев, С. Г. Нетрадиционные эффективные способы обогащения сульфидных медно-никелевых руд на примере Аллареченского техногенного месторождения / С. Г. Селезни // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2011. №8. С. 118-125.
3. Селезнев С. Г. Отвалы Аллареченского месторождения сульфидных медно-никелевых руд - специфика и проблемы освоения: Автореф. дис. канд. геол.-минерал. наук. – Екатеринбург, 2013. – 23 с.
4. <http://metallischekiy-portal.ru/index-cen-lme> (дата обращения: 20.03.15).
5. Адамов Э.В., Панин В.В. Биотехнология металлов: Курс лекций. М.: Изд. Дом МИСиС, 2008.-153с.
6. Reimann, C., Ayras, M., Chekushin, V., Bogotyrev, I., Boyd, R., Caritat, P.de, Dutter, R., Finne, T.E., Halleraker, J.H., Jager, O., Kashulina, G., Niskavaara, H., Pavlov, V., Raisanen, M.L. Strand, T. and Volden, T. Environmental Geochemical Atlas of the Central Barents Region. NGU-GTK-CKE special publication. – Trondheim: Geological Survey of Norway, 1998. - 745 p.

References

1. Seleznev, S. G. Otvaly Allarechenskogo sul'fidnogo medno-nikelevogo mestorozhdenija kak novyj geologo-promyshlennij tip tehnogennyh mestorozhdenij / S. G. Seleznev. N. A. Stepanov // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Gornyj zhurnal. – 2011. №5. S. 32-40.
2. Seleznev, S. G. Netradicionnye jeffektivnye sposoby obogashhenija sul'fidnyh medno-nikelevykh rud na primere Allarechenskogo tehnogennogo mestorozhdenija / S. G. Selezni // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Gornyj zhurnal. – 2011. №8. C. 118-125.
3. Seleznev S. G. Otvaly Allarechenskogo mestorozhdenija sul'fidnyh medno-nikelevykh rud - specifika i problemy osvoenija: Avtoref. dis. kand. geol.-mineral. nauk. – Ekaterinburg, 2013. – 23 s.
4. <http://metallischekiy-portal.ru/index-cen-lme> (data obrashhenija: 20.03.15).
5. Adamov Je.V., Panin V.V. Biotehnologija metallov: Kurs lekcij. M.: Izd. Dom MISiS, 2008.-153s.
6. Reimann, C., Ayras, M., Chekushin, V., Bogotyrev, I., Boyd, R., Caritat, P.de, Dutter, R., Finne, T.E., Halleraker, J.H., Jager, O., Kashulina, G., Niskavaara, H., Pavlov, V., Raisanen, M.L. Strand, T. and Volden, T. Environmental Geochemical Atlas of the Central Barents Region. NGU-GTK-CKE special publication. – Trondheim: Geological Survey of Norway, 1998. - 745 p.