

ЕВРАЗИЙСКИЙ СОЮЗ УЧЕНЫХ (ЕСУ)

Ежемесячный научный журнал

№ 4 (61) / 2019

2 часть

Редакционная коллегия:

д.п.н., профессор Аркулин Т.В. (Москва, РФ)

Члены редакционной коллегии:

- Артафонов Вячеслав Борисович, кандидат юридических наук, доцент кафедры экологического и природоресурсного права (Москва, РФ);
- Игнатъева Ирина Евгеньевна, кандидат экономических, преподаватель кафедры менеджмента (Москва, РФ);
- Кажемаев Александр Викторович, кандидат психологических, доцент кафедры финансового права (Саратов, РФ);
- Кортун Аркадий Владимирович, доктор педагогических, профессор кафедры теории государства и права (Нижний Новгород, РФ);
- Ровенская Елена Рафаиловна, доктор юридических наук, профессор, заведующий кафедрой судебных экспертиз, директор Института судебных экспертиз (Москва, Россия);
- Селиктарова Ксения Николаевна (Москва, Россия);
- Сорновская Наталья Александровна, доктор социологических наук, профессор кафедры социологии и политологии;
- Свистун Алексей Александрович, кандидат филологических наук, доцент, советник при ректорате (Москва, Россия);
- Тюменев Дмитрий Александрович, кандидат юридических наук (Киев, Украина)
- Варкумова Елена Евгеньевна, кандидат филологических, доцент кафедры филологии (Астана, Казахстан);
- Каверин Владимир Владимирович, научный сотрудник архитектурного факультета, доцент (Минск, Белоруссия)
- Чукмаев Александр Иванович, доктор юридических наук, профессор кафедры уголовного права (Астана, Казахстан) (Астана, Казахстан)

Ответственный редактор

д.п.н., профессор Каркушин Дмитрий Петрович (Москва, Россия)

Международные индексы:



Ответственный редактор:

Главный редактор:

Завальский Яков Андреевич (Россия), доктор психологических наук, профессор

Международный редакционный совет:

Научный редактор: Игнатъев Сергей Петрович (Россия), доктор педагогических наук, профессор
Ответственный секретарь редакции: Давыдова Наталия Николаевна, кандидат психологических наук, доцент.

Арсеньев Дмитрий Петрович (Россия),

доктор психологических наук, профессор, заведующий лабораторией

Бычковский Роман Анатолиевич (Россия),

доктор психологических наук, профессор, МГППУ

Ильченко Федор Валериевич (Россия),

доктор психологических наук, профессор, заведующая лабораторией психологии

Кобзон Александр Владимирович (Россия),

доктор педагогических наук, профессор

Панов Игорь Евгеньевич (Россия),

доктор технических наук, профессор

Петренко Вадим Николаевич (Казахстан),

доктор психологических наук, профессор

Прохоров Александр Октябрьнович (Казахстан),

доктор педагогических наук, профессор

Савченко Татьяна Николаевна (Беларуссия),

кандидат психологических наук, доцент

Стеценко Марина Ивановна (США),

Ph.D., профессор

Строганова Татьяна Александровна (Украина),

доктор педагогических наук, профессор

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

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

Художник: Валегин Арсений Петрович
Верстка: Курпатова Ирина Александровна

Адрес редакции:

г. Москва, Лужнецкая набережная 2/4, офис №17, 119270 Россия

E-mail: info@euroasia-science.ru ; www.euroasia-science.ru

Учредитель и издатель Евразийский Союз Ученых (ЕСУ)

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии г. Москва, Лужнецкая набережная 2/4, офис №17, 119270 Россия

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Абидов К.Г., Рахматуллаев А.И. ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИНЦИПА ВЗАИМНОСТИ НА НЕЛИНЕЙНЫХ ЧЕТЫРЁХПОЛЮСНИКАХ.....	4
Алексеев А.Г., Алексеев П.А., Бритвич Г.И. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙТРОННОГО ИСТОЧНИКА ДЛЯ ПРОВЕРКИ ТОЛСТОЙ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ ИЗ БЕТОНА	7
Джылкычиев А.И., Бекбоев А.Р., Джылкычиев М.К. ГИДРОАППАРАТ ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СКОРОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ШТОКА ГИДРОЦИЛИНДРА.	12
Еремеева Ж.В., Лопатин В.Ю., Панов В.С., Мякишева Л.В., Лизунов А.И. ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ПОГЛАЩАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА НА ОСНОВЕ V_4C ПРИ ВВЕДЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ НАНОМОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК.....	16
Каримов Т.Х. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ.....	24
Лесных Ю.И. ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АТМОСФЕРЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА УСТОЙЧИВОСТЬ И УПРАВЛЯЕМОСТЬ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.....	30
Мифтахова А.Ф., Султанбекова И.А., Садретдинов И.Ф. ФОСФОРНЫЕ ЭФИРЫ 2-ЭТИЛГЕКСАНОЛА - ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИНГИБИТОРЫ КОКСООБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ И НЕФТЕХИМИИ	36
Мясищев Дмитрий Геннадьевич КОНЦЕПЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОТВАЛОВ ПОРОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАЛОГАБОРИТНОЙ ТЕХНИКИ.....	40
Поленин Владимир Иванович ПРОЯВЛЕНИЕ ПОЛЯ ПАМЯТИ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ВОДНЫХ СТРУКТУР В НАБЛЮДАЕМОСТИ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ ОТ ПОДВОДНОГО ДВИЖУЩЕГОСЯ ОБЪЕКТА	43
Гарипов В.С., Полищук С.А., ОСОБЕННОСТИ ОПТИМАЛЬНОГО ВЫБОРА СТРОИТЕЛЬНОГО КРАНА ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ОДНОЭТАЖНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ ИЗ МЕТАЛЛОКАРКАСА.	53
Половинкин А.П., Дормидонтова Т.В. НЕОБХОДИМОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО- ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ.....	57
Салиханова Д.С., Шарифжонов С.С., Абдурахимов А.А., Агзамова Ф.Н., Эшметов И.Д. ОТБЕЛКА СОЕВОГО МАСЛА МЕСТНЫМИ ГЛИНИСТЫМИ АДСОРБЕНТАМИ.....	60
Салиханова Д.С., Очилов Ф.Э., Ачилова, С.С., Сагдуллаева Д.С., ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОСНЫЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ ХЛОПКОВОГО МАСЛА НА РАЗРАБОТАННЫХ КОМПОЗИЦИЯХ АДСОРБЕНТОВ.....	62
Сапожников И.И. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ В ПОСАДКАХ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ	65
Узенгер А.А. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВОГО ФИЛЬТРА, КОРРЕКТИРУЮЩЕГО ТРЕБУЕМЫМ ОБРАЗОМ АЧХ ИЗМЕРЯЕМОГО СИГНАЛА.....	67

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИНЦИПА ВЗАИМНОСТИ НА НЕЛИНЕЙНЫХ ЧЕТЫРЁХПОЛЮСНИКАХ

Абидов Кудрат Гайратович

*Кандидат технических наук, доцент, зав. кафедры электротехники,
ТашГТУ, г.Ташкент*

Рахматуллаев Анвар Исмамович

*Старший преподаватель кафедры электротехники,
ТашГТУ, г.Ташкент*

DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.2.61.9](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.2.61.9)

АННОТАЦИЯ.

В статье рассматриваются применимость линейных принципов по отношению к цепям с нелинейными элементами, в частности на примере простейшего пассивного четырёхполосника, на вход которого подаётся источник э.д.с. и выходные зажимы четырёхполосника подключены к сопротивлению, для применения принципа взаимности заменяется нелинейным четырёхполосником. Выведены соотношения, описывающие процессы взаимности, представлены формулы и схемы нелинейного четырёхполосника. В результате представлено заключение о том, что принцип взаимности справедлив только в отношении симметричных пассивных четырёхполосников с нелинейными элементами, рассматриваемых со стороны входных и выходных зажимов.

ABSTRACT.

The article discusses the applicability of linear principles with respect to circuits with nonlinear elements, in particular, by the example of the simplest passive quadripole, the input of which is supplied with a power source, and the output terminals of the four-port network are connected to the resistance; to apply the reciprocity principle, it is replaced by a non-linear four-port network. The relations describing the processes of reciprocity are derived, the formulas and schemes of the nonlinear quadripole are presented. As a result, conclusions are presented that the principle of reciprocity is valid only with respect to symmetric passive two-port networks with non-linear elements considered from the input and output terminals.

Ключевые слова: принцип взаимности, э.д.с., нелинейный четырёхполосник, ток, напряжение, метод контурных токов, нелинейная цепь, линейная цепь, синтез нелинейных цепей, электромагнитная энергия, сопротивление, главный определитель, электрические цепи, дифференциальное уравнение, установившийся режим, линейные элементы.

Keywords: reciprocity principle, emf, nonlinear quadripole, current, voltage, loop current method, nonlinear circuit, linear circuit, nonlinear circuit synthesis, electromagnetic energy, resistance, main determinant, electrical circuits, differential equation, steady state, linear elements.

В отличие от нелинейных цепей, электрические цепи с линейными параметрами RL и C располагают значительно более богатым перечнем физико-математических описаний и определений, широким ассортиментом методов анализа и синтеза, а потому и несоизмеримо большими областями распространения в прикладных задачах электротехники. В свою очередь, физические процессы в нелинейных электрических цепях отличаются многообразием и сложностью несвойственных линейным цепям эффектов преобразования электромагнитной энергии и весьма широко используются там, где требуется выполнить специфические функциональные преобразования токов и напряжений [1-3].

Не вдаваясь в подробности классического определения линейных и нелинейных цепей и не рассматривая вопросы общности и различия между ними, остановимся лишь на некоторых, фундаментальных теоретических положениях и принципах, свойственных и той, и другой категории цепей. Речь идет о тех общих для них принципах и концеп-

циях, которые формально неприемлемы для нелинейных электрических цепей, но весьма эффективны в линейных, а именно: принципы суперпозиции (наложения), взаимности, обратимости, эквивалентность цепей последовательного и параллельного соединений, дуальность цепей с источниками э.д.с. и токов. Неприменимость многих линейных принципов по отношению к цепям с нелинейными элементами обусловлена главным образом неадекватностью амплитудно - частотных и фазовых соотношений в нелинейных цепях при различных уровнях амплитуды напряжения (тока) источника питания. Если отказаться от количественных критериев анализа и синтеза нелинейных цепей с помощью линейных принципов, то некоторые задачи нелинейной электротехники можно вполне корректно решать и на базе линейной теории [4-6].

Рассмотрим простейший пассивный четырёхполосник Π (рис.1), на вход которого подаётся источник э.д.с., а выходные зажимы четырёхполосника подключены к сопротивлению Z_2

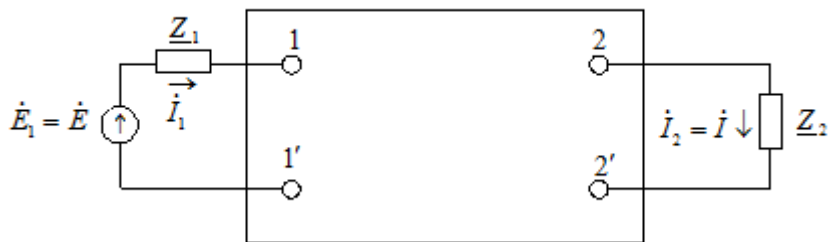


Рис. 1

Под воздействием источника э.д.с. в сопротивлении Z_2 на выходе четырёхполюсника течёт ток $i_2 = i$. Если цепь линейна, то при перестановке источника э.д.с. в ветвь 2-2' согласно принципу взаимности в замкнутой ветви 1-1' потечёт ток $i'_1 = i$ той же величины, что ранее образовался в ветви 2-2' (рис.2). Это свойство цепи следует из метода контурных токов:

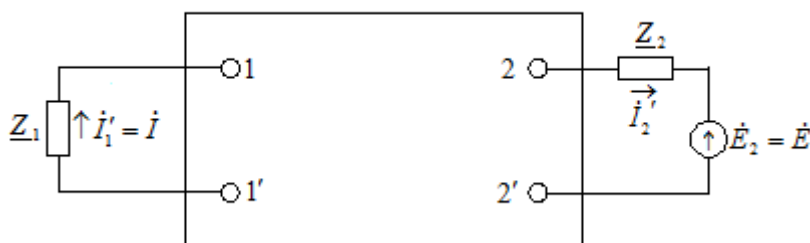


Рис.2

а) в случае первого включения (рис. 1)

$$i_2 = \frac{\Delta_{21}}{\Delta} \dot{E}_1 = \frac{\Delta_{21}}{\Delta} \dot{E} = i$$

б) в случае второго включения (рис. 2)

$$i_1 = \frac{\Delta_{21}}{\Delta} \dot{E}_2 = \frac{\Delta_{12}}{\Delta} \dot{E} = i$$

Оба тока равны ввиду $\Delta_{12} = \Delta_{21}$, то есть имеет место симметричность миноров.

Теперь заметим, что если внутренняя цепь четырёхполюсника произвольно сложная и несимметричная, то перестановка источника э.д.с. в другую ветвь произведет изменение всех токов во всех ветвях, а следовательно, и падений напряжений на всех элементах цепи. Даже в рассмотренных ветвях 1-1' и 2-2', $i_1 \neq i'_1$, а $i'_2 \neq i_2$. Для нелинейного четырёхполюсника это означает, что любое перераспределение токов и напряжений (в том числе и на зажимах нелинейных элементов) вызовет изменение величин нелинейных сопротивлений и проводимостей, а следовательно, и главного определителя Δ , и

он для нелинейной цепи не пригоден и не позволяет производить реальную перестановку источников э.д.с. и напряжений. Однако можно всегда подобрать такую нелинейную цепь, в которой будет соблюдаться принцип взаимности за счет не только постоянства Δ и Δ_{qs} , но и неизменности их соотношения. На рис. 3а приведена схема простейшего нелинейного четырёхполюсника с Т-образной схемой замещения, продольные элементы которого составляют произвольные линейные сопротивления Z_1 и Z_2 , а поперечный элемент – нелинейную проводимость \tilde{Y}_0 , зависящую от величины протекающего по ней тока.

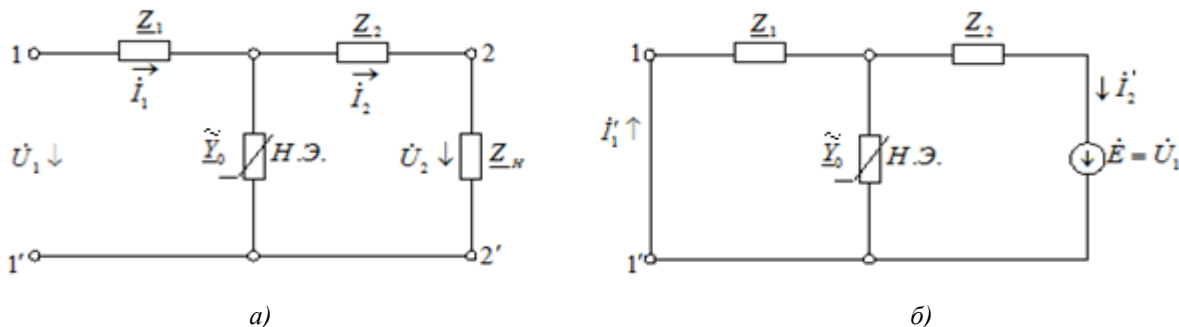


Рис.3

Если считать, что источник напряжения на входе цепи $\dot{U}_1 = \dot{U}$ вызвал на её выходе $\dot{I}_2 = \dot{I}$, то можно выяснить при каких условиях источник напряжений \dot{U} , перенесенный в ветвь 2-2', (рис. 3б), вызовет такой же ток $\dot{I}'_1 = \dot{I}$ на входе цепи. Уравнения равновесия цепи есть:

$$\begin{aligned} \dot{U}_1 = \dot{U} &= \dot{U}_2 + \dot{I}_2 z_2 + [\tilde{Y}_0(\dot{U} + \dot{I}_2 z_2) + \dot{I}_2] z_2 \\ &= \dot{I}_2 z_1 + \dot{I}_2 z_2 \tilde{Y}_0 z_2 = \\ &= (\underline{z}'_2 + \underline{z}_1 \underline{z}'_2 + \underline{z}_1 \underline{z}'_1 \underline{z}'_2 \tilde{Y}_0) \dot{I} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \dot{I}_1 &= \dot{I}_2 + \tilde{Y}_0 \underline{z}'_2 \dot{I}_2 = (1 + \tilde{Y}_0 \underline{z}'_2) \dot{I} \quad (\text{здесь } \underline{z}'_2 \\ &= \underline{z}_2 + \underline{z}_n) \end{aligned} \quad (2)$$

Передаточную функцию четырёхполюсника, связывающую выходной ток \dot{I}_2 с питающим напряжением \dot{U}_1 можно выразить, как

$$K(j\omega) = \frac{\dot{I}_2}{\dot{U}_1} = \frac{\dot{I}}{\dot{U}} = Y(j\omega) = ye^{-j\varphi}$$

В нашем случае в соответствии с (1) указанная выше передаточная функция равна :

$$K(j\omega) = ye^{-j\varphi} = \frac{1}{\underline{z}_1 + \underline{z}'_2 + \underline{z}_1 \underline{z}'_2 \tilde{Y}_0}$$

При переносе источника питания из входа цепи на её выход и при замыкании накоротко полюсов \dot{I} и \dot{I}' вместо тока \dot{I}_1 должен образоваться ток \dot{I}'_1 , а вместо $\dot{I}_2 = \dot{I}$ - ток \dot{I}'_2 . Теперь уравнения цепи имеют вид:

$$\dot{U}_1 = \dot{U} = \dot{I}'_2 z'_2 + \dot{I}'_1 z_1 = (\underline{z}_1 + \underline{z}'_2 + \underline{z}_1 \underline{z}'_2 \tilde{Y}_0) \dot{I}'_1 \quad (3)$$

$$\dot{I}'_2 = (\dot{I}'_1 + \dot{I}'_1 \underline{z}'_1 \tilde{Y}_0) \dot{I}'_1 \quad (4)$$

Передаточная функция $K(j\omega)$, как и в предыдущем случае, равна

$$K(j\omega) = \frac{\dot{I}'_1}{\dot{U}_1} = \frac{\dot{I}'_1}{\dot{U}} = y' e^{-j\psi'} = \frac{1}{\underline{z}_1 + \underline{z}'_2 + \underline{z}_1 \underline{z}'_2 \tilde{Y}_0}$$

Именно эта функция и определяет возможность существования принципа взаимности для нелинейной цепи. Если потребовать от цепи, чтобы ток второго режима \dot{I}'_1 был равен току $\dot{I}'_2 = \dot{I}$, то достаточно соблюсти условие $y = y'$ и $\psi = \psi'$, что соответствует формальным условиям принципа взаимности. На самом же деле уравнения (1-4) некорректны в отношении нелинейной проводимости \tilde{Y}_0 , которая находится в нелинейной зависимости от тока \dot{I} , являющегося реакцией нелинейной цепи на сигнал \dot{U} . Так, если зависимость между током и напряжением нелинейного элемента аппроксимировать функцией $\tilde{I}_0 = \alpha \tilde{U}_0^3$, то для цепи на рис. 3 а имеем

$$\tilde{I}_0 = \tilde{Y}_0 [\underline{z}'_2 \dot{I}'_2] = \tilde{Y}_0 [\underline{z}'_2 \dot{I}] = \alpha [\underline{z}'_2 \dot{I}]^3 e^{j(\varphi'_2 - \varphi_{н.э.})},$$

то есть модуль нелинейной проводимости $|\tilde{Y}_0| = \alpha \underline{z}'_2{}^2 I^2$ (здесь α - коэффициент аппроксимации, \underline{z}'_2 - модуль сопротивления на выходе цепи; I - модуль тока). Ясно, что при обратном включении величина \tilde{Y}_0 будет уже зависеть от нового тока \dot{I}'_1 , помноженного на сопротивление \underline{z}_1 , то есть не обеспечит равенство $K(j\omega) = K'(j\omega)$, которое возможно только при $\underline{z}_1 = \underline{z}'_2$.

В соответствии с принципом обратимости линейные цепи могут преобразовать энергию с одними электромагнитными параметрами в энергию, с другими наоборот. Так, линейный трансформатор, преобразующий синусоидальное напряжение $u_1 = U_{1m} \sin \omega t$ в $u_2 = U_{2m} \sin(\omega t + \psi)$, при обратном включении может преобразовать напряжение $u_2 = U_{2m} \sin(\omega t + \psi)$ в $u_1 = U_{1m} \sin \omega t$. Точно так же однофазно-трехфазный преобразователь числа фаз переменного тока с линейными фазосдвигающими элементами может быть использован как в режиме фазорасщепителя, так и в режиме симметрирующего устройства. Однако такими свойствами электрические цепи с нелинейными элементами не обладают. Например, от мостового выпрямителя переменного тока в постоянный нельзя потребовать обратного преобразования постоянного тока в переменный. Ферромагнитный усилитель частоты не может работать в обратном включении в качестве делителя частоты. Таких примеров множество, но это не означает категорического утверждения о невозможности применения принципа обратимости к цепям с нелинейными элементами и характеристиками.

Итак, принцип взаимности справедлив только в отношении симметричных пассивных четырёхполюсников с нелинейными элементами, рассматриваемых со стороны входных и выходных зажимов.

Список литературы:

1. Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н.В., Чечурин В.Л. Теоретические основы электротехники: Учебник для вузов.- СПб.: Питер, 2003. Том 1. -463 с.
2. Абидов К.Г., Рахматуллаев А.И. Изучение взаимосвязи механических и электрических процессов исследуемого электромагнитного вибровозбудителя. //Международный научный журнал. "Техника, технология, инженерия". -Россия г.Казань, 2018; №4. С.10-14.
3. Amirov C.F., Yoqubov M.S., Jabborov N.G'. Elektrotexnikani nazariy asoslari (birinchi kitob) TDTU, 2006 . -144 b.
4. Каримов А.С. Назарий электротехника. -Т.: Ўқитувчи, 2003. -428 б.
5. Amirov S.F., Yaqubov M.S., Jabborov N.G'. , Sattorov X.A., Balg'ayev N.E. Elektrotexnikaning nazariy asoslaridan masalalar to'plami.-Т.: Adabiyot uchqunlari, 2015. -420 b.
6. John Bird. Electrical and Electronic Principles and Technology -LONDON AND NEW YORK, 2014.-455 p.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙТРОННОГО ИСТОЧНИКА ДЛЯ ПРОВЕРКИ ТОЛСТОЙ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ ИЗ БЕТОНА*Алексеев Александр Григорьевич**старший научный сотрудник, НИЦ Курчатовский институт-ИФВЭ**г.Протвино, площадь Науки 1**Алексеев Павел Александрович,**ведущий инженер, к.т.н., ООО «АтомПромИнжиниринг»**г.Протвино, проезд Наумова 1**Бритвич Геннадий Иванович,**ведущий научный сотрудник, к.ф.м.н НИЦ Курчатовский институт-ИФВЭ**г.Протвино, площадь Науки 1*DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.2.61.10](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.2.61.10)**АННОТАЦИЯ.**

Рассматривается метод проверки эффективности бетонной радиационной защиты с помощью использования радионуклидного нейтронного источника. Метод основан на использовании чувствительного сцинтилляционного гамма спектрометра. Приведены некоторые расчетные и экспериментальные характеристики метода.

ABSTRACT.

The method for testing of the effectiveness of concrete radiation shielding using the radionuclide neutron source is presented. The method is based on the use of sensitive scintillation gamma spectrometer. Some calculated and experimental characteristics of the method are given.

Ключевые слова: бетонная радиационная защита, нейтронный источник, сцинтилляционный гамма спектрометр

Key words: concrete radiation shielding, radionuclide neutron source, scintillation gamma spectrometer.

ВВЕДЕНИЕ

В процессе ввода в эксплуатацию радиационно-опасных объектов («горячие» камеры, новый энергоблок АЭС и др.) обязательной процедурой является проверка эффективности радиационной (биологической) защиты.

Обычно для этого применяется радиоактивный источник (как правило, изотоп ^{60}Co), что влечет за собой организационные и технические трудности.

Чем толще проверяемая радиационная защита, тем мощнее нужен источник, так как источник недостаточной мощности не обеспечивает возможности фиксации увеличения радиационного фона за защитой над уровнем естественного радиационного фона и оценки кратности ослабления.

Под толстой бетонной защитой понимается толщина 1 м и более. Сложилась практика, что для такого типа проверки используется радионуклидный источник активностью не менее 1700 Ки [1], толщина биологической защиты составляет при этом от 1 до 1,1 м. Использование такого мощного источника – сложная техническая задача, требующая специальных мер по радиационной безопасности.

Целью данной работы является исследование возможности использования альтернативного метода, который, с одной стороны, позволял бы достаточно четко выявлять эффект от источника на фоне естественного радиационного фона, а с другой стороны, мощность дозы от такого источника должна быть ниже, чем при использовании радионуклидного источника изотопа ^{60}Co . При этом время ска-

нирования единицы площади радиационной защиты должно быть сравнимо с методом, когда используется изотоп ^{60}Co (площадь радиационной защиты для тестирования может составлять несколько сотен м^2).

В данной работе предлагается использование радионуклидного источника нейтронов для проверки цельности толстой радиационной защиты из бетона, как альтернативы использования мощного источника гамма-излучения.

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ

Основные отличия предложенного метода состоят в том, что вместо гамма радионуклидного источника изотопа ^{60}Co применяется нейтронный источник $^{239}\text{Pu-Be}$, а вместо дозиметра гамма излучения используется высокочувствительный сцинтилляционный гамма спектрометр.

При прохождении нейтронов через бетон происходит их замедление, термализация и захват на ядрах вещества, входящих в состав бетона; при захвате нейтронов образуются гамма кванты широкого энергетического диапазона с энергией до 10 МэВ.

На рисунке 1 приведен измеренный спектр импульсов от гамма квантов Pu-Be источника за бетонной защитой толщиной 1 м. Там же приведен спектр от естественного фонового излучения (фон). Вертикальная линия – энергия гамма квантов 4,4 МэВ. Измерения выполнялись в экспериментальной зоне «Радиобиологического стенда на углеродном пучке У-70» [2].

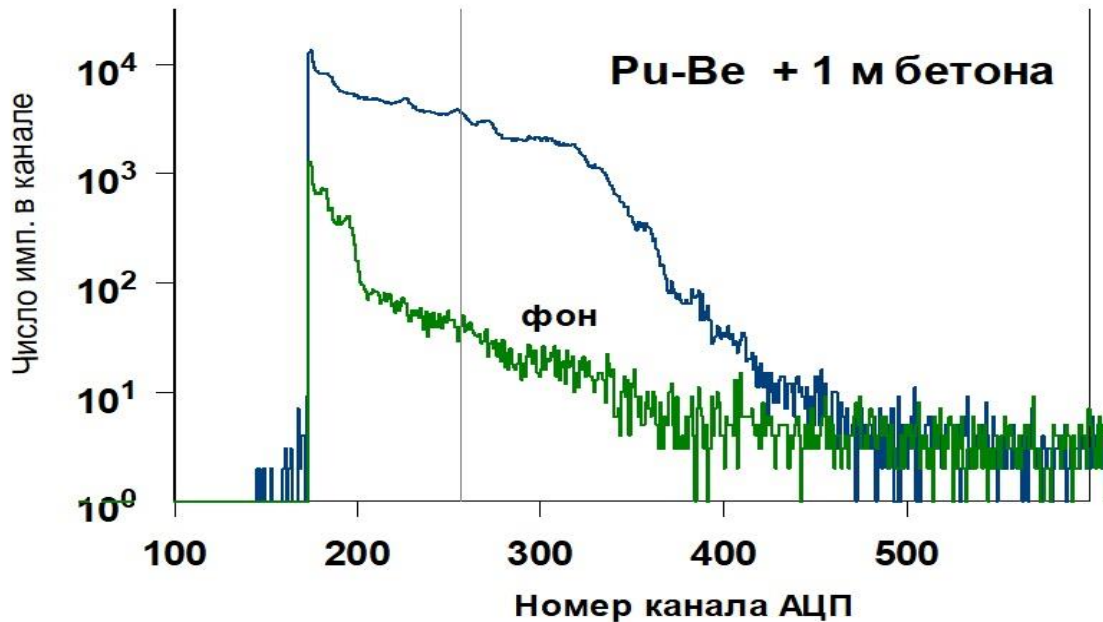


Рис. 1 Спектр гамма квантов (в единицах каналов аналог-цифрового преобразователя (АЦП)) от источника нейтронов за 1 м бетона и спектр от естественного фонового излучения (фон). Вертикальная линия – энергия гамма квантов 4,4 МэВ

В радионуклидном источнике типа $^{239}\text{Pu-Be}$ для генерации нейтронов используется реакция $^9\text{Be}(\alpha, n, \gamma)\text{C}^*$. На один нейтрон испускается 0,6 гамма квантов с энергией 4,4 МэВ и несколько гамма квантов меньшей энергии. Спектр импульсов (спектр гамма квантов) от нейтронного источника приведен на рисунке 2.

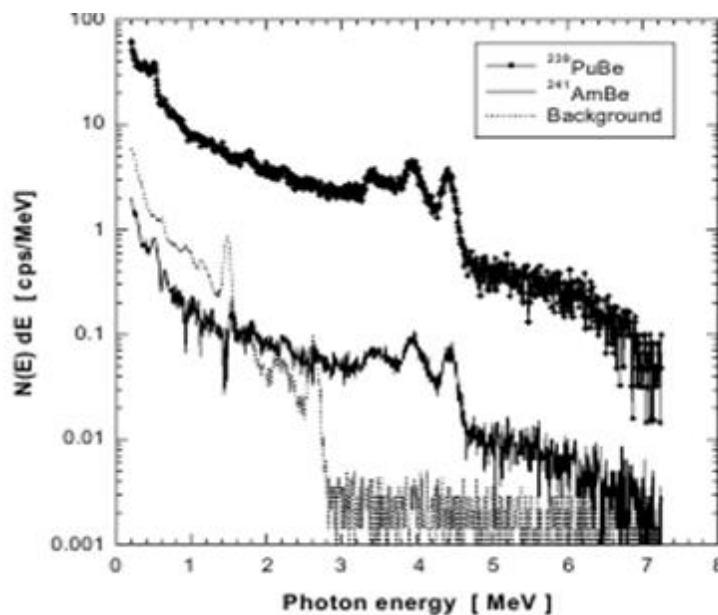


Рис. 2 Спектр гамма квантов от нейтронного источника в сравнении со спектром от естественного фона

От гамма квантов нейтронного источника в спектре имеются пики 0,2, 0,5, 3,4 3,9 и 4,4 МэВ (пики 3,4 и 3,9 – производные от 4,4 МэВ) и небольшой пик 2,2 МэВ обусловлен реакцией захвата тепловых нейтронов на водороде. Спектр гамма квантов естественного фона включает: 0,912 МэВ от ^{228}Ac , 1,12 МэВ от ^{214}Bi , 1,46 МэВ от ^{40}K ; 1,76 МэВ от ^{214}Bi ; 2,12 МэВ и 2,2 МэВ перекрытие от ^{214}Bi ; 2,6 МэВ от ^{208}Tl . Таким образом, в диапазоне выше

2,5-3 МэВ гамма квантов от естественного фона практически нет.

В данной работе в качестве источника использовался $^{239}\text{Pu-Be}$ типа БН-27 мощностью $5 \cdot 10^7$ н/с.

В качестве гамма-спектрометра использовался ГАМС 2017 – сцинтилляционный гамма спектрометр с кристаллом NaI(Tl) диаметром 150 мм, высотой 150 мм и ФЭУ-167.

Характеристики ГАМС 2017 приведены на рисунках 3 и 4. На рисунке 3 представлена зависимость фотоэффективности $\eta(E_\gamma)$ в диапазоне от 22,59 кэВ до 4439 кэВ, где $\eta(E_\gamma)$, т.н. фотоэффективность, определяется как количество импульсов в пике полного поглощения отнесенное к количеству

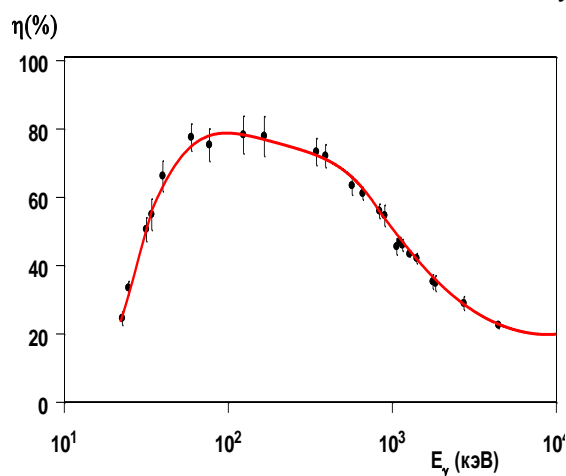


Рис. 3 Зависимость фотоэффективности ГАМС 2017

γ -квантов пересекающих поверхность кристалла (площадь круга диаметром 15 см) при фиксированном расстоянии $R = 75$ см между источником и кристаллом. На рисунке 4 приведено энергетическое разрешение спектрометра ГАМС 2017 от энергии гамма квантов.

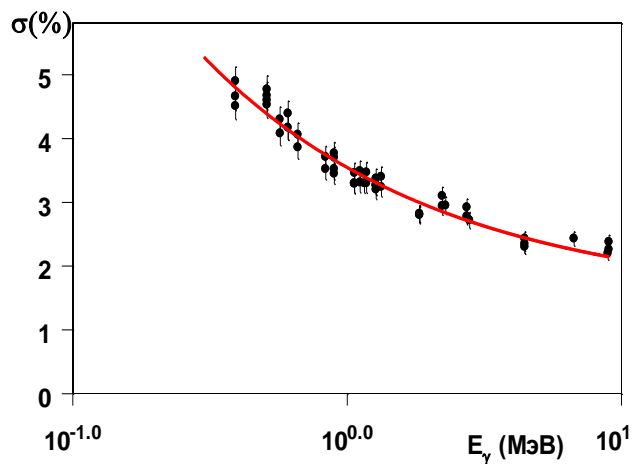


Рис. 4 Энергетическое разрешение спектрометра ГАМС 2017 от энергии гамма квантов

Таким образом, в предложенном методе при тестировании бетонной защиты выполняется измерения событий (число гамма-квантов) в диапазоне выше 2,5 МэВ и число гамма квантов с энергий 4,4 МэВ, как представлено на рис. 5.

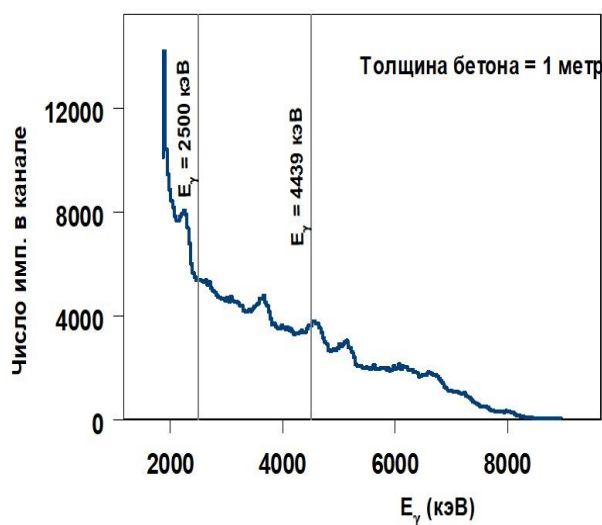


Рис. 5 Спектр гамма квантов за бетонной защитой толщиной 1 м

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты измерения за 1 м бетонной защиты приведены на рисунках 6, 7, 8. На рисунке 6 приведена скорость счета в пике полного поглощения 4,4 МэВ в зависимости от смещения от оси источник-детектор. Источник смещался от оси «в лево» и «в право» на расстояние до 60 см, т.е. толщина бетона между источником и детектором изменялась от 100 до 117 см. Скорость счета в пике полного поглощения изменялась при этом от 6 до 2 имп/с. На рисунке 7 показана скорость счета в пике полного по-

глощения 4,4 МэВ в зависимости от расстояния источник-детектор. Видно, что хорошо соблюдается зависимость $1/r^2$. На рисунке 8 представлена зависимость скорости счета для событий с энергией поглощения выше 2,5 МэВ от расстояния источник-детектор за 1 м бетона. Видно, что так же хорошо соблюдается зависимость $1/r^2$. Т.е. это доказывает, что соотношение событий полного поглощения 4,4 МэВ и событий с энергией выше 2,5 МэВ коррелируют между собой. При этом скорость счета для событий с 2,5 МэВ в $7 \cdot 10^4$ раз больше, чем для событий полного поглощения пика 4,4 МэВ.

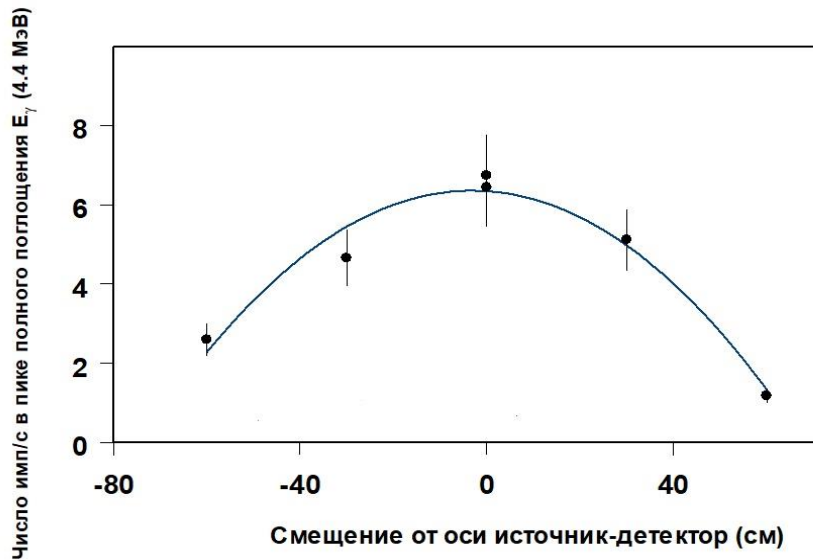


Рис.6 Скорость счета в пике полного поглощения 4,4 МэВ в зависимости от смещения от оси источник-детектор



Рис.7 Скорость счета в пике полного поглощения 4,4 МэВ в зависимости от расстояния источник-детектор

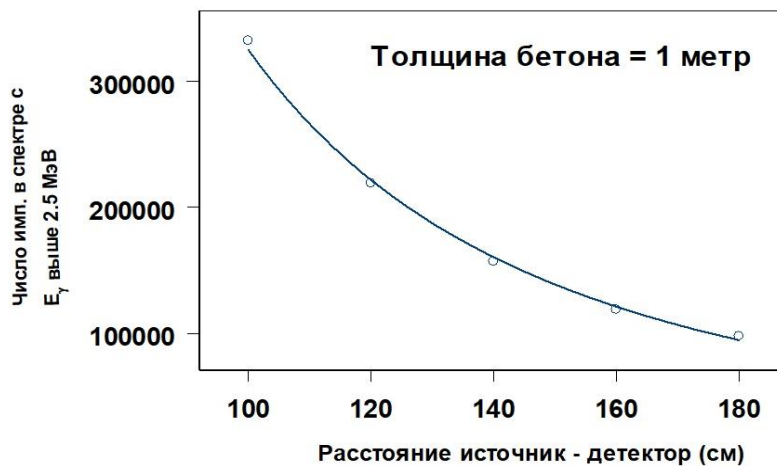


Рис.8 Зависимость скорости счета для событий с энергией поглощения выше 2,5 МэВ от расстояния источник-детектор за 1 м бетона

С помощью программы MCNPX[3] выполнены расчеты плотности потока гамма квантов для геометрии, показанной на рис. 9. В бетоне толщиной 110 см, имеется полость диаметром 10 см. Расчет

проведен для случаев смещения полости от линии (источник – детектор 1) и различных глубин d залегания полости в бетоне.

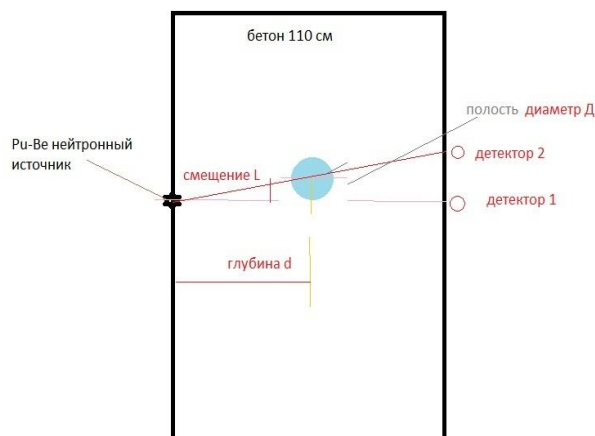


Рис.9 Геометрия расчета эффекта полости.

Результаты проведенных расчётов приведены на рисунке 10.

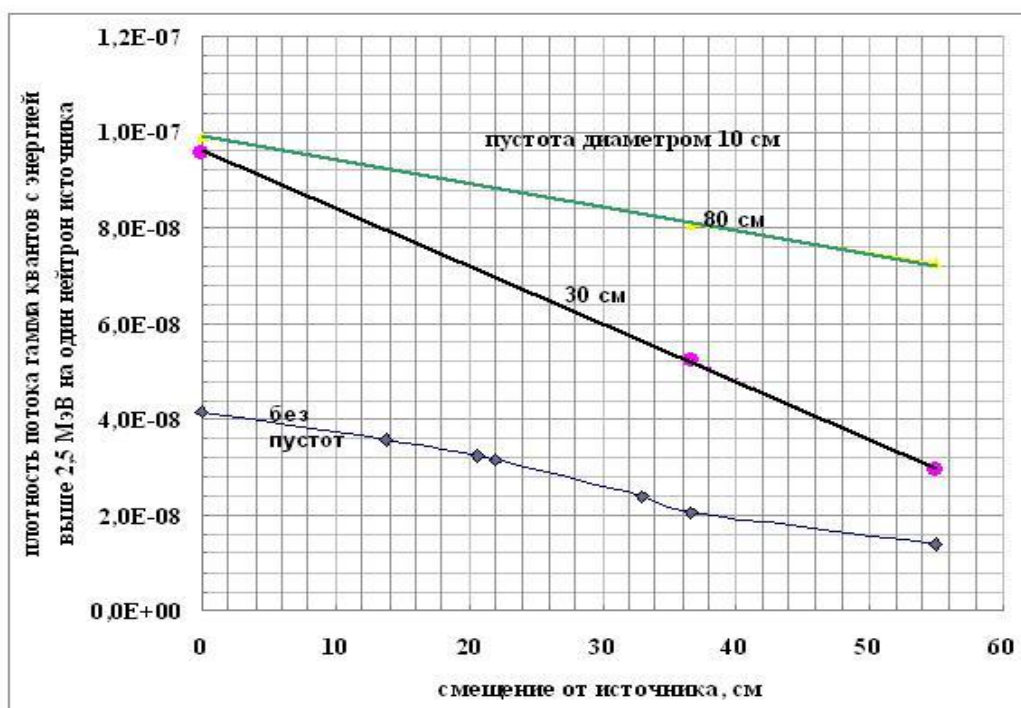


Рис.10 Плотность потока гамма квантов с энергией выше 2,5 МэВ: для случая, когда в бетоне пустоты нет, когда есть пустота диаметром 10 см, на глубине 30 и 80 см от источника

Независимо от расположения полости в толщине бетона, ее наличие хорошо фиксируется по измерению скорости счета в спектре выше 2,5 МэВ; при этом смещение детектора (от положения источника с противоположной стороны защиты) не критично (до расстояния 30-40 см) для фиксации наличия полости или неоднородности в защите.

ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные экспериментальные результаты показывают возможность использования нейтронного источника для определения цельности биологической защиты из бетона.

Анализ результатов показывают, что для того чтобы качественно провести проверку бетонной защиты большой толщины данным методом, необходимо тестирования проводить в два этапа:

- определение кратности ослабления в защите (по кратности ослабления пика полного поглощения 4,4 МэВ) с длительностью измерения от 20 до 30-40 минут;
- сканирование биологической защиты для определения ее цельности (по изменению скорости счета от событий выше 2,5 МэВ), быстрые измерения 10..20 с.

В дальнейшем методика будет дополнена данными (полученными с помощью программ по расчету переноса излучения в веществе) для пересчета

кратности ослабления гамма квантов с энергией 4,4 МэВ к кратности ослабления гамма квантов других энергий, в том числе для спектра гамма-квантов от тепло-выделяющих сборок на АЭС (ТВС), для сравнения с проектными значениями.

Список литературы

1. А.В. Деткина, М.А. Нехожин, С.В. Семеновых, Е.П. Ященко, М.С. Орлов/ Результаты работ по проверке сплошности биологической защиты защитной камеры отделения разделки ОТВС Пристройной ХОЯТ Курской АЭС /III Международный ядерный форум "Безопасность ядерных техноло-

гий: культура безопасности на объектах использования атомной энергии", С.-Петербург, 9-13 сентября 2013 г. <http://sosny.ru/publikaczii/viii-mezhdunarodnyiy-yadernyy-forum/rezultaty-rabot-po-proverke-sploshnosti-biologicheskoy-zashhityi-zashhitnoj-kameryi-otdeleniya-razdelki-otvs-pristroya-hoyat-kurskoj-aes.html>

2. Центр коллективного пользования «Радио-биологический стенд на углеродном пучке У-70»-
www.ihep.ru/pages/main/6580/8769/index.shtml

3. Denise B. Pelowitz, MCNPX User's Manual-Version 2.6.0, April 2008 LA-CP-07-1473

ГИДРОАППАРАТ ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СКОРОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ШТОКА ГИДРОЦИЛИНДРА.

Джылкычиев Аскарбек Исаевич

доктор технических наук, профессор,

Кыргызско-Российский Славянский университет им. Б.Н.Ельцина,

Бекбоев Алтымыш Рысалиевич

Кандидат технических наук, доцент

Кыргызского государственного технического университета им. И.Раззакова,

Джылкычиев Мирлан Кубанычбекович,

Аспирант Кыргызского государственного университета строительства,

транспорта и архитектуры им. Н.Исанова,

DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.2.61.11](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.2.61.11)

HYDROAPPARAT FOR THE TRANSFORMATION OF SPEEDS MOVEMENT OF THE HYDROCILINDER ROD.

Dzhylkychiev Askarbek Isaevich,

Doctor of Technical Sci., Professor,

Kyrgyz Russian Slavic University named after B.N.Yeltsin,

Bekboev Altymysh Rysalievich,

Candidate of Technical (Cand. Sci. (Tech.)), assistant professor of

Kyrgyz state of technical university named after I.Razzakov,

Jylkychiev Mirlan Kubanychbekovich,

Assistant, Kyrgyz state university of construction, transport and architecture named after N. Isanov,

АННОТАЦИЯ.

В данной статье рассматривается гидроаппарат для преобразования скорости перемещение штоков гидроцилиндров, с целью повышения производительности гидрофицированных машин и оборудований циклического действия при постоянном расходе жидкости источника гидравлического питания. Представлена принципиальная гидравлическая схема и конструктивное исполнение основного и управляющего каскада гидроаппарата для преобразования скорости перемещение штока гидроцилиндра с плоскими мембранными запорно-регулирующими элементами.

Разработанный гидроаппарат с плоскими мембранными запорно-регулирующими элементами позволяет за счет дифференциальной схемы подключения исполнительного гидроцилиндра к гидросистеме управления, повысить скорость выдвигания штока исполнительного гидроцилиндра, при фиксированном значении расхода источника гидравлического питания.

ABSTRACT.

This article discusses a hydraulic device for converting the speed of moving hydraulic cylinder rods in order to improve the performance of hydraulic machines and equipment of cyclical operation with a constant flow of fluid from a hydraulic power source. A basic hydraulic scheme and design of the main and control cascade of the hydraulic unit for converting the speed of the movement of the hydraulic cylinder rod with flat diaphragm valves are presented.

The designed hydraulic device with flat diaphragm shut-off and regulating elements allows, due to the differential scheme of connecting the actuating hydraulic cylinder to the hydraulic control system, to increase the speed of extension of the actuator hydraulic rod, at a fixed value of the flow rate of the hydraulic power source.

Ключевые слова: гидропривод, гидроцилиндр, шток, преобразователь, плоская мембрана, мощность, гидравлический аппарат.

Key words: hydraulic drive, hydraulic-cylinder, stock, transformation, flat membrane, power, hydraulic apparatus.

Благодаря неоспоримым преимуществам гидравлический привод получил широкое применение в системах управления на всех машинах и оборудованных. Большинство машин и оборудований с гидравлическим приводом относятся к машинам и оборудованьям циклического действия. При этом одним из особенностей таких машин и оборудований циклического действия является то, что в течение одного рабочего цикла привод на полной мощности работает лишь 10–15% времени от общей продолжительности цикла. Это означает, что в течение оставшихся 85 - 90% времени продолжительности цикла, средняя потребляемая мощность не превышает 50–60% от установочной мощности привода. В результате эффективность использования мощности привода таких машин и оборудований очень низкая.

Одним из направлений повышение эффективности гидрофицированных строительных и дорожных машин стало возможным благодаря созданию и исследованию гидроаппаратов с мембранными запорно-регулирующими элементами. В разработку и создание гидроаппаратов с мембранными запорно-регулирующими органами внесли работы выполненные Алексеевой Т.В., Шерманом Б., Кириковым Р.П., Загвоздиным Ю.Г., Джылкчиевым А.И. Кузиком В.Л., Власовым В.М., Пономаревой О.М. и другие [1,2].

Преобразователь скорости перемещение штоков гидроцилиндров предназначен для обеспечения управления исполнительными гидроцилиндрами в двухскоростном режиме движения их штоков в зависимости от величины действующей нагрузки. При постоянном расходе источника гидравлического питания двухскоростной режим движения штоков исполнительных гидроцилиндров обеспечивается за счет дифференциального (одновременное подключение поршневой и штоковой полости к напорной магистрали источника гидравлического питания) и обычного подключения исполнительных гидроцилиндров к гидрораспределителю их управления. Такая система управления исполнительными гидроцилиндрами позволяет при фиксированном расходе источника гидравлического питания машины или оборудования обеспечить сокращение продолжительности рабочего цикла за счет увеличения скорости перемещение штоков гидроцилиндров в процессе дифференциального подключения к гидрораспределителю их управления. При этом переключение гидроцилиндра из дифференциальной схемы подключения в обычное, и обратно, осуществляется преобразователем ско-

рости перемещение штоков гидроцилиндров автоматически, в зависимости от величины нагрузки на штоке гидроцилиндра и соответствующего давления в гидросистеме.

При использовании преобразователя скорости перемещение штоков гидроцилиндров, когда давление в гидросистеме меньше или равно давлению настройки гидроуправляемого распределителя преобразователя скорости перемещение штоков, гидроцилиндр подключается к гидрораспределителю по дифференциальной схеме. В случае превышения значения давления в гидросистеме, давления настройки гидроуправляемого распределителя преобразователя скорости перемещение штоков, гидроцилиндр подключается к гидрораспределителю по обычной схеме.

Конструктивно преобразователь скорости перемещение штоков гидроцилиндров представляет собой двухпозиционный четырехлинейный гидроуправляемый распределитель и устанавливается между гидроцилиндром и гидрораспределителем его управления.

На рис.1. представлена принципиальная гидравлическая схема преобразователя скорости перемещение штоков гидроцилиндров. Преобразователь скорости перемещение штоков гидроцилиндров включает в себя мембранный гидроуправляемый дроссель 1, соединяющий поршневую и штоковую полости гидроцилиндра 2 между собой, мембранный гидроуправляемый дроссель 3, соединяющий штоковую полость гидроцилиндра 2 с одним из двух рабочих каналов гидрораспределителя 4, второй рабочий канал, которого сообщена с поршневой полостью гидроцилиндра 2, напорный 5 и сливной 6 каналы, соединенные соответственно с источником гидравлического питания и сливом, логический клапан «ИЛИ» 7, входы которого сообщены с рабочими каналами гидрораспределителя 4, а выход соединен с управляющей полостью мембранного гидроуправляющего дросселя 1, гидроуправляемый двухлинейный двухпозиционный гидрораспределитель 8, который сообщает вход и выход мембранного гидроуправляемого дросселя 3 между собой, а управляющая полость гидрораспределителя 8 соединена с поршневой полостью гидроцилиндра 2, и постоянный дроссель 9, установленный на гидролинии сообщающий гидрораспределитель 8 со штоковой полостью гидроцилиндра 2, при этом управляющая полость мембранного гидроуправляемого дросселя 3 соединена к гидролинии, соединяющей постоянный дроссель 9 и гидрораспределитель 8.

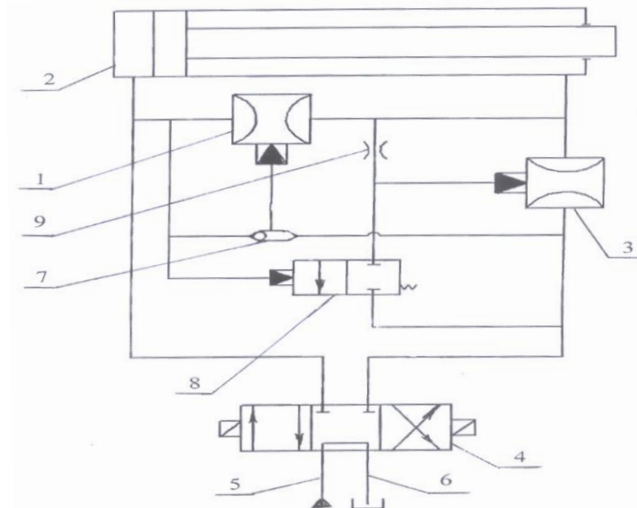


Рис. 1. Принципиальная гидравлическая схема преобразователя скорости перемещение штоков гидроцилиндров

На рис. 2. изображен конструктивное исполнение основного каскада преобразователя скорости перемещение штока гидроцилиндра с плоскими мембранными запорно-регулирующими элементами. Мембранные гидроуправляемые дроссели 1 и 3, представленные на гидравлической схеме в рис. 1, установлены в едином корпусе и выполняют функцию основного каскада преобразователя скорости перемещение штока гидроцилиндра 2.

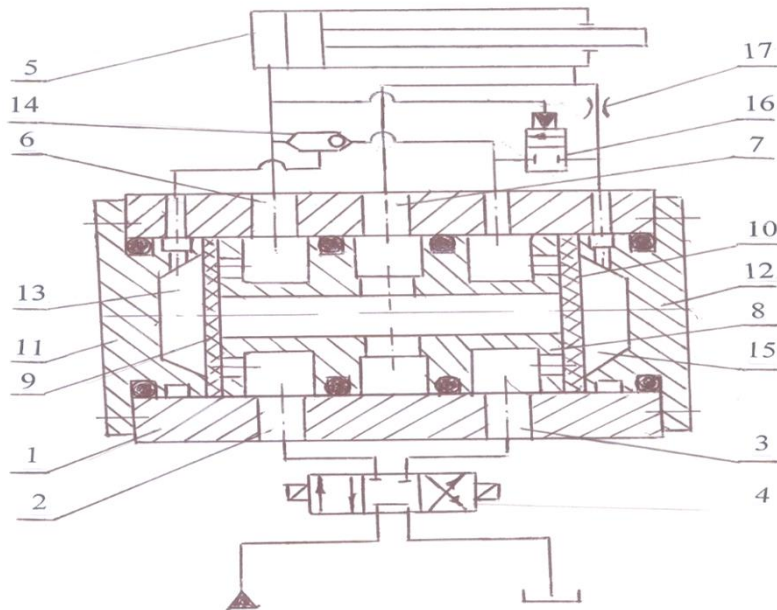


Рис. 2. Конструктивное исполнение основного каскада преобразователя скорости перемещение штока гидроцилиндра с плоскими мембранными запорно-регулирующими элементами

Основной каскад преобразователя скорости перемещение штока гидроцилиндра включает в себя корпус 1 с напорным 2, сливным 3 каналами, соединенные соответственно с рабочими каналами гидрораспределителя 4 управления гидроцилиндром 5, рабочие каналы 6 и 7, соединенные соответственно с поршневой и штоковой полостями гидроцилиндра 5, втулку 8 с тремя проточками, причем на средней проточке выполнены радиальные отверстия, а на крайних проточках выполнены коаксиальные отверстия, плоские мембраны 9 и 10, которые прижаты к втулке 8 соответственно крышками

11 и 12. При этом управляющая полость 13 плоской мембраны 9 соединена с выходом логического клапана «ИЛИ» 14, а управляющая полость 15 плоской мембраны 10 сообщена через двухлинейный двухпозиционный гидрораспределитель 16 с одним и входов логического клапана «ИЛИ» 14 и через постоянный дроссель 17 с штоковой полостью гидроцилиндра 5.

Логический клапан «ИЛИ» 14, двухлинейный двухпозиционный гидроуправляемый распределитель 16 и постоянный дроссель 17 установлены на

отдельном корпусе и выполнены в виде управляющего каскада преобразователя скорости перемещение штока гидроцилиндра 5. Конструктивное исполнение управляющего каскада преобразователя скорости перемещение штока гидроцилиндра представлено на рис.3.

Управляющий каскад преобразователя скорости перемещение штока гидроцилиндра состоит из корпуса 1 с торцевыми крышками 2 и 3, подвижной втулки 4 с логическим клапаном «ИЛИ» 5, толкателя 6, клапанного запорно-регулирующего элемента 7 с пружиной 8 и уплотнительной втулки 9 с винтовым механизмом 10 регулирования натяжения пружины 8.

Преобразователь скорости перемещение штоков гидроцилиндров работает следующим образом.

Перед установкой преобразователя на конкретную машину или оборудование на стенде или непосредственно на машину или оборудование, на которое планируется установка преобразователя при помощи регулирования винтового механизма 10 предварительного натяжения пружины 8 устанавливается давление, при котором гидроцилиндр будет переводиться с дифференциальной схемы подключения в обычную.

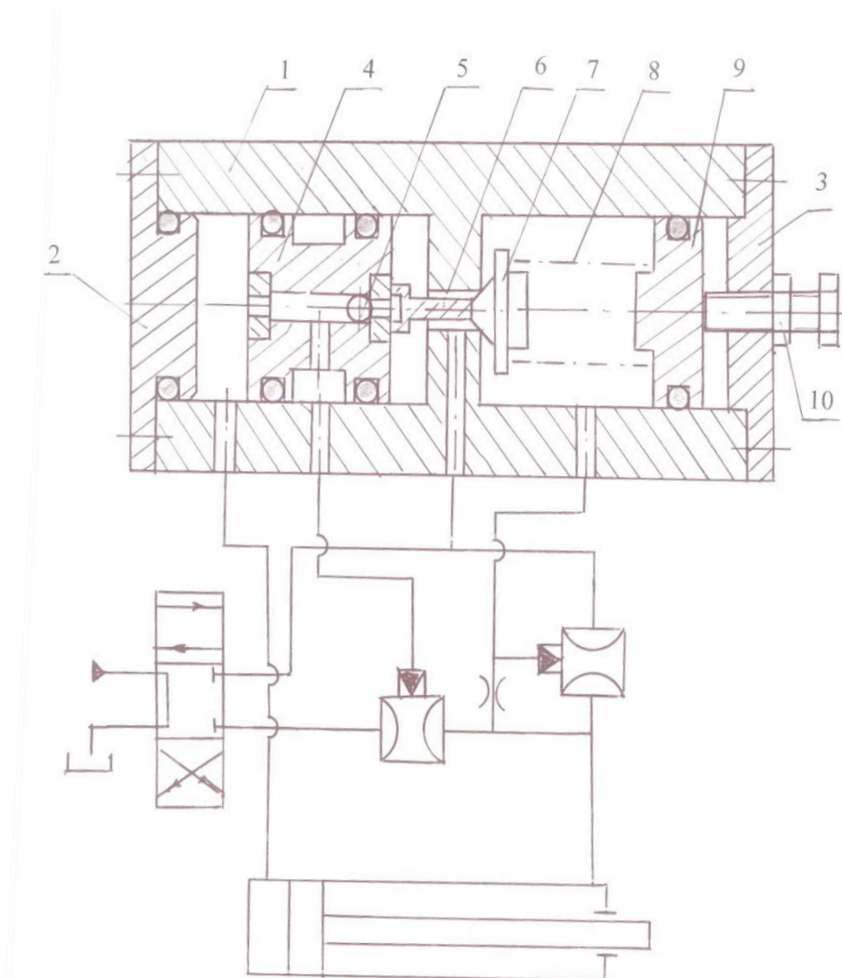


Рис. 3. Конструктивное исполнение управляющего каскада преобразователя скорости перемещение штока гидроцилиндра

Принцип работы преобразователя скорости перемещение штока гидроцилиндра рассмотрим на примере его использования в гидросистеме управления прессовым оборудованием для производства строительных изделий полусухим способом формования. Как отмечалось выше, особенность рабочего цикла рассматриваемого прессового оборудования заключается в том, что на полной мощности, когда коэффициент использования мощности близко или равно единице, работает лишь 10-15% времени от общей продолжительности рабочего цикла. В течении оставшееся времени рабочего

цикла коэффициент использования мощности не превышает 50 – 60 % от установленной мощности. Следовательно, существенным резервом сокращения продолжительности рабочего цикла и соответствующего повышения производительности прессового оборудования является использование преобразователя скорости перемещение штока гидроцилиндра.

Предположим, что двухлинейный, двухпозиционный гидроуправляемый распределитель преобразователя скорости перемещение штока гидроцилиндра настроен на определенное давление,

например на 7 мПа, при этом номинальное давление в гидросистеме прессового оборудования будем считать равным 10 мПа. В таком случае, в процессе работы прессового оборудования, когда давление в гидросистеме находится в диапазоне от нуля до 7 мПа, из-за того, что гидроуправляемый мембранный дроссель 1 открыт, а гидроуправляемый мембранный дроссель 3 закрыт, гидроцилиндр прессования 2 будет подключен к гидрораспределителю 4 по дифференциальной схеме (рис.1). В результате этого в процессе выдвигания штока в поршневую полость гидроцилиндра 2 будет поступать дополнительный объем жидкости, вытесняемый из штоковой полости гидроцилиндра 2. Это в свою очередь приводит пропорциональному повышению скорости перемещение штока гидроцилиндра 2. По мере перемещения штока гидроцилиндра 2 будет увеличиваться и сопротивление формируемой смеси, а это в свою очередь приводит к пропорциональному повышению давления в гидросистеме управления прессовым оборудованием. Далее, при достижении давления в гидросистеме управления прессовым оборудованием, давления настройки двухпозиционного гидрораспределителя 8, последнее переключается и в результате этого давление жидкости в управляющей полости мембранного гидроуправляемого дросселя падает, что приводит к его открытию. С открытием мембранного гидроуправляемого дросселя 3, управление гидроцилиндром 2 из дифференциального подключения переводится в обычное. В результате этого, с момента переключения гидроцилиндра 2 из дифференциальной схемы подключения в обычный, гидроцилиндр 2 до конца хода штока работает в этом режиме. При переключении гидравлического распределителя 4 и изменении направления перемещения штока гидроцилиндра 2 мембранный гидроуправляемый дрос-

сель 3 остается открытым, а мембранный гидроуправляемый дроссель 1 находится в закрытом положении.

Рассмотренному преобразователю с плоскими мембранными запорно-регулирующими элементами, как и всем, гидравлическим аппаратам свойственны как недостатки, так и достоинства. К недостаткам плоских мембранных запорно-регулирующих элементов следует отнести ограниченность пропускной способности по расходу жидкости, а достоинствами являются их простота конструкции и изготовления.

Таким образом, в зависимости от значения номинального расхода жидкости в гидросистеме машин и оборудования можно будет подобрать преобразователь скорости перемещение штока гидроцилиндров с плоскими запорно-регулирующими элементами.

Список литературы

1. Джылкычиев А.И., Пономарева О.М. Экспериментальные исследования прочностных характеристик плоского мембранного запорно-регулирующего элемента. «Повышение эффективности транспортных, строительно-дорожных машин и оборудования в условиях высокогорья» // Сб. науч. тр. КГУСТА, Бишкек, 1999. -С.18–20.

2. Кириков Р.П. Исследование и разработка гидрораспределителей с упругими оболочками для гидроприводов дорожных и строительных машин: Дисс. ... канд. техн. наук. – Омск., 1977 – 197 с.

3. Бекбоев А.Р., Жылкычиев М.К. Математическое моделирование преобразователя скорости перемещение штока гидроцилиндра с цилиндрическими мембранным запорно-регулирующим элементом.// *Universum: Технические науки: электрон. науч. журн.* 2016. №5 (26). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/2403>

ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ПОГЛАЩАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА НА ОСНОВЕ В₄C ПРИ ВВЕДЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ НАНОМОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК

*Еремеева Ж.В.,
Лопатин В.Ю.,
Панов В.С.,
Мякишева Л.В.,
Лизунов А.И.*

НИТУ МИСис, ПАО МСЗ

DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.2.61.12](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.2.61.12)

STUDYING OF STRUCTURE AND PROPERTIES OF THE ABSORBING ELEMENTS OF THE NUCLEAR REACTOR ON THE BASIS OF B₄C AT INTRODUCTION OF VARIOUS NANOMODIFYING ADDITIVES

*Eremeeva Zh.V.,
Lopatin V.Yu.,
Panov V.S.,
Myakisheva L.V.,
Lizunov A.I.*

NITU MISIS, PJSC MTSZ

АННОТАЦИЯ

В работе рассмотрено влияния наномодификаторов на структуру и свойства ПЭЛов из карбида бора полученного различными методами при прессовании, спекании и горячем прессовании. В ходе работы

были проведены исследования влияния наномодификаторов ZrO_2 и Sm_2O_3 на формуемость порошков карбида бора полученных различными методами, также изучено их влияние на структуру и свойства ПЭЛов из карбида бора. Проведены металлографические и рентгеноспектральные исследования, определены механические и эксплуатационные свойства изделий из порошков карбида бора. Установлено, что наибольшая относительная плотность и наименьший размер зерна был зафиксирован при введении при введении нано- ZrO_2 .

Работа выполнена в рамках РФФИ 17-08-00204

ABSTRACT

In work it is considered influences of nanomodifiers on structure and properties absorbing elements of a nuclear reactor from carbide of the pine forest received by various methods during the pressing, agglomeration and hot pressing. During work researches of influence of ZrO_2 and Sm_2O_3 nanomodifiers on molding capacity of the powders of carbide of a pine forest received by various methods have been conducted their influence on structure and properties absorbing elements of a nuclear reactor from pine forest carbide is also studied. Metallographic and X-ray spectral researches are conducted, mechanical and operational properties of products from pine forest carbide powders are defined. It is established that the greatest relative density and the smallest size of grain has been recorded at introduction at introduction nano- ZrO_2 . Experiments on hot pressing absorbing elements of a nuclear reactor from powder of carbide of the pine forest received by various methods at introduction to initial furnace charge of nanomodifiers are made.

Work is performed within the Russian Federal Property Fund 17-08-00204

Ключевые слова: карбид бора, наномодификаторы, смешивание, прессование, спекание, спекание, структура, свойства

Keywords: pine forest carbide, nanomodifiers, mixing, pressing, agglomeration, agglomeration, hot pressing, structure, properties

ВВЕДЕНИЕ

Разработка конструкционных материалов и особенно поглощающий элементов (ПЭЛ) ядерного реактора базируется на анализе его условий работы, а также обобщении современных достижений науки в этой области материаловедения. В стержнях СУЗ ядерных реакторов на тепловых и быстрых нейтронах наиболее широко используется карбид бора. Это обусловлено его высокой эффективностью поглощения нейтронов в широком спектре энергий, низкой скоростью выгорания поглощающих изотопов в процессе эксплуатации в реакторе, высокой стойкостью к радиационным повреждениям, стабильностью объема, как при рабочих температурах эксплуатации, так и при перегревах, коррозионной стойкостью, высокой температурой плавления ($2240^\circ C$) [1- 2].

В настоящее время к данному классу материалов предъявляются повышенные требования по плотности и большому поперечному сечению захвата тепловых нейтронов.

Научный и практический интерес представляет применение наноматериалов для модифицирования структуры металлов и их сплавов с целью получения более высоких физико-механических свойств изделий, в том числе материалов, применяемых в ядерной технике.

Нанодисперсные добавки даже в небольших количествах эффективно активируют процессы консолидации, способствуют формированию более совершенной микроструктуры, и в конечном итоге повышают свойства керамики. Различное воздействие на характеристики спеченных композитов оказывают наночастицы в зависимости от своего расположения (на границах зёрен или внутри зёрен). Наибольший эффект упрочнения связан с обеспечением низкой агрегации наночастиц, т.е. с образованием небольших кластеров, равномерно распределенных по объёму матрицы [3 - 5].

Анализ литературы указывает на использование нанодобавок как ресурс формирования структур с повышенными механическими свойствами, что является также актуальным при эксплуатации ПЭЛов [6, 7].

Целью данной работы является изучение влияния модифицирующих добавок в виде наноксидов циркония и самария на структуру и свойства поглощающих элементов ядерного реактора.

Материалы и методики исследований

В качестве исходных материалов были использованы порошки:

- карбида бора производства Донецкого завода химических реактивов, полученный восстановлением углеродом с последующим дроблением и измельчением со средним размером частиц 150-250 мкм (рисунок 1);

- В качестве легирующих добавок использовали нанопорошки оксидов циркония (ZrO_2) и самария (Sm_2O_3).

На операции смешивания и формования использовался пластификатор – декстрин ГОСТ 6034-74.

Электронно-микроскопические изображения (СЭМ - анализ) получали с помощью аналитического электронного микроскопа JEM-2100.

Определение гранулометрического состава проводили с помощью анализатора частиц Camsizer XT.

Определение насыпной плотности проводили по ГОСТ 19440-94.

Определение текучести порошковой смеси проводили по ГОСТ 20899-75.

Удельную поверхность порошков Суд измеряли на установке NOVA 1200 (Quantachrome instruments, США). Измерение проводили методом БЭТ по низкотемпературной адсорбции азота. Диапазон измеряемых площадей составляет: 0,01 – свыше 2000 м²/г.

Микроструктурный анализ и последующее фототрафирование проводилось на оптических металлографических микроскопах UNIVAR фирмы "REICHERT" (Австрия) и НЕОРНОТ-21 фирмы "CARL ZEISS YENA" (ГДР) при увеличениях в диапазоне 25-1000.

Микроструктурные исследования проводили на РЭМ фирмы "Hitachi" модель: S-3400N.

Количественный рентгеноструктурный фазовый анализ (РФА) проводили на установке ДРОН-7 (Россия), с использованием $\text{CuK}\alpha$ излучения с длиной волны 1.54178 Å при углах $2\theta = 10-110^\circ$ с шагом 0,10.

Предел прочности (σ , МПа) на сжатие определяли согласно ГОСТ 25.503-97 на образцах со следующими геометрическими параметрами: диаметр (D) 20 мм, высота (H) 110 мм на универсальной испытательной машине марки Roell Z020 фирмы Zwick на предприятии ПАО «МСЗ» в автоматическом режиме с помощью персонального компьютера IBM PX. Максимальная нагрузка машины – 5 т (152МПа), точность – 0,5 % от нагрузки.

Твердость образцов определяли по Роквеллу в соответствии с ГОСТ 9013-59. В качестве индентора использовалась алмазная пирамидка с углом 120 о.

Общую пористость спеченных заготовок определяли по ГОСТ 18898-89 путем измерения массы спеченной заготовки на воздухе и после закрытия поверхностных пор тонким слоем медицинского вазелина (ГОСТ 3582-84) с последующим определением их объема и плотности.

Плотность готовых образцов после спекания определяли методом гидростатического взвешивания по ГОСТ 25281-82 на аналитических весах фирмы AND (Япония) модель AD - 1653.

Измельчение карбида бора, полученного восстановлением углеродом,

проводили до получения основной фракции 8 – 10 мкм в мельнице МВ-01 с соотношением материала и мелящих тел 1:10 в течение 3 часов.

Смешивание наномодификаторов с карбидом бора проводили на ультразвуковой установке в течение 30 минут в этиловом спирте в соотношении 3:1, а также в смесителе Турбула в режиме сухого смешивания в течение 60 минут.

Смешение подготовленного пластификатора с измельченным карбидом бора производили в смесителе Dr. Fritsch в течение 60 минут.

Для придания полученному материалу текучести проводили его грануляцию на грануляторе Dr. Fritsch GA 180 с сеткой со стороной ячейки 1,7мм. Сушку гранулированного материала проводили до величины влажности 1,8 – 3%, при которой порошок имеет хорошую текучесть. После достижения выше указанного параметра, гранулированный материал направляли на операцию прессования.

Прессование образцов ПЭЛов из карбида бора производили на гидравлическом прессе Dr. Fritsch KPV 25 в стальных прессформах с твердосплавными вставками. Масса навески с учетом диаметра пресс-формы, аддитивной плотности смеси и отношения $H:D=0,5$, составляла 1,4 грамма. Схема прессования двухсторонняя. Приложение нагрузки при осевом давлении варьировалось от 100-900 МПа с шагом 100 МПа.

Уплотняемость порошковых смесей определял в соответствии с ГОСТ 25280-90. Плотность спрессованных порошковых брикетов («таблеток») определяли, исходя из их геометрических размеров, массы и аддитивной плотности используемых смесей.

Спекание заготовок ПЭЛов из карбида бора проводили в вакуумной электропечи Gero 80 производства фирмы Nabertherm (Германия) с графитовыми нагревателями при температуре изотермической выдержки 2050 оС в течение 60 минут. Печь снабжена системами водяного охлаждения и подачи аргона для спекания в инертной атмосфере для предотвращения окисления изделий.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

СЭМ – изображения порошков карбида бора, полученных восстановлением углеродом с последующим размолотом и измельчением 1.

Порошок карбида бора производства Донецкого завода химических реактивов, полученный восстановлением углеродом с последующим дроблением и измельчением (рис.1,а), состоит из неравноосных частиц неправильной формы, средний размер которых варьируется в пределах 150-250 мкм.

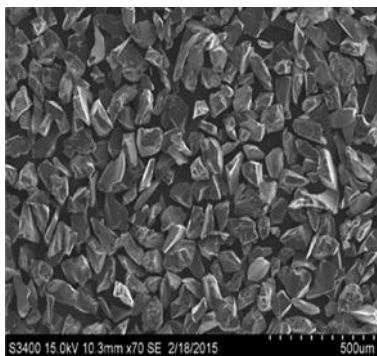


Рисунок 1. СЭМ-изображение частиц порошка B_4C , полученного восстановлением углеродом с последующим дроблением и измельчением

Таблица 2. Свойства порошков карбида бора, полученных восстановлением углеродом и механосинтезом.

Материал	Текучесть, с	Насыпная плотность, г/см ³	Уд. Поверхность м ² /г	Ср. размер агломератов, мкм	Размер частиц, мкм
B ₄ C, восстановл. углеродом	102	1,64	0,6 – 0,8	-	100 - 150

На рисунке 7 (а,б) и в таблице 3 представлены СЭМ – изображения и основные характеристики легирующих добавок в виде нанопорошков оксидов циркония и самария.

Как видно (рис.7,а), нанопорошки оксида циркония имеют правильную округлую форму, а оксида самария представляют собой индивидуальные частицы овализованной формы (рис. 7,б).

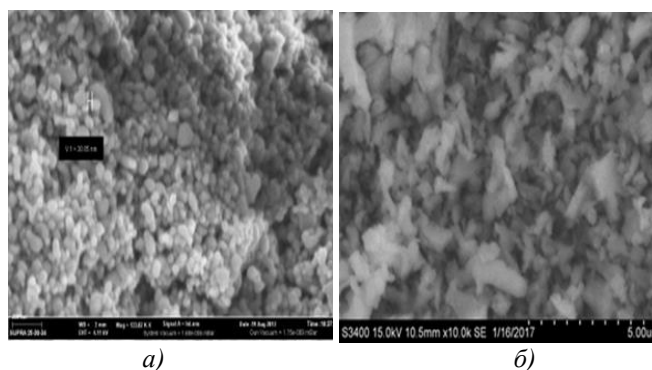


Рисунок 7 (а, б). СЭМ изображение частиц порошков оксидов циркония (а) и самария(б)

Таблица 3. Характеристики нанопорошков ZrO₂ и Sm₂O₃

Характеристика порошков	Порошки оксидов	
	ZrO ₂	Sm ₂ O ₃
Размер частиц, нм	40 - 65	60 - 70
Удельная поверхность, м ² /г	16 - 25	18 - 22
Содержание основного компонента	99,5	99,9
Цвет	белый	белый
Морфология	специальная	равноосная

Операция смешивания порошка B₄C с вышеуказанными легирующими добавками производилась поэтапно, поскольку содержание нанодисперсных добавок мало, а при введении их в основной объем материала добиться равномерного усреднения было бы невозможно. Для достижения однородного состава, смешивание нанопорошков производилось в спирте с некоторым количеством

B₄C два раза по 15 минут. Затем полученную смесь добавляли в основную массу материала и проводили окончательное смешивание в спирте в смесителе Турбула в течение 2 часов.

В таблице 4 представлены свойства порошков B₄C, полученного восстановлением углеродом, с наноразмерными добавками.

Таблица 4. Свойства порошковых смесей B₄C с наномодификаторами

Метод получения карбида бора	Текучесть, сек	Насыпная плотность, г/см ³	Размер частиц, мкм
Восстановленный углеродом	102	1,65	100,0 - 150,0
Восстановленный углеродом с нано-ZrO ₂	110	1,67	100,0
Восстановленный углеродом с нано-Sm ₂ O ₃	115	1,68	100,0

Из представленных в таблице 4 данных видно, что при введении наномодификаторов несколько возросли текучесть порошковой смеси B₄C и насыпная плотность.

Зависимость плотности вкладышей от давления прессования при введении в шихту наноразмерных добавок оксида самария и оксида циркония представлена на рисунке 8.

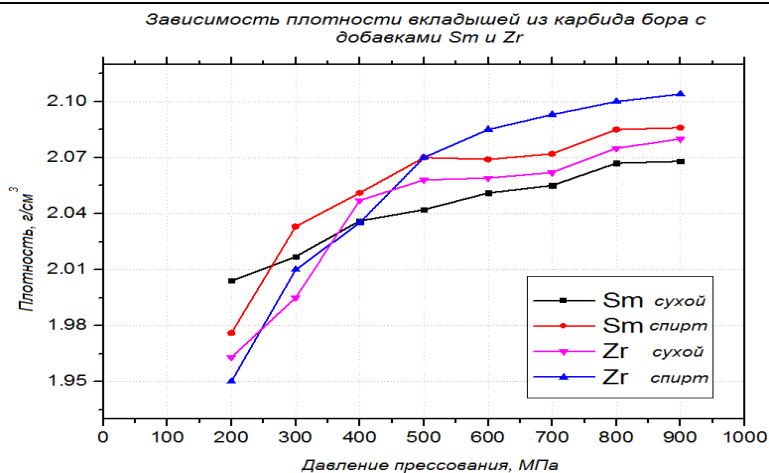


Рисунок 8. Зависимость плотности прессованных вкладышей из карбида бора с наномодифицирующими добавками от давления прессования

Из результатов, представленных на рисунке 8, следует, что наибольшей плотностью обладают заготовки из порошковой шихты с наноксидом циркония и при проведении мокрого смешивания.

Спекание проводили в вакуумной печи Gero 80 в инертной атмосфере с созданием небольшого разряжения. Это предусмотрено установкой для удаления пластификатора. Нагрев проводился ступенча-

тый с десятиминутными выдержками на температурах 400, 800 и 1800°C, затем достижение температуры спекания 2050°C время выдержки составляло 1 час с последующим охлаждением.

На рисунке 9, представлены результаты зависимости плотности спеченных заготовок из карбида бора с наноразмерными добавками оксидов самария и циркония от давления прессования.

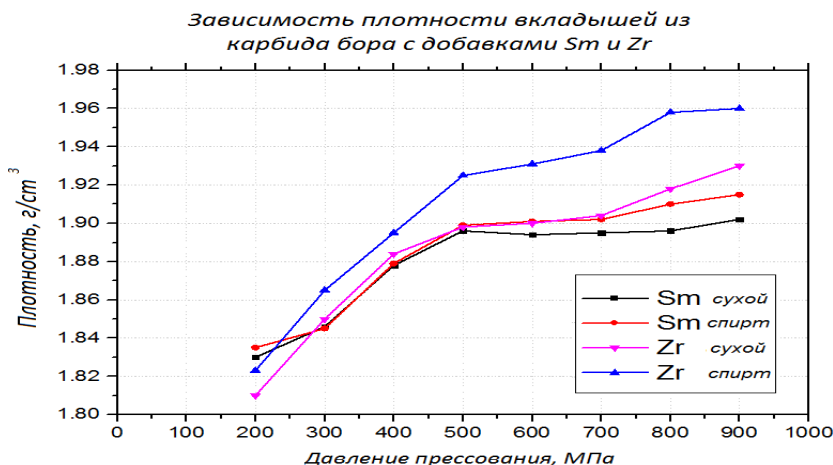


Рисунок 9 Зависимость плотности спеченных вкладышей из карбида бора с наномодифицирующими добавками от давления прессования

Из представленных результатов видно, что наибольшей относительной плотностью обладают образцы спеченных вкладышей B_4C с нанодобавкой ZrO_2 , а наименьшей - образцы с нанодобавкой Sm_2O_3 .

В таблице 5 представлены результаты измерения плотности после прессования и спекания порошковой смеси B_4C с исследуемыми наномодификаторами.

Таблица 5. Плотность образцов карбида бора с введенными наномодификаторами оксидом циркония и оксидом самария

Тип образца	Плотность после прессования $P=800$ МПа, $г/см^3$	Плотность после спекания, $г/см^3$	Относительное изменение плотности, %
$B_4C + ZrO_2$ «сухой»	2,08	1,93	7,2
$B_4C + ZrO_2$ «спирт»	2,11	1,96	7,1
$B_4C + Sm_2O_3$ «сухой»	2,06	1,90	7,8
$B_4C + Sm_2O_3$ «спирт»	2,08	1,91	8,2

Более высокие значения относительной плотности для композитов, содержащих частицы оксида циркония, по сравнению с частицами оксида самария, по-видимому, обусловлены не только меньшим размером первых, но и более равномерным распределением их по объему образца (рис. 10,11).

С помощью электронной микроскопии была изучена структура спеченных образцов из карбида бора, полученного восстановлением углеродом, с наномодифицирующими добавками. Результаты исследований представлены на рисунках 10 и 11.

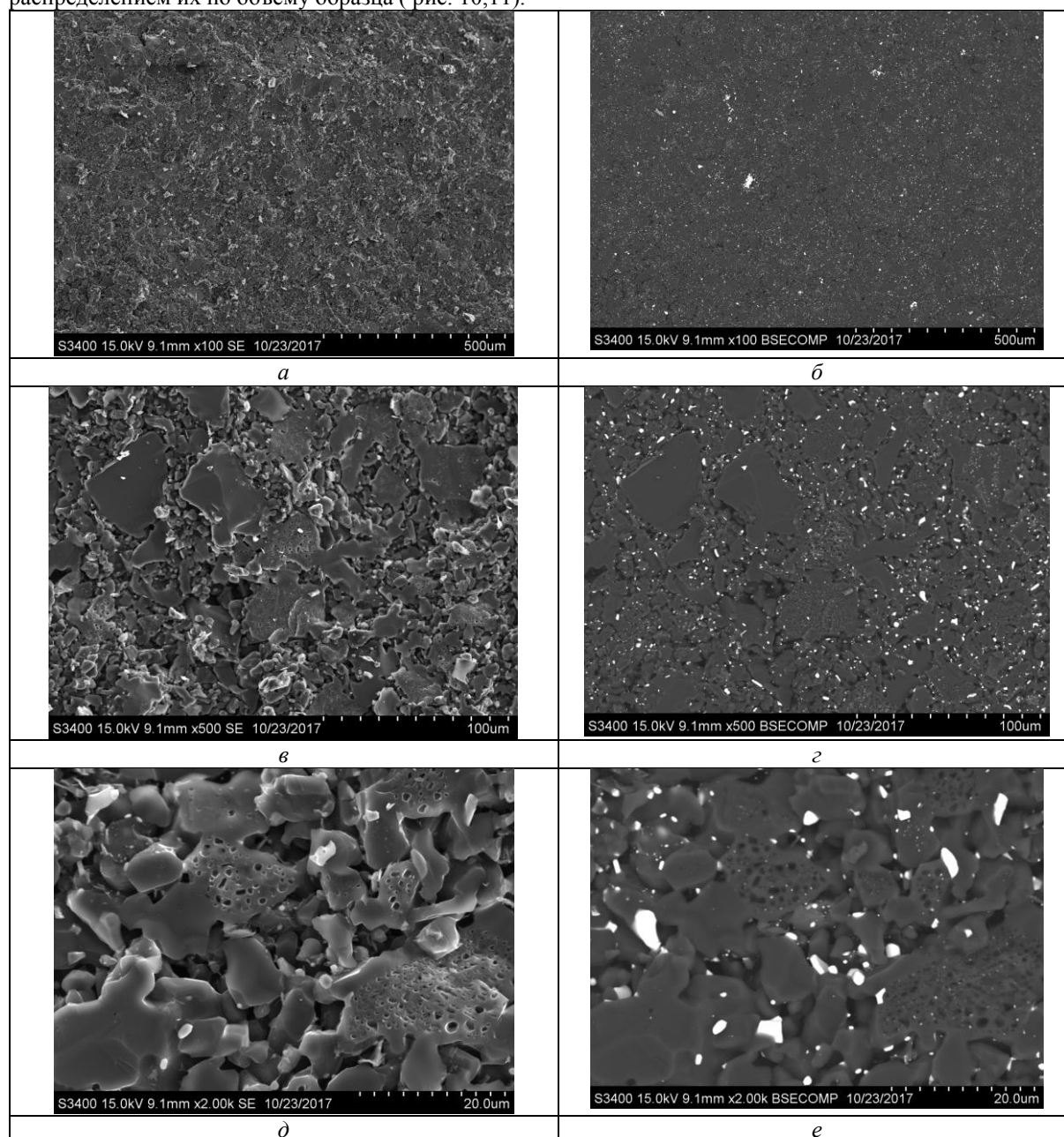


Рисунок 10. СЭМ-изображение образца карбида бора с нанопорошком оксида циркония после спекания

На снимках СЭМ карбида бора с наночастицами ZrO_2 видно, что встречаются как отдельные наночастицы ZrO_2 , так и их агрегаты, равномерно расположенные по границам зёрен. Это препятствует росту зёрен карбида бора во время спекания за счет торможения процесса массопереноса между нанодисперсной частицей и частицами низкой дисперсности, что, по-видимому, и ограничивает максимальный размер зёрен.

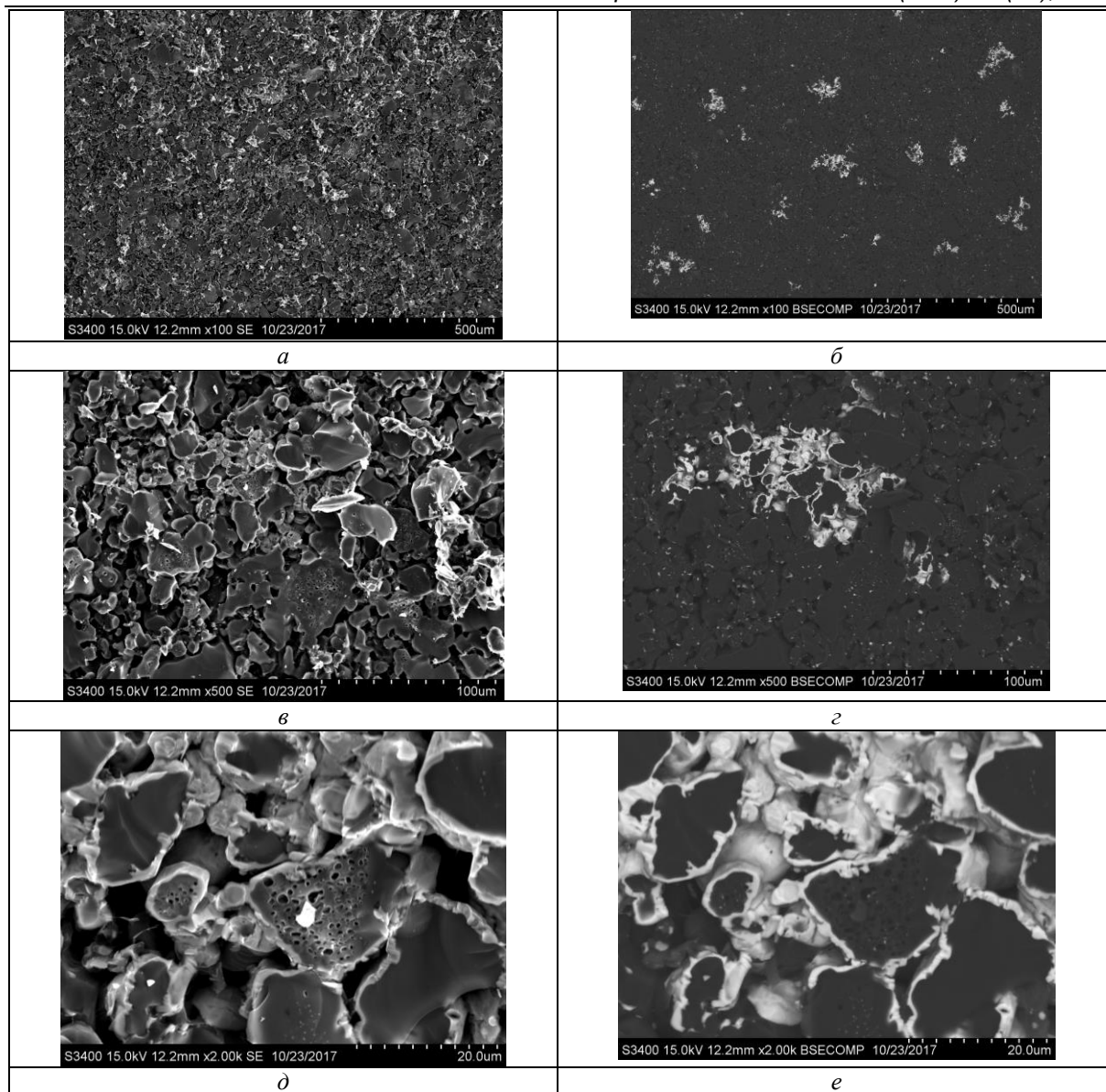


Рисунок 11. СЭМ-изображение образца карбида бора после спекания с нанопорошком оксида самария

На представленных СЭМ - снимках(рис.11) образца ПЭЛ из карбида бора с наноксидом самария видно, что наномодификатор полностью обволакивает частицы карбида бора, но он менее равномерно распределен по объему образца по сравнению с оксидом циркония, создавая отдельные кластерные образования наночастиц, расположенные по границам зерен карбида бора.

Приведенные данные по влиянию наномодификаторов на структуру карбида бора хорошо согласуются с выводами работ [4,5].

В работе исследовали основные механические свойства образцов из карбида бора, модифицированного нанопорошками оксида циркония и оксида самария. Определялась твердость образцов и предел прочности на сжатие.

На рисунке 12 представлены результаты испытаний на сжатие для образцов вкладышей после спекания из карбида бора, модифицированного нанопорошками оксидов циркония и самария.

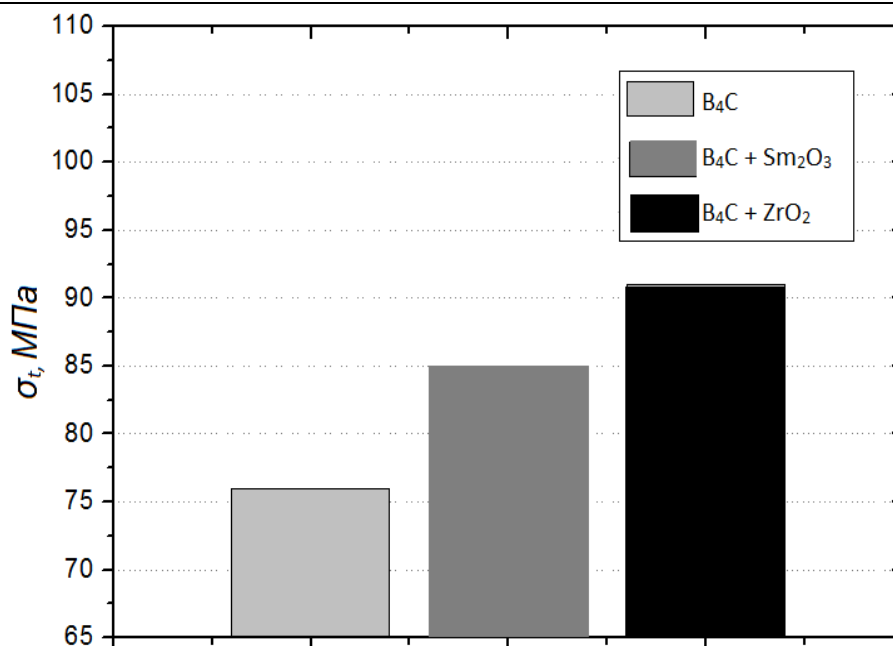


Рисунок 12. Предел прочности на сжатие после спекания образцов из карбида бора, модифицированного нанопорошками оксидов циркония и самария

На рисунке 13 представлены результаты по измерению твердости образцов после спекания из карбида бора, модифицированного нанопорошками оксидов циркония и самария.

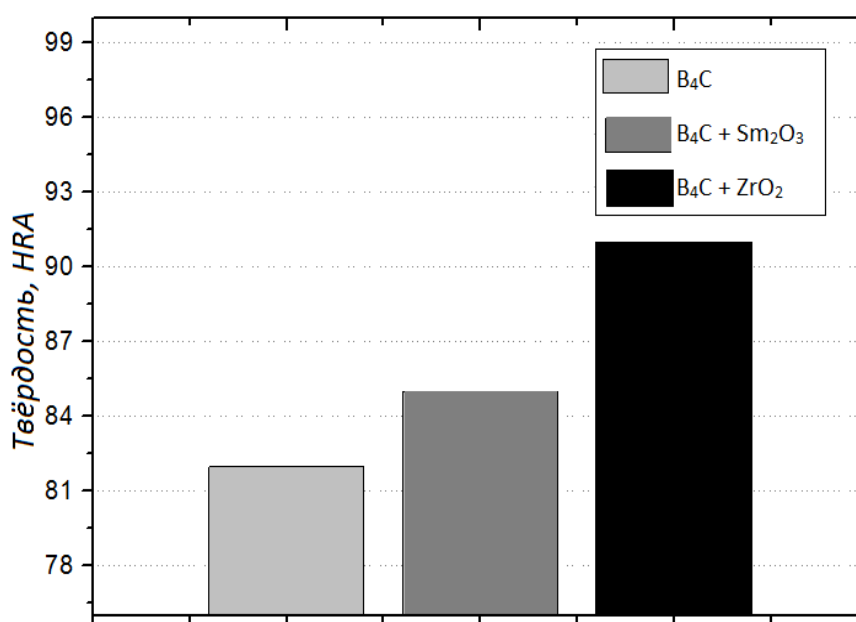


Рисунок 13. Твердость после спекания образцов из карбида бора, модифицированного нанопорошками оксидов циркония и самария

Из представленных результатов видно, что наибольшим пределом прочности на сжатие и твердостью, как и следовало ожидать, обладают образцы из карбида бора, модифицированные наноксидом циркония, равномерно распределенного в объеме B_4C и способствующего затруднению движения дислокаций за счет дисперсного упрочнения и получения мелкозернистой структуры.

Выводы

1 Проведено исследование влияния наномодификаторов оксидов самария и циркония на процесс формирования порошка карбида бора. Наибольшая

плотность получена при введении нанопорошка оксида циркония и составляет $1,96 \text{ г/см}^3$.

2 Изучена структура спеченных образцов из карбида бора, полученного восстановлением углеродом, с наномодифицирующими добавками ZrO_2 и Sm_2O_3 . Показано измельчающее влияние наноксида циркония на структуру карбида бора.

3 Показано, что наибольшим пределом прочности на сжатие и твердостью обладают образцы из карбида бора, модифицированные наноксидом циркония,

Список использованной литературы

1. Sickafus K. E., Grimes R. W., Valdez J. A., Cleave ., Ming T., Ishimaru M., Corish S. M., Stanek Ch. R., Uberuaga B. P. Radiation-induced amorphization resistance and radiation tolerance in structurally related oxides// Nature Materials. 2007. No. 6. P. 217 – 223.
2. Рисованный В.Д., Варлашова Е.Е., Фридман С.Р., Пономаренко В.Б., Щеглов А.В. Сравнительные характеристики поглощающих кластерных сборок ВВЭР-1000 и PWR. //Атомная энергия. 1998. Т. 84. №.6. С. 508–513.
3. Белаш Н.Н., Куштым А.В., Татарин Н.П. Лякишев. Нанокристаллические структуры - новое направление развития конструкционных материалов // Вестник РАН, 2003, Т. 73, № 5, с. 422-428.
4. Елецкий А.В. Механические свойства углеродных наноструктур и материалов на их основе. //УФН, 2007, т. 177, №3, с. 233-273.
5. Черепанов А.Н., Полубояров В.Л., Калинина Ф.П., Коротаева З.А. Применение ультрадисперсных порошков для улучшения свойств металлов и сплавов//Наука производству.2002. №2. с. 2 – 8.
6. Путилов А.В. Разработки ФГУП ВНИИНМ в области нанотехнологий и наноматериалов для атомной отрасли. // Российские нанотехнологии, 2007 Т.2, № 9-10, с. 6-11.
7. Чернов И.А. Анализ разработок конструкций и материалов ПЭЛов ПС СУЗ повышенной работоспособности // Ядер. и радиац. технологии. 2007. Т. 7. No. 3-4. с. 18-28.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Каримов Ташмухамед Халмухамедович

к.т.н, заведующий кафедрой «Водоснабжение, Водоотведение и Гидротехническое строительство» КГУСТА им. Н. Исанова.

ECOLOGICAL AND SANITARY AND HYGENE SAFETY OF WATER SUPPLY SOURCES OF THE KYRGYZ REPUBLIC

Karimov Tashmuhamed Halmukhamedovich.

Ph.D., Head of the Department of Water Supply and Sanitation and Hydraulic Engineering "KGUSTA them. N. Isanova

АННОТАЦИЯ.

В данной статье рассматривается проблема экологической безопасности а также качества питьевой воды и очистки сточных вод. Поднимается проблема снабжения чистой водой и канализования населенных пунктов и городов Кыргызской Республики. Антропогенное загрязнение природных вод. Не соответствующая очистка сточных вод и не удовлетворительное состояния очистных сооружений. Данное состояние дел в системе водоснабжения и водоотведения Кыргызской Республики требует разработки и внедрения новых передовых технологий по очистке природных и сточных вод

ABSTRACT.

This article addresses the issue of environmental safety as well as the quality of drinking water and wastewater treatment. The problem of supplying clean water and sewage of settlements and cities of the Kyrgyz Republic is raised. Anthropogenic pollution of natural waters. Inadequate wastewater treatment and unsatisfactory condition of sewage treatment plants. This state of affairs in the water supply and sanitation system of the Kyrgyz Republic requires the development and implementation of new advanced technologies for the treatment of natural and waste waters.

Keywords: environmental Safety, water resources, water sources, sewerage, water protection zone, bacterial contamination

В современном мире актуальность экологической безопасности уже давно признана и активно исследуется, а окружающая среда как предмет безопасности стала выделяться в связи с ее повсеместной деградацией. Решение проблемы безопасности является центральной стратегической задачей любого государства.

Специфические природные и климатические особенности Кыргызстана (рис. 1), а так же непродуманная хозяйственная деятельность обусловили

возникновение и нарастание экологических проблем. В районах, примыкающих к бывшим и действующим горно-металлургическим предприятиям отмечаются неблагоприятные демографические изменения, выражаемые в росте числа случаев заболеваний и нарушений генофонда, людей связанных с радиацией. Многие экологические проблемы связаны с загрязнением водных ресурсов Кыргызстана.

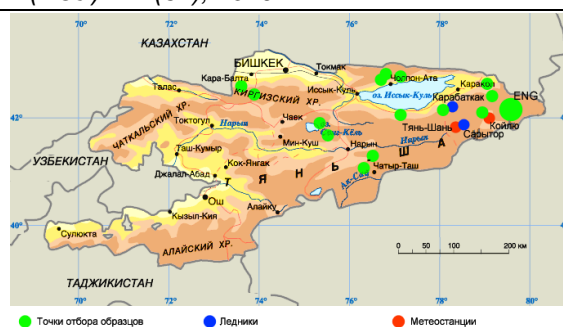


Рис. 1 Карта Кыргызской Республики

Хотя большинство водных ресурсов Кыргызстана оцениваются как чистые, в последнее десятилетие наблюдается ухудшение качества воды из-за недостатка или неисправности существующих си-

стем водоотведения и водораспределения, что, в конечном счете, влияет на экологическую безопасность государства. Данная тенденция может усиливаться в маловодные периоды, и с каждым годом дефицит будет ощущаться все больше.

Таблица 1. Основные показатели, характеризующие использование водных ресурсов млн. куб. метров

	2011	2012	2013	2014	2015
Забор воды из природных источников	5634	9544,2	8326,8	7658,0	7569,0
Из подземных горизонтов	201,3	224,9	107,9	225,6	343,8
Водопотребление (использование воды)	4519,5	4869,3	5114,0	4768,0	5224,5
Производственные нужды	78,0	82,2	71,0	80,8	86,5
Орошение и сельскохозяйственное водоснабжение	4239,3	4591,9	4795,3	4530,5	4922,2
Хозяйственно-питьевые нужды	155,4	140,7	206,6	143,1	194,1
Другие	46,8	54,5	41,1	13,6	21,7
Потери воды при транспортировке	1877,1	1955,3	1873,3	2029,8	2092,3
Сброшено сточных вод	116,3	115,7	113,5	101,8	99,0
Нормативно-очищенных вод	109,9	109,2	103,3	96,2	94,5
В процентах к общему объему сточных вод подлежащих очистке (очищенных)	94,5	94,4	91,0	94,5	94,5
Загрязненных сточных вод (без очистки, недостаточно очищенных)	3,9	4,0	4,9	2,4	2,4
В расчете на одного человека, куб. метров	0,7	0,7	0,9	0,4	0,4

Значительная часть забираемых вод в республике теряется при заборе воды из подземных источников и транспортировке ее по сети водоснабжения. Причина потерь заключается в неудовлетворительном техническом состоянии водораспределительных систем, износа оборудования. Существующие сети и сооружения и оборудования систем водоснабжения находятся в крайне низком уровне. И более 70 % из них нуждаются в срочной реконструкции и перевооружении. Следствием этого являются :

1. Значительные потери чистой воды при ее транспортировке потребителям (20-26 % от общего забора воды),

2. Ухудшение качества питьевой воды, появление вспышек инфекционных заболеваний.

В соответствии со стратегической целью в Кыргызской Республике принята программа «Питьевая вода» по которой к 2023 году должны быть обеспечены чистой питьевой водой все населенные пункты. Задачи развития водохозяйственного комплекса включают:

* гарантированное обеспечение населения питьевой водой нормативного качества и развитие систем водоснабжения;

* повышение эффективности использования подземных вод; - снижение и предупреждение негативного воздействия на водные объекты;

* создание и освоение инновационных технологий, оптимизация работы насосов и насосных агрегатов с целью энергосбережения, водоподготовки, очистки сточных и коллекторно-дренажных вод, создание замкнутых систем водопользования;

Исследуя статистику и инфографику мы видим что почти 20-30% воды мы теряем при транспортировке - это местные потери и утечки за счет того что вся водопроводная сеть в г. Бишкек находится в плохом состоянии и на реконструкцию данных сетей требуются огромные вложения.

Для того чтобы данные проблемы решить, необходимо, четко понимать и следовать определенным, выверенным планам действий.

Необходимо менять установленные стандарты и нормы. Внедрять на законодательном уровне энергоэффективное и ресурсосберегающее оборудование, которое будет сокращать эксплуатационные затраты, а также иметь продолжительный жизненный цикл работы. (рисунок 1)

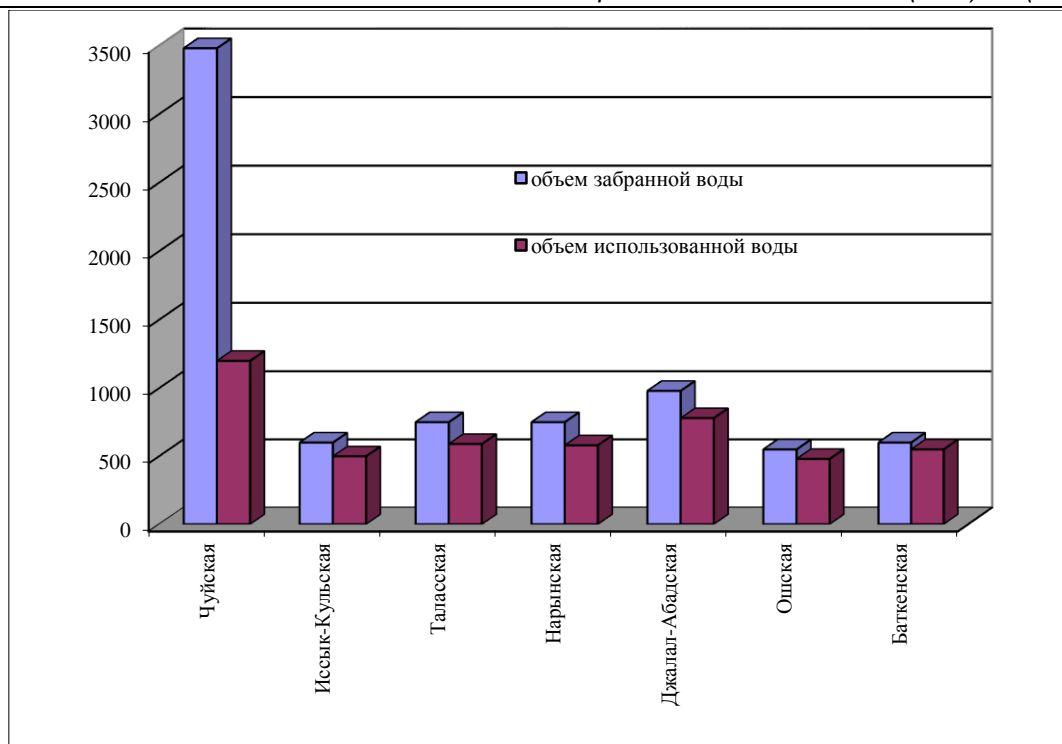


Рис. 2. Забор и использование воды по областям Кыргызской Республики, тыс. м³

На большей части территории страны, подавляющая часть малых рек в долинной части практически непригодна для питьевых целей. Большинство малых городов республики не имеют централизованных канализационных систем и очистных сооружений. Фильтрация с полей при орошении за счет растворения удобрений и пестицидов, неорганизованные сбросы с сельскохозяйственных объектов, сбросные воды с полей являются основными

источниками загрязнения подземных вод и открытых водных объектов. [1]

Увеличение объема сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду, неудовлетворительное хранение, обработка, утилизация промышленных и бытовых отходов, низкая культура сельскохозяйственного производства привели к локальным загрязнениям открытых водоемов и подземных вод республики, приведен на рисунке 2.

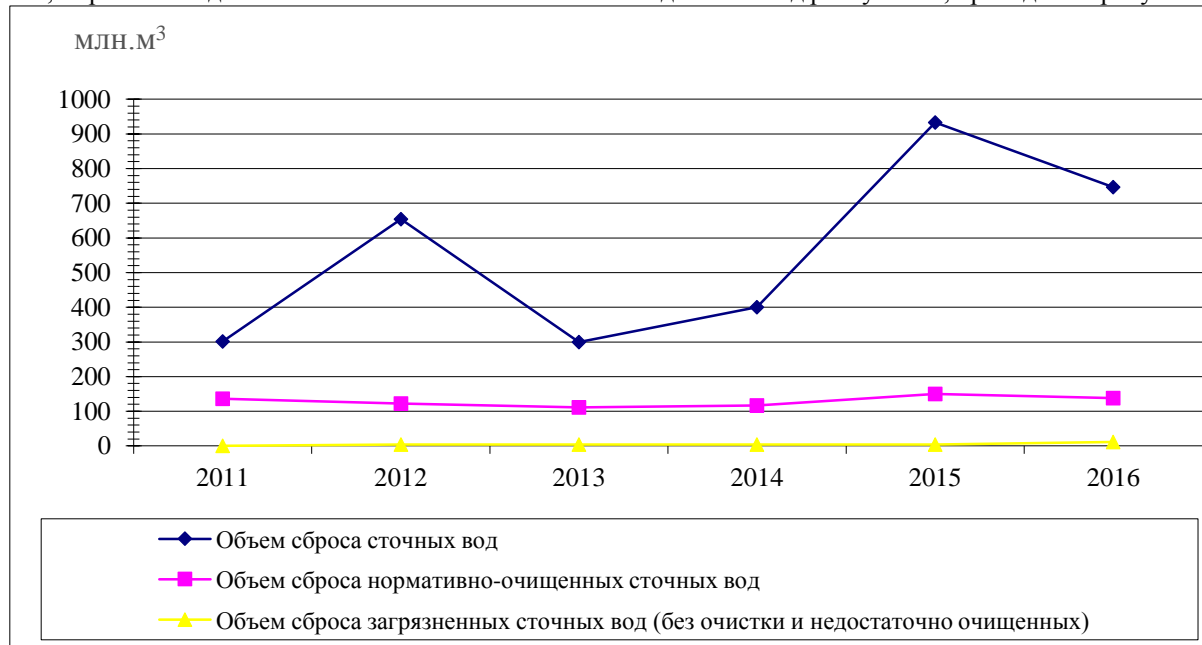


Рис. 3. Основные показатели, характеризующие сброс сточных вод (млн. м³)

В целом по республике из 350 сооружений по очистке сточных вод санитарным требованиям соответствуют лишь 105 (30%), совершенно не выполняют свои функции 140 (40%). Очистные сооружения города Чолпон-Ата не работает биологическая очистка сточных вод на аэротенках.



Рис.4. Биологическая очистка воды очистного сооружения г.Чолпон-Ата

На городских очистных сооружениях города Джалал-Абад не работает биологическая очистка на био-фильтрах.



Рис. 5. Распределительная чаша очистных сооружений биологических фильтров города Джалал-Абад

Более половины малых городов и областных центров не располагают централизованными системами водоотведения и станциями водоочистки, например, 35% населения города Кара-Балта, около 30% населения города Джалал-Абад, и только 13% населения в Нарыне. В отдаленных горных селах

население употребляет воду для питья прямо из рек, не зная о степени их загрязнения.

Данные сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты приведены в таблице 2

По территории, млн. куб. метров	2011	2012	2013	2014	2015
Кыргызская Республика					
Баткенская область	-	-	-	0,2	0,1
Джалал-Абадская область	0,7	0,7	0,7	0,4	0,4
Иссык-Кульская область	0,0	-	-	-	0,1
Таласская область	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Чуйская область	3,0	3,0	3,0	1,5	1,5
г.Бишкек	0,0	0,0	1,0	-	-

Ежегодно в поверхностные водные объекты республики отводится 900-1150 млн. м³ различных стоков, из них 301-635 млн. м³ сточных вод проходит биологическую, физико-химическую или механическую очистку. Без очистки в год сбрасывается в открытые водоемы и водотоки 0.42-0.75 млн. м³ опасно загрязненных сточных вод. Содержание в них вредных веществ в десятки раз превышает

установленные нормативы. Наблюдения республиканской санитарно-эпидемиологической станции (СЭС) показали, что 14% проб воды не соответствуют бактериологическим нормам, а 34% - физико-химическим нормам. [4]

Поступление в водные объекты органических загрязнений, нефти и нефтепродуктов, фенолов и других вредных веществ, связано с неэффективной очисткой городских коммунальных стоков, стоков

предприятий мясомолочной, пищевой промышленности, кожевенного и сельскохозяйственного производства, автотранспортных предприятий.

Еще одним фактором опасности экологической ситуации является то, что на территории Кыргызстана находится 92 объекта, в которых размещено свыше 250 миллионов м³ тонн токсичных и радиоактивных отходов. Так как большинство из них расположено в конусах выноса и в поймах рек существует возможность их разрушения, что представляет угрозу окружающей среде. С активизацией в последнее время техногенных катастрофических явлений, оползневых, селевых, эрозионных процессов, угроза загрязнения ими поверхностных и подземных вод многократно возрастает.[4]

Существенным фактором, оказывающим негативное влияние на качество водных ресурсов, является неупорядоченная хозяйственная деятельность в водоохранных зонах и полосах поверхностных водных объектов, а также неудовлетворительное состояние зон санитарной охраны месторождений подземных вод.

Таблица 3

Численность врачей всего тыс.	13,3	13,4	13,6	13,5	13,6
На 10 000 населения	24	24	24	23	23
Численность среднего медицинского персонала 1 - всего, тыс.	31,4	32,3	33,3	33,8	34,5
На 10 000 населения	57	57	58	57	57
Число больничных учреждений всего, тыс	177	177	179	182	181
Число больничных коек всего, тыс	27,6	27,7	27,6	27,6	26,9
На 10 000 населения	50	49	48	47	45
Число учреждений, оказывающих первичную медико - санитарную помощь, единиц	156	153	163	172	155
Число фельдшерско - акушерских пунктов, единиц	998	1003	1010	1020	1026

В последние годы так же начали проявляться основные показатели регресса, связанные с изменением климата. Вследствие этого происходит рост необеспеченности питьевой водой, разрушение экосистемы и повышается угроза здоровью населения.

Уже сейчас около 70% населения имеет проблемы с доступом к чистой питьевой воде. Самый высокий уровень бактериологического загрязнения водопроводной воды по республике наблюдается в Джалал-Абадской (28,3%), Чуйской (18,4%), Иссык-Кульской (19,3%) областях, а также в городах Ош (28,2%) и Каракол (33,8%). В Чуйской области наиболее высокий уровень бактериального загрязнения водопроводной воды отмечается в населенных пунктах Аламудунского (33%), Кеминского (20,2%) районов и города Токмок (13,2%) при среднем по республике – 9,8% .[2]

Результаты исследования Агентства Развития и инвестирования Сообществ в КР (АРИС), проведенного в 2013 году, показали, что только у 59,9 % сельского населения есть доступ к питьевой воде, так как из 1890 сельских поселений, 725 сел не имеют достаточного доступа к централизованному питьевому водоснабжению (в 267 селах водопроводы построены до 1960 года, в 458 селах - до 1980

Заболеваемость детей до 14 лет в течении последних десяти лет составила 52 случая из 1000 человек. В основном, причинами летального исхода являлись - респираторные заболевания зимой, а также острые кишечные заболевания летом, причина которых кроется в плохом санитарном состоянии и загрязненных источниках открытой воды. Санитарное состояние ухудшилось: школы, где ранее пользовались туалетами со смывом в канализационную систему (60 учащихся на 1 туалет), перешли на «туалеты» с выгребными ямами (500 учащихся на 1 туалет) с отсутствием возможности соблюдения личной гигиены (особенно для учащихся женского пола).

В таблице 2 представлена ухудшающаяся ситуация по сохранению здоровья населения, на примере младенческой смертности: именно уровни младенческой заболеваемости и смертности служат показателями здоровья жителей региона. [15]

Основные показатели здравоохранения

года, в 396 селах водопроводы полностью отсутствуют).

Полный охват населения системой водопроводов отмечается только в городе Бишкек (81%), высокий, более 90 % — в Чуйской, Иссык-Кульской, Таласской областях, низкий — в Джалал-Абадской, Ошской, наиболее низкий – в Баткенской, недостаточное количество водопроводов отмечено в городе Ош, и Нарынской области.

Все дело в том, что водоносная инфраструктура, заложенная еще в середине прошлого века, значительно изношена, а в большинстве селений пришла в негодность. Доступ к чистой питьевой воде существенно ограничен в связи, с чем увеличивается число заболеваний среди населения.

Одной из наиболее остро стоящих угроз экологии являются бытовые отходы. Следует отметить, что уборка твердых бытовых отходов в крупных городах (Бишкек и Ош) не отвечает санитарным и экологическим требованиям, нет технологии их промышленной утилизации. Так, на Бишкекском свалочном полигоне (проектная мощность 3,3 млн. м³.) в настоящее время складировано 24 млн. м³. отходов, что создает риск загрязнения подземных вод, питающих город Бишкек.[3]

В последние годы большинство случаев возникновения заболеваний, связанных с качеством

питьевой воды, было зарегистрировано в сельских районах Кыргызской Республики, особенно в Южных регионах страны (Баткенская, Ошская, Джалал-Абадская области) и южной части Иссык-Кульской области (Тон, Джети-Огуз, Ак-Суу).

Среднереспубликанский показатель заболеваемости инфекциями общей кишечной группы держится на стабильно высоком уровне, достигая в отдельные годы показателя от 332,4 на 100 тыс. населения до 490,2. Наиболее высокая заболеваемость зарегистрирована в Баткенской области (980 человек на 100 тыс. населения) и Джалал-Абадской (552,8), превысив показатель страны в целом в 1,8 раза.

Более уязвимыми слоями общества являются дети, пожилые и престарелые, больные люди. Ежегодно по республике официально регистрируется до 40 тысяч случаев заболевших кишечной инфекцией, из них более 80% заболевших это дети до 14 лет. Летальность составляет от 150 до 300 детей до 14 лет жизни. Наибольшая летальность отмечается в областях южного региона (Ошская, Джалал-Абадская, Баткенская), на которые приходится 80-90% всех летальных исходов в республике.[3]

Среди болезней, связанных с качеством питьевой воды, - брюшной тиф, вспышки которого происходят в течение ряда лет в городе Майлуу-Суу и Ноокенском районе Джалал-Абадской области. Это обусловлено, главным образом, недостаточным доступом к безопасной питьевой воде.[15]

Таблица 4. Заболеваемость населения инфекционными болезнями

Кишечные инфекции, случаев

	2011	2012	2013	2014	2015
Брюшной тиф паратифы	114	50	69	71	45
Сальмонеллезные инфекции	260	273	199	93	81
Острые кишечные инфекции, вызванные неустановленными возбудителями	18550	21665	18466	18606	17894
Гастроэнтериты, колиты, вызванные установленными возбудителями	8602	10444	9039	9819	9680
Бактериальная дизентерия	1354	1673	1540	1809	2131

Вирусный гепатит

Вирусный гепатит (включая сывороточный)	13 252	22 226	20 486	12 024	11 252
гепатит В	549	565	456	438	349
гепатит С	111	127	112	104	78

Воздушно - капельные инфекции

Дифтерия	-	1	-	-	-
Коклюш	77	63	94	113	280
Корь	226	-	1	308	17 783
Паротит - эпидемический	300	377	690	892	569
Менингококковая инфекция	20	8	12	28	90
Грипп	583	2071	431	694	585
Острые респираторные инфекции	162 106	191 725	142 012	159 934	171 640

Все вышеназванные факторы, т.е. уменьшение природоемкости всех видов деятельности является угрозой экологической безопасности КР. При этом в настоящее время затраты, на охрану окружающей среды не превышают 0,03% от ВВП.

Безусловно, на современном этапе, когда Кыргызская Республика переживает кризисы в экономике и политике, экологическая безопасность может вызывать меньшую озабоченность, однако надо помнить что недостаток внимания к ним приводит к снижению качества среды обитания человека и создает угрозы здоровью и безопасному развитию населения Кыргызстана, в конечном итоге — это экологическая безопасность государства в будущем.

Выводы:

Данные проблемы, изложенные в статье в области водо-энерго и ресурсосбережения, остро стоят сейчас во всем мире. Не менее актуальна эта проблема и в странах южного Кавказа, таких как Грузия, Азербайджан и Армения, за счет схожести природно-климатических условий и рельефа местности. Большого количества горных рек и подземных запасов воды. Также как и в Кыргызстане в странах южного Кавказа решаются проблемы обеспечения чистой питьевой водой и экологической безопасности водных ресурсов на законодательном уровне.

Литература

1. Состояние водных ресурсов Кыргызской Республики // Национальный институт стратегических исследований Кыргызской Республики - Бишкек 2014.
2. Ивашенко. Е. Питьевая вода как государственная проблема. Международное информационное агентство. // Фергана-2014.
3. Тайлакова А.А. Гендерный аспект доступа населения Кыргызской Республики к чистой питьевой воде. // Инновации в науке-2015-№9-(46)

4. Глобальная водная солидарность, Улучшение доступа к воде и санитарии посредством децентрализованного сотрудничества в Кыргызской Республике // Глобальная Инициатива АРТ по водной солидарности ПРООН-2014.

5. Статистический Сборник 2011-2015. Окружающая среда в Кыргызской Республике. Национальный

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АТМОСФЕРЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА УСТОЙЧИВОСТЬ И УПРАВЛЯЕМОСТЬ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Лесных Ю.И.

*д.ф.-м.н., профессор кафедры физики
Самарский государственный технический университет
Самара, ул. Молодогвардейская 244*

Lesnyh Yu.I.

d.ph.-m. s, Professor of the department of physics /

АННОТАЦИЯ.

В работе рассматривается проблема безопасности деятельности человека. Авиакатастрофы, в наше время, продолжают оставаться обычным делом, комиссии по разбору летных происшествий всю вину обычно возлагают на летчиков. Основной причиной авиакатастроф, произошедших в последнее время, являются изменения химического состава атмосферы, вызванные работой наземного транспорта и промышленных предприятий, а также изменения физического состояния атмосферы при ее контакте с летательным аппаратом. По нашему глубокому убеждению, основанному на анализе ряда авиакатастроф, причина целого ряда отказов авиационных двигателей, повлекших за собой авиакатастрофы, кроется в изменении химического состава и физического состояния атмосферы, в результате которого горение авиационного топлива замедляется и напоминает горение напалма.

ANNOTATION.

The paper deals with the problem of human security. Air crashes, in our time, continue to be commonplace, the commission for the analysis of flight accidents are usually blamed on pilots. The main cause of recent air crashes is the changes in the chemical composition of the atmosphere caused by the work of land transport and industrial enterprises, as well as changes in the physical state of the atmosphere when it is in contact with the aircraft.

Ключевые слова: Авиакатастрофа, управление полетами, физико-химический состав, атмосфера, мощность двигателя, окислительная способность воздуха, напалмизатор, огнезамедляющие смеси.

Keywords: plane Crash, flight operations, physical and chemical composition, the atmosphere, the power of the engine, the oxidation capacity of the air, nebulisator, agreementuse mixture.

На заре развития авиации было приложено много усилий для того, чтобы создать надежную технику, выработать безопасные приемы пилотирования, результаты были сведены в тома научных трудов, легли в основу учебников. Мог ли кто-либо в начале прошлого века предположить, что число авиакатастроф через столетие не только не уменьшится, но и будет неуклонно расти.

Авиакатастрофы, в которых гибнут люди, превращается в утиль дорогостоящая техника, в последнее время стали обычным делом, некоторые источники сообщают о том, что в России число погибших в авиакатастрофах летательных аппаратов существенно превышает их нынешнее производство. Комиссии по разбору летных происшествий всю вину обычно возлагают на летчиков (как правило, погибших), журналисты, не вникая в суть вопроса, говорят о том, что отечественная техника физически, и морально устарела и непригодна для использования по прямому назначению. Однако мы

убеждены, что наша техника еще не исчерпала своих возможностей, да и летчики далеко не всегда и не во всем виноваты.

В чем же дело, почему абсолютно исправные самолеты, управляемые опытными пилотами внезапно теряют управляемость и гибнут без видимых причин – в хорошую погоду и при полном контроле со стороны наземных служб.

В последнее время наблюдается процесс постепенного потепления климата Земли, причем глобальное потепление ведет не только к изменению температуры окружающей среды, но и сопровождается заметными изменениями в ее химическом составе, причем в отдельных районах эти изменения настолько велики, что могут стать причиной авиакатастроф [1].

В данной статье, в качестве одной из основных причин некоторых авиакатастроф, произошедших в последнее время, рассмотрены изменения химического состава атмосферы, вызванные работой

наземного транспорта и промышленных предприятий, а также не учитываемыми при организации полетов естественными природными явлениями на поверхности Земли.

Механизм возникновения и развития опасной ситуации при изменении химического состава атмосферы весьма прост и напоминает поведение автомобиля, на большой скорости выехавшего на участок обледеленной горной дороги.

Аварийная ситуация в воздухе развивается по следующей схеме:

1. Снижение мощности двигателя в результате изменения окислительной способности воздуха (изменения химического состава атмосферы);
2. Неадекватные ситуации действия экипажа (управляющего автомата);
3. Потеря высоты под действием гравитации;
4. Столкновение с Землей.

Разберем ситуацию более подробно.

1. Причины снижения мощности двигателя.

По нашему глубокому убеждению, основанному на анализе ряда авиакатастроф, в результате изменения химического состава атмосферы горение авиационного топлива замедляется и напоминает горение напалма.

Само название – НАПАЛМ, образовано из начальных слогов его компонентов: солей нафтенной и пальметиновой кислот, добавление которых в бензин или керосин (основу напалма), делает его не только студнеобразной липкой массой, но и значительно замедляет процесс горения, существенно снижает температуру пламени, причем подобные эффект могут вызывать вещества не только давшие название напалму, но и целый ряд других веществ, наверное есть смысл дать им обобщенное название – напалмизаторы, а сам процесс замедления горения топлива – его напалмизацией.

Веществ, замедляющих горение много, однако в каждом конкретном случае их действие обусловлено целым рядом причин, малый объем работы вынуждает нас ограничиться рассмотрением лишь некоторых из них, наиболее часто встречающихся, а потому представляющих наибольшую опасность. К наиболее часто встречающимся напалмизаторам, следует отнести соединения брома, углекислый газ и воду [2-4].

Известно, что в автомобильные бензины, для повышения их детонационной стойкости (октанового числа), добавляют тетраэтилсвинец, кроме

него, в антидетонационные присадки входит бромистый этил, причем, в количестве соизмеримом с количеством основного компонента присадки, делается это для того, чтобы при работе двигателя соединения свинца не оседали на его стенках, а выбрасывались в атмосферу, в результате суточный выброс бромида свинца в крупных городах исчисляется тоннами, с течением времени, под действием солнечного излучения бромид свинца разлагается с образованием соединений свинца и соединений брома, которые имеют свойство накапливаться на поверхности почвы, а при определенных обстоятельствах могут подниматься в воздух.

Одно из основных применений соединений брома, огнегасящие и огнезамедляющие смеси, ими пропитывают древесину, и добавляют в пластмассы, бром является обязательным компонентом хладонов - веществ, содержания нескольких процентов которых в воздухе достаточно для тушения любого пожара, поэтому они широко применяются в системах пожаротушения, в авиации, на подводных лодках, на атомных электростанциях, в автомобильной технике.

Кроме автомобильных бензинов соединения брома могут выделяться при сжигании угля, торфа, древесины, бытового мусора и даже природного газа, так как месторождения газа зачастую сопутствуют рассолы, из которых добывают бром.

Подтверждается это в частности, данными, опубликованными в 1946 году, в «Трудах биогеохимической лаборатории АН СССР», где было отмечено, что содержание брома в воздухе Москвы, имело ярко выраженные сезонные колебания, зимой, в московском воздухе соединений брома было в несколько раз больше, причина тому – дым от сжигания угля и торфа, использовавшихся в московских котельных.

Процесс, происходящий в двигателе летательного аппарата (рис. 1) при наличии напалмизаторов в воздухе вне зависимости от их вида, характеризуется тем, что, что основной очаг горения топлива, по причине замедления химической реакции, уходит из конструктивно определенной как оптимальная, точки внутри камеры сгорания и перемещается в турбину, что значительно сокращает ее крутящий момент, и как следствие - тягу двигателя.

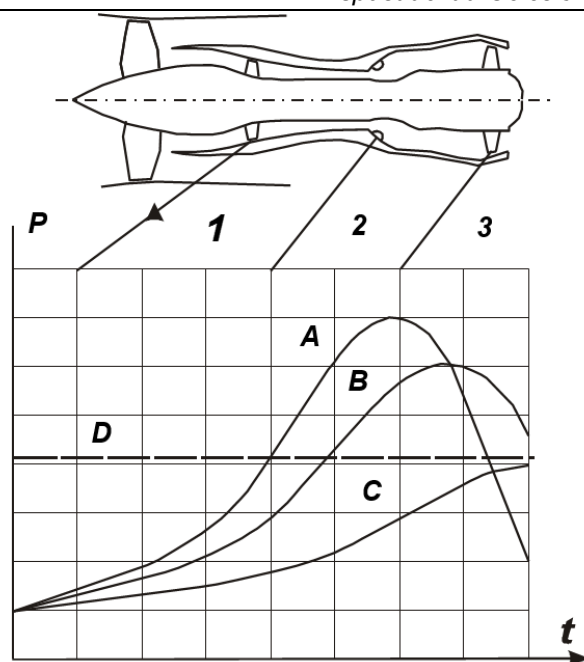


Рис. 1. Схема работы турбовентиляторного двигателя

1. Зона сжатия (компрессор)
2. Зона расширения (камера сгорания)
3. Зона действия реактивной силы двигателя
- A. График изменения давления в нормально работающем двигателе
- B. График изменения давления в условиях изменения химических свойств атмосферы
- C. График изменения давления при чрезмерной подаче топлива в условиях изменения химических свойств атмосферы
- D. Давление, при котором обеспечивается равномерный прямолинейный полет самолета

Можно рассмотреть несколько примеров.

В субботу 27 июля 2002 года в 12 часов 45 минут по киевскому времени, при проведении авиашоу произошла катастрофа на Львовском аэродроме Скнилов, одной из основных причин которой мы считаем потерю мощности двигателей самолета, вызванную напалмизацией топлива, обусловленную городскими и промышленными выбросами в атмосферу.

Накануне, и в день катастрофы, во Львове и его окрестностях, стояла практически безветренная, сухая и жаркая погода, что способствовало накоплению бромида свинца на улицах города (согласно ГОСТ 2048-77 его содержание в бензинах марки А-76 составляет 0,24 г/кг, а бензинов марки АИ-93 и АИ-98 – 0,50 г/кг), причем, в Украине в связи с перебоями в снабжении топливом и его дороговизной, многие автомобилисты самостоятельно корректируют октановое число бензина, добавляя на глаз антидетонационную жидкость, при сгорании которой в двигателях образуется бромид свинца. В городе с миллионным населением, сложным рельефом местности, характерным для предгорий Карпат выброс бромид свинца в атмосферу составляет 1000-1500 кг в сутки, причем в данном случае произошло его накопление, вызванное длительной сухой, жаркой и безветренной погодой. С утра 27 июля, атмосфера начала прогреваться, что вызвало появление восходящих воздушных потоков, на вы-

соту 500-1000 метров, которые и подняли из приземного слоя большое количество аэрозоля, содержащего пары напалмизатора (соединений брома), при этом их концентрация могла составлять 0,05-0,08 грамм на килограмм воздуха, что существенно уменьшило тягу двигателей. Попытка экипажа восстановить энерговооруженность самолета увеличением подачи топлива, привела к его неполному сгоранию и еще большей потере мощности. В результате чего, при выполнении фигуры высшего пилотажа "полубочка", предусмотренной сценарием авиашоу, произошло незапланированное снижение самолета и падение его в толпу зрителей, повлекшее за собой большие человеческие жертвы.

Это предположение подтверждает запись переговоров экипажа.

За 17 секунд до катастрофы последовала команда с земли "Поворот", продублированная вторым пилотом, которая не была полностью выполнена по причине недостаточной тяги двигателей.

За 11 секунд до катастрофы руководитель полетами, наблюдая опасное снижение самолета, подал команду "Добавить обороты", что предполагало увеличение подачи топлива, и, следовательно, еще большее снижение тяги двигателей.

За 8 секунд до катастрофы последовала команда помощника руководителя полетами о включении форсажа, в это же время голосовой информатор сообщил: "Предельный угол атаки, предельная перегрузка", но тяговые возможности двигателей

были исчерпаны. Вскоре самолет, покинутый экипажем упал на зрителей.

Как пояснил в ходе расследования командир корабля – летчик-испытатель первого класса полковник В.Топонарь, по непонятным ему причинам самолет вдруг стал неуправляемым и начал терять высоту, что вынудило его принять решение о катапультировании экипажа. Никем не управляемый самолет уже через несколько секунд упал в толпу зрителей. Единственным виновником катастрофы был признан командир корабля, хотя истинная причина – изменение химического состава атмосферы и напалмизация топлива, никем не учтена.

На следующий день, 28 июля 2002 года, в Москве, произошло крушение аэробуса Ил-86 авиакомпании "Пулковские авиалинии", при этом, повышенное содержание целого ряда вредных веществ, также, было обусловлено длительной сухой, жаркой и безветренной погодой, кроме того, в окрестностях Москвы наблюдались сильные пожары на торфяниках, (об этом неоднократно сообщалось в средствах массовой информации), сопровождавшиеся выделением в атмосферу продуктов сгорания торфа, содержащих аэрозоли на основе целого ряда химических соединений – напалмизаторов.

В результате того, что на момент вылета самолета из аэропорта химический состав атмосферы значительно отличался от нормального, но это обстоятельство никем не было учтено, самолет погиб вместе с большей частью экипажа.

Осмелимся высказать предположение относительно катастрофы над Боденским озером в ночь на 2 июля 2002 г., повлекшим за собой большие человеческие жертвы. На наш взгляд, одной из причин столкновения самолетов в воздухе могло служить изменение химического состава атмосферы (как известно Германия – страна с мощными металлургическими и химическими производствами, расположенными в том числе и в земле Баден-Вюртемберг, над которой и произошла катастрофа), кроме того, свою роковую роль могла сыграть струя отработавших газов из турбин пролетевшего незадолго самолета, известно, что после пролета самолета на больших высотах, в воздухе долгое время сохраняется так называемый, инверсионный след, представляющий собой смесь углекислого газа, водяных паров и других веществ, образующихся при сгорании топлива, учитывая небольшие размеры «коридора» – участка воздушного пространства, выделенного для движения воздушных судов, а также высокую частоту их следования, очевидно, произошло следующее: автоматика Ту-154, выполнявшего чартерный (не по расписанию) рейс сработала вовремя, была подана команда на набор высоты, но авиадиспетчер ошибочно подал команду на снижение, на выяснение обстановки у экипажа ушло некоторое время, когда наконец самолет начал набор высоты, то его двигатели не смогли набрать необходимой мощности (по видимому, ему не хватило всего нескольких процентов тяги), что и закончилось трагедией.

Еще более опасны такие явления при полетах в горной местности, так как воздушному судну приходится сталкиваться кроме всего прочего с вертикальным перемещением воздушных масс – нисходящими потоками, стремящимися прижать самолет к земле.

Вот еще несколько примеров: 20 мая 1974 года в аэропорту г. Риека (Хорватия), потерпел катастрофу самолет Ту-134 югославской авиакомпании. Картина происшествия: самолет совершал длительный перелет (проходивший на больших высотах при температуре воздуха ниже минус 40° С) из Лондонского аэропорта Хитроу на хорватский остров Крк (аэропорт Риека), при посадке в районе аэропорта внезапно начался сильный ливень, в результате снижения тяги двигателей из-за попадания в них воды, самолет совершил «жесткую посадку» – сильно ударился о взлетно-посадочную полосу передней стойкой шасси, которая в результате сломалась, самолет «скапотировал» – (перевернулся), через некоторое время начался пожар, в результате которого все пассажиры и часть экипажа погибли. К сказанному выше следует добавить, что район Адриатики, в котором произошла трагедия, прилегает к индустриальным районам Италии и Югославии, что способствует образованию кислотных дождей, почва же в районе аэропорта Риека имеет известковый состав, что в результате химической реакции с кислотным дождем вызывает бурное выделение углекислоты, способствующей замедлению горения топлива.

Другой пример: при вылете из аэропорта Минск-2, первого февраля 1984 года разбился Ту-134 Минского авиапредприятия. Самолет был заправлен горючим (около 8 тонн), и находился на открытой стоянке при температуре около минус 20°С в течение недели, за несколько часов до вылета погода резко поменялась, температура повысилась до нуля градусов, появился туман, что способствовало образованию конденсата на крыльях и фюзеляже самолета, через несколько секунд после взлета произошел отказ вначале одного, а затем и второго двигателя самолета, в результате чего он упал в лес неподалеку от поселка Пекалин Смолевичского района, экипаж и пассажиры погибли. Аналогичное происшествие произошло в аэропорту Минск–2, днем 6 сентября 2003 года, когда из-за изменения химического состава атмосферы, произошла авария иранского самолета Ту-154. Самолет авиакомпании «Киш Эйр», выполнявший рейс Тегеран – Минск - Копенгаген, из-за низкой облачности не смог с первого захода приземлиться на взлетно-посадочную полосу аэропорта, при снижении, самолет зацепился за верхушки деревьев. Повторная попытка была более успешной (самолет приземлился) однако верхушки деревьев все же зацепил. Значительное повышение содержания двуокси углерода в воздухе, в этот день, было вызвано тем обстоятельством, что вблизи аэропорта Минск-2 (по направлению полета Иранского Ту-154) находится обширная болотистая пойма реки Плиса, в которой толщина слоя торфа достигает в отдельных местах 3-5 метров, причем после проведенных мелиоративных

работ, торф находится в обезвоженном состоянии, что способствует его быстрому биологическому разложению и интенсивному образованию углекислоты, а подъем ее на значительную высоту произошел в результате нагрева поверхности земли солнцем и образования восходящих воздушных потоков - термиком. Очевидцы захода самолета на посадку отмечали ненормально высокий (свистящий) звук работающих двигателей, что, по-видимому, являлось следствием чрезмерной подачи и неполного сгорания топлива. Дважды месяцами позже – 17 декабря 2003 года, при выполнении полета в горной местности предгорного департамента Арьеж, разбился военно-транспортный самолет Французских ВВС Casa-235, отнести эту катастрофу к разряду рассматриваемых нами как химически обусловленную, позволяет то обстоятельство, что в районе падения самолета, сконцентрирован целый ряд газовыделяющих предприятий, это металлургические заводы в Фуа – всего в нескольких километрах от места катастрофы, а также крупнейший промышленный район Тулуза – всего в ста километрах к северо-западу, при этом следует учитывать, что это направление господствующих ветров в районе катастрофы. Еще одно обстоятельство, которое можно считать существенным – характер почв в прилегающем горном массиве, как и на острове Крик, в районе аэропорта Риека, они имеют известковый состав, что позволяет говорить о химической реакции кислотосодержащих осадков с известковыми частицами почвы, в результате чего возможно образование большого количества углекислого газа, вынос его на значительную высоту возможен за счет вертикального перемещения воздушных масс, обусловленного горным рельефом местности. Следует добавить, что район Пиренеев в департаменте Арьеж изобилует карстовыми пустотами в виде пещер и в настоящее время сейсмически активен, что способствует накоплению в них и залповому выбросу в атмосферу углекислого газа. Совсем недавно – 20 апреля 2004 года в джунглях Малазийской части острова Борнео (Калимантан) разбился Российский вертолет Ка-32 Владивостокского авиапредприятия, район авиакатастрофы имеет горный рельеф местности, основная же причина повышенного содержания углекислоты в воздухе, по видимому заключается в активном ее выделении тропическим лесом, ввиду того, что освещенность в его нижних ярусах составляет всего 0,1-1% от освещенности на вершинах деревьев, почва в тропических лесах обладает практически нулевым плодородием, так как питание деревьев осуществляется за счет образующихся в глубине леса запасов углекислого газа, обуславливая тем самым значительное его выделение растениями, что в сумме

с высокой влажностью, делает воздух в этих местах малопригодным для нормальной работы двигателей летательных аппаратов. О наличии восходящих потоков обогащенного парами воды и углекислым газом воздуха, свидетельствует тот факт, что в тропических лесах каждый день (во второй половине дня) идет проливной дождь, при отсутствии дождя воздух становится душным.

2. Неадекватные ситуации действия экипажа (управляющего автомата)

Как свидетельствует запись переговоров экипажа Су-27, потерпевшего аварию в Скнилове, летчики предпринимали попытки к сохранению устойчивости самолета, для чего увеличивали подачу топлива, переводили рули высоты в крайнее положение, однако, все их усилия были тщетны – показательный полет закончился трагедией. Почему же так произошло, ведь самолет пилотировали опытные летчики, машина была исправна, что подтверждается материалами следствия. Дело в том, что алгоритм действий экипажа (управляющего автомата), при самопроизвольном снижении тяги двигателя предполагает увеличение подачи топлива с целью ее восстановления, однако, в условиях напалмизации топлива, когда очаг горения смещен относительно конструктивно оптимальной точки, находящейся в камере сгорания, в сторону турбины, дополнительная подача топлива сдвигает очаг горения еще дальше, еще более сокращая и без того недостаточную тягу двигателя. Действия рулями высоты для удержания самолета на заданной траектории в такой обстановке малоэффективны, так как скорость самолета снижается под действием лобового сопротивления, которое при переводе рулей в крайнее положение еще более увеличивается. О закономерности подобных неадекватных действий, говорит тот факт, что у погибшего 28 июля 2002 года в Москве, аэробуса Ил-86, (что видно из материалов расследования) был зафиксирован в крайнем положении, соответствующем нижнему положению рулей высоты кнобель управления ими, что свидетельствует о том, что экипаж до последней секунды пытался управлять самолетом в соответствии с вышеуказанным алгоритмом, однако, как и в случае с Су-27 действия экипажа не были адекватны сложившейся обстановке.

3. Потеря высоты под действием гравитации

Потеря мощности двигателя и неадекватные действия экипажа, приводящие к еще большему снижению его тяги, а также увеличению лобового сопротивления, приводят к тому, что летательный аппарат переходит в практически неуправляемое падение по траектории, близкой к баллистической (рис.2)

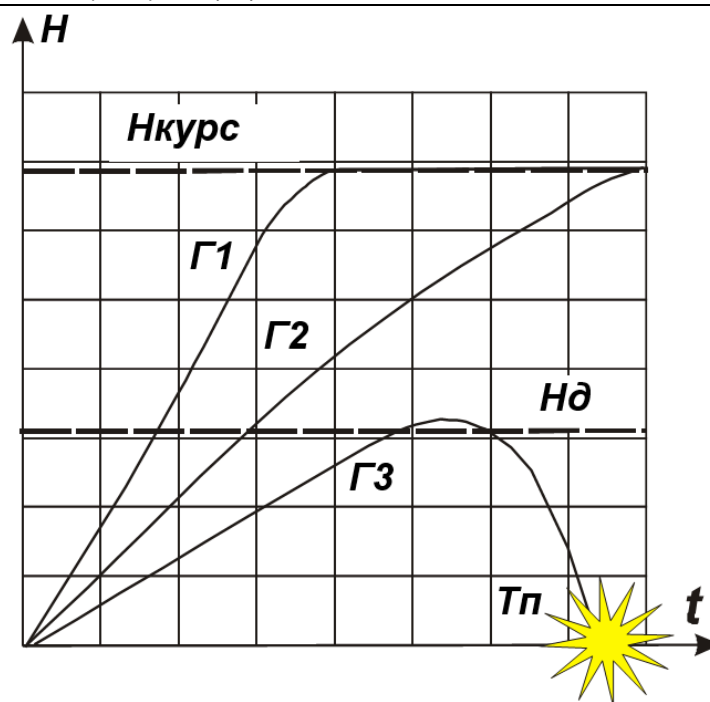


Рис. 2. Траектория летательного аппарата в условиях изменения химического состава атмосферы

$N_{курс}$ – Заданная высота полета летательного аппарата

$H_{д}$ – Высота начала действий экипажа по коррекции траектории (увеличение подачи топлива и перевод рулей высоты в крайнее положение)

$\Gamma 1$ – Расчетная глиссада взлета летательного аппарата

$\Gamma 2$ – Глиссада летательного аппарата в условиях незначительного изменения химического состава атмосферы

$\Gamma 3$ – Траектория летательного аппарата в условиях сильного изменения химического состава атмосферы и неправильных действий экипажа

$T_{п}$ – Точка падения летательного аппарата

Восстановление управляемого полета возможно, при условии своевременного выхода из опасного участка, однако, почти во всех приведенных выше случаях, малая высота полета не позволила этого сделать.

4. Столкновение с Землей

Единственный случай, из приведенных выше, когда в условиях изменения химического состава атмосферы, удалось избежать трагедии – это авария Иранского Ту-154 в аэропорту Минск-2. Так как в непосредственной близости к взлетно-посадочной полосе находится лесной массив, задержавший распространение обогащенных углекислым газом воздушных масс, миновав лес, совершавший посадку самолет вышел из опасной зоны и его двигатели начали набирать мощность, о чем свидетельствует тот факт, что самолет приземлился (коснулся взлетно-посадочной полосы) в средней ее части, не успев погасить возросшей скорости выкатился за пределы бетонного покрытия.

Выводы и рекомендации

1. Изменение химического состава атмосферы оказывает существенное влияние на полет летательных аппаратов, снабженных тепловыми двигателями, использующими в качестве окислителя атмосферный воздух, что в отдельных случаях может приводить к потере ими устойчивости и управляемости.

2. Опасные природные и техногенные явления, вызывающие изменение химического состава атмосферы поддаются учету и прогнозированию при помощи известных устройств и методик.

3. При планировании и организации воздушного движения следует учитывать опасные изменения химического состава атмосферы, а также возможные источники их возникновения.

Литература:

1. Алешин Е.П., Пономарев А.А. Физиология растений М. 1979.
2. Краснов А.Н. По тропикам Азии М. 1956
3. Труды Биогеохимической лаборатории АН СССР М. 1946.
4. Хогиан А.Х. Физика атмосферы М. 1958

**ФОСФОРНЫЕ ЭФИРЫ 2-ЭТИЛГЕКСАНОЛА - ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИНГИБИТОРЫ
КОКСООБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ И НЕФТЕХИМИИ**

Мифтахова Айгуль Фануровна

*магистр, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной
технический университет», г. Салават*

Султанбекова Ирина Александровна

*к.х.н., ведущий специалист лаборатории проблемных исследований НТЦ
ООО "Газпром нефтехим Салават", г. Салават*

Садретдинов Илья Фагимович

*к.х.н., начальник лаборатории проблемных исследований НТЦ
ООО "Газпром нефтехим Салават", г. Салават*

АННОТАЦИЯ.

Целью данной работы является оценка эффективности и сравнение методик получения фосфорных эфиров 2-этилгексанола для применения в качестве ингибитора коксообразования в процессах вторичной переработки нефти. Синтез фосфорных эфиров проводили с растворителем и в отсутствие его. Анализ состава продуктов реакции осуществляли методами ИК-спектроскопии и потенциометрического титрования.

ABSTRACT.

The purpose of this work is to evaluate the effectiveness and compare the methods of obtaining phosphate esters of 2-ethylhexanol for use as a coke formation inhibitor in the processes of secondary oil refining. Synthesis of phosphate esters were performed with the solvent and in the absence of it. Analysis of the composition of the reaction products were carried out by IR spectroscopy and potentiometric titration.

Ключевые слова: коксообразование, ингибитор коксообразования, фосфорные эфиры.

Keywords: coking, coking inhibitor, phosphate esters.

Одной из основных проблем нефтеперерабатывающей промышленности, свойственной как для термических, так и для каталитических процессов, является коксообразование в технологическом оборудовании.

К негативным последствиям коксообразования относятся:

- снижение коэффициента теплопередачи труб, что приводит к их перегреву, и, как следствие, к уменьшению эксплуатационного ресурса, а также к увеличению расхода тепловой энергии;
- снижение выхода продукта и сокращение длительности пробега установок;
- снижение пластичности металла в результате его насыщения углеродом, что делает трубы более подверженными разрушению [1].

Проблема коксообразования в ходе технологических процессов имеет два решения:

- очистка технологического оборудования от кокса;
- ингибирование коксообразования.

Очистка технологического оборудования от кокса требует периодических остановок технологического процесса и длительного выжига, поэтому ингибирование коксообразования предпочтительнее.

В настоящее время применяют технологические и реагентные способы ингибирования коксоотложения.

Реагентные способы ингибирования коксообразования экономически выгоднее технологических способов и поэтому более актуальны. Целесообразность применения реагентной технологии ингибирования коксообразования также обусловлена

увеличением эксплуатационного ресурса труб печей и времени между этапами декоксования змеевиков, следовательно, увеличением объема выработки целевых продуктов, а также сокращением объема ремонтных работ [2].

Фосфорные соединения являются достаточно эффективными в ингибировании коксоотложения. В работе иранских и немецких ученых [4,5] внимание уделяется фосфорорганическим ингибиторам коксообразования, а именно трифенилфосфиноксиду. Механизм его действия основан на термическом разложении с образованием радикалов, которые вступают в реакцию с металлом труб, образуя защитную пленку, изолирующую металлические стенки от реакционной среды, тем самым снижая каталитическое коксообразование.

Рассматриваемые в нашей работе алкилфосфаты - это сложные эфиры фосфорной кислоты и спиртов. Они отличаются высокими кинетическими показателями, малой растворимостью в воде и достаточной устойчивостью в процессе работы. Их получают с помощью реакции взаимодействия спиртов с пятиокисью фосфора (P_2O_5), в результате которой получается эквимолярная смесь моно- и диэфиров с некоторым количеством фосфорной кислоты. Доступность материалов для синтеза алкилфосфорных эфиров позволяют рассчитывать на возможность использования их в технологических целях [3].

Синтез фосфорных эфиров 2-этилгексанола без растворителя (образец №1)

В четырехгорлую колбу на 250 мл, снабженную подачей азота и верхнеприводной мешалкой, помещали 97,5 г (0,75 моль) 2-этилгексанола, затем добавляли порциями 35,5 г (0,25 моль) оксида фос-

фора (V) (при этом наблюдался разогрев реакционной массы до 90 °С) при постоянном перемешивании. Синтез вели в течение 6 часов при температуре 90 °С.

После завершения синтеза нами была получена маслянистая жидкость темно-коричневого цвета, состоящая из смеси моно- и диэфиров фосфорной кислоты 2-этилгексанола. Продукт синтеза исследовали методом ИК-спектроскопии.

В спектре исходного 2-этилгексанола имеется широкая полоса поглощения при 3317 см⁻¹, относящаяся к валентным колебаниям ассоциированных ОН-групп спиртов (рисунок 1). В спектрах продукта реакции данная полоса поглощения отсутствует, что свидетельствует о полном превращении ОН-групп 2-этилгексанола в другие функциональные (рисунок 1).

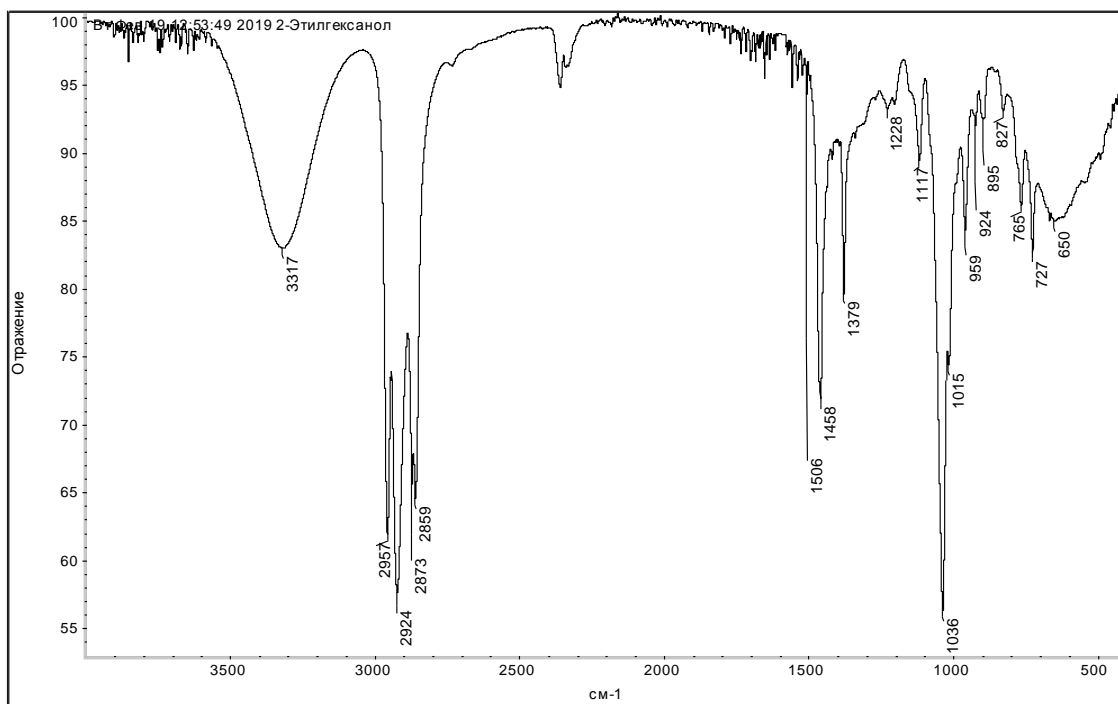


Рисунок 1. ИК-спектр 2-этилгексанола

В ИК-спектрах продуктов реакции образца 1 (рисунок 2) обозначается широкая полоса поглощения в интервале 1050-990 см⁻¹, что указывает на

группировку P-O-Alk. Также обнаруживаются интенсивные полосы в 1380-1175 см⁻¹, обусловленные колебаниями группы P=O.

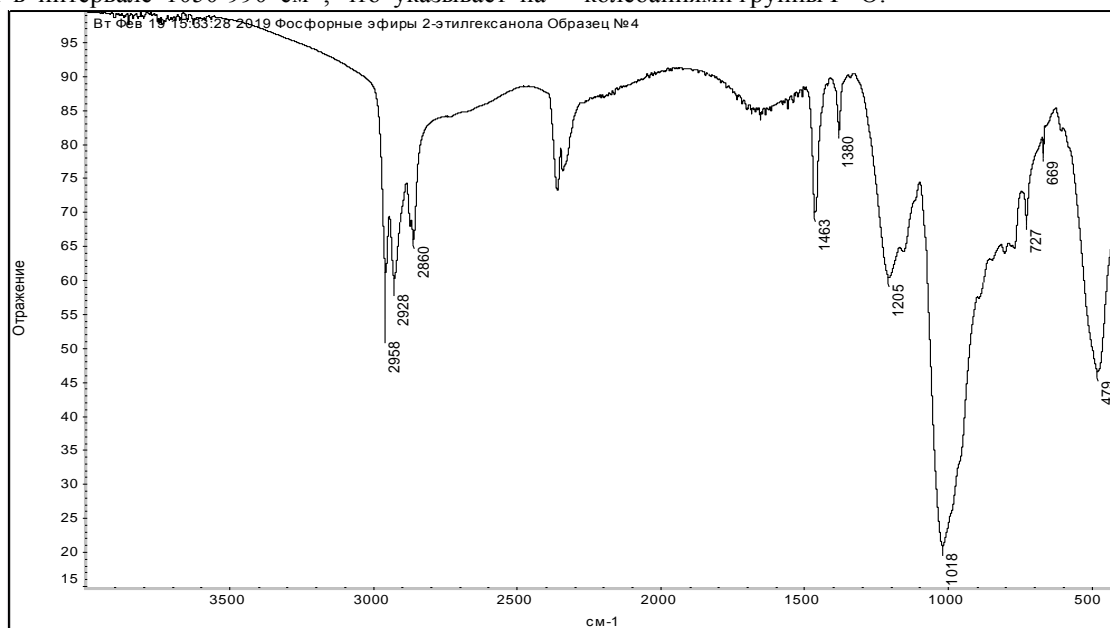


Рисунок 2 – ИК-спектр образца №1

Синтез фосфорных эфиров 2-этилгексанола с растворителем (образец №2)

В четырехгорлую колбу на 500 мл, снабженную подачей азота и верхнеприводной мешалкой, загружали 194,5 граммов (1,8 моль) этилбензола, 97,5 граммов (0,75 моль) 2-этилгексанола. К полученному раствору добавляли 35,5 грамм (0,25 моль) пятиоксида фосфора при постоянном перемешивании. Температуру реакционной массы поднимали до 140 °С и выдерживали в течение 2 часов при постоянном перемешивании. По окончании синтеза содержимое колбы охлаждали, полученные продукты анализировали.

В результате была получена маслянистая жидкость желтого цвета, состоящая из смеси моно- и

диэфиров фосфорной кислоты 2-этилгексанола с этилбензолом.

В ИК-спектрах образца 2 обнаруживаются характерные полосы поглощения, как и для образца 1 (рисунок 3). Так, присутствуют широкие полосы поглощения группировки Р-О-Алк в интервале 1050-990 см^{-1} . Колебания, связанные с группой Р=О, проявляются в районе 1380-1175 см^{-1} . Также на спектре наблюдаются интенсивные полосы в интервале 1600-1450 см^{-1} и умеренный пик на 697 см^{-1} , что указывает на присутствие в образце 2 этилбензола.

В целом ИК-спектры образцов №1 и №2 схожи и свидетельствуют о полной конверсии исходного 2-этилгексанола в продукты реакции.

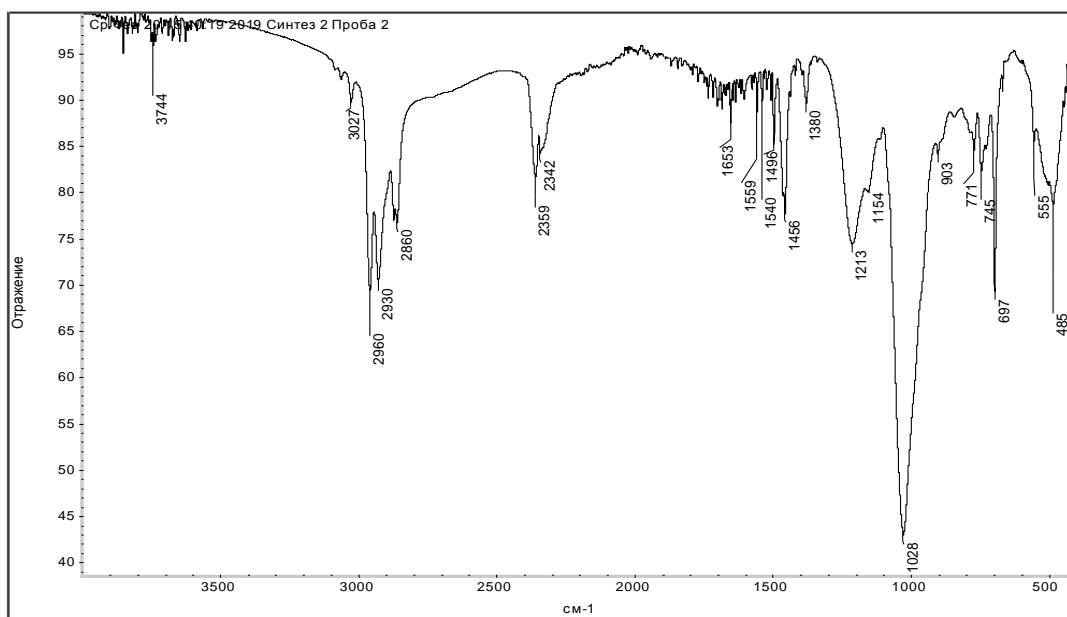


Рисунок 3 – ИК-спектр образца №2

Исследование состава полученных продуктов методом потенциметрического титрования

Потенциметрическое титрование проводили NaOH 0,1 N. Навеска для образца 1 равна 2,0269 г, для образца 2 – 2,0119 г. После оттитровывания фосфорных эфиров добавляли хлорид кальция и продолжали титровать для определения содержания фосфорной кислоты. По данным титрования построили дифференциальную кривую для определения точек эквивалентности (рисунки 1 и 2).

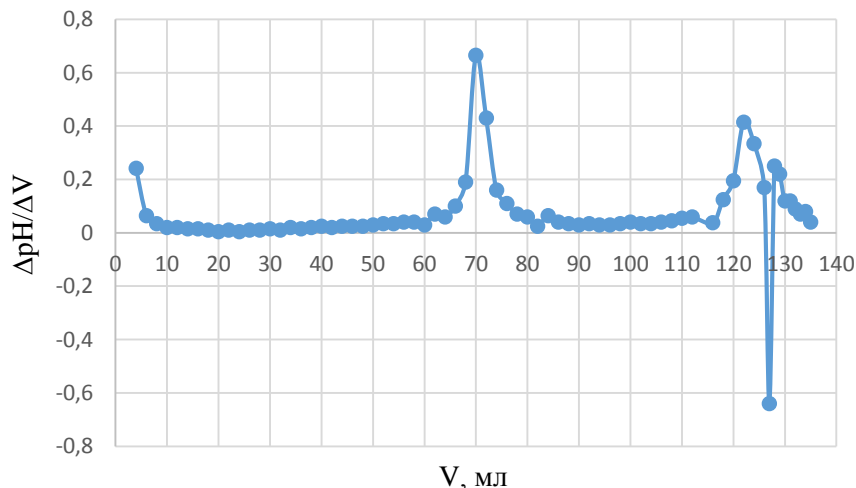


Рисунок 1. Дифференциальная кривая титрования образца 1

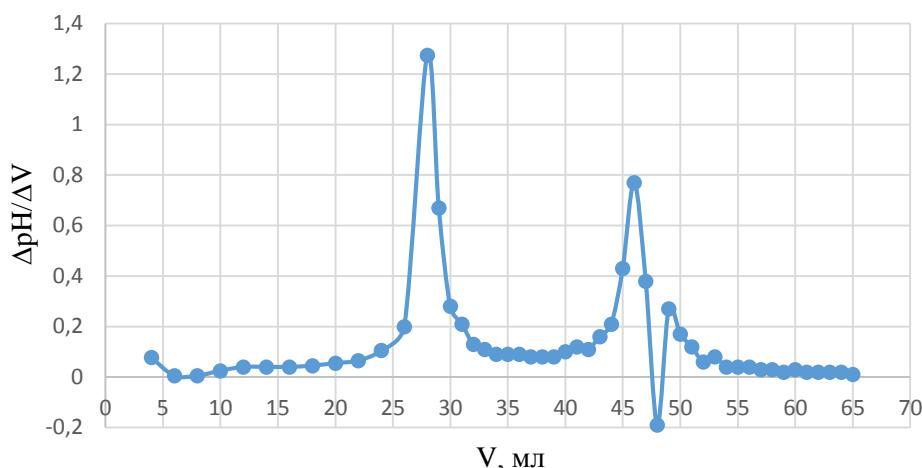


Рисунок 2. Дифференциальная кривая титрования образца 2

Для расчета содержания фосфорных эфиров и фосфорной кислоты определили кислотные числа в точках эквивалентности по формуле

$$KЧ = \frac{V_{NaOH} \cdot N_{NaOH} \cdot 56,1}{m_{образца}}$$

Расчет состава фосфорных эфиров проводим по следующим формулам

$$H_3PO_4 (\%) = (KЧ_2 - KЧ_3) \cdot 0,00175;$$

$$Диэфир (\%) = 2 \cdot (KЧ_1 - KЧ_2) \cdot M_{д.э.} \cdot 0,00178;$$

$$Моноэфир (\%) = 0,00356 \cdot (KЧ_1 - KЧ_2 - KЧ_3) \cdot M_{м.э.}$$

В таблице 1 и 2 представлены результаты расчетов по потенциметрическому титрованию образцов 1 и 2 соответственно.

Таблица 1. Результаты расчета по потенциметрическому титрованию образца 1

Компонент	Объем NaOH, мл	Кислотное число	Содержание, %
Диэфир	70	193,7	57,1
Моноэфир	52	143,9	33,1
Фосфорная кислота	2	5,5	0,2

Таблица 2. Результаты расчета по потенциметрическому титрованию образца 2

Компонент	Объем NaOH, мл	Кислотное число	Содержание, %
Диэфир	28	78,1	32,0
Моноэфир	18	50,2	16,7
Фосфорная кислота	2	5,6	0,1

Как видно из результатов расчета, суммарное содержание фосфорных эфиров в первом образце больше, но соотношение моноэфир:диэфир выше во втором образце. Проведение синтеза в среде растворителя позволяет несколько повысить содержание диэфиров в конечном продукте. Высокое содержание диэфиров повышает растворимость продукта в органических растворителях, что, в целом, облегчит ввод и последующее распределение ингибитора коксообразования в сырье.

В таблице 3 представлены результаты исследования образца 1 на растворимость в полярных и неполярных растворителях.

Таблица 3. Результаты исследования образца 1 на растворимость

Растворитель	Результат
Неполярные растворители	
Этилбензол	Растворяется
Диэтилбензол	Растворяется
Н-гексан	Растворяется
Толуол	Растворяется
Четыреххлористый углерод	Растворяется
Циклогексан	Растворяется
Петролейный эфир	Растворяется
Полярные растворители	
Вода	Не растворяется
Метанол	Растворяется
Ацетон	Растворяется
Н-бутанол	Растворяется
Этиленгликоль	Не растворяется

Таким образом, в результате проведенной работы показана принципиальная возможность получения фосфорных эфиров 2-этилгексанола для применения в качестве ингибитора коксообразования в процессах вторичной переработки нефти; определены основные условия синтеза; исследованы составы продуктов реакции методами ИК-спектроскопии и потенциометрического титрования.

Список литературы

- 1 Верде Х.М., Барендрегт, Хамблот Ф. Подавление образования кокса // Нефтегазовые технологии. – 2002. – №4. – С. 94–96.
- 2 Мифтахова А.Ф., Садретдинов И.Ф. Ингибирование коксообразования в процессах глубокой

переработки углеводородного сырья // XXXXI Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы науки XXI века». – 2019. – С. 41–44.

3 Плетнев М.Ю. (ред.) Поверхностно-активные вещества и композиции. – М.: ООО «Фирма Клавель», 2002. – 768 с.

4 G.C. Reyniers, G.F. Froment, F.D. Kopinke, G. Zimmerman. Coke formation in thermal cracking of hydrocarbons. Modeling coke formation in naphtha cracking // Ind. Eng. Chem. Res. – 1994. – №33. – P. 2850–2854.

5 S. Vaish and D. Kunzru. Triphenyl Phosphite as Coke Inhibitor during Naphtha Pyrolysis // Ind. Eng. Chem. Res. – 1989. – №28. – P. 1293–1299.

КОНЦЕПЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОТВАЛОВ ПОРОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАЛОГАБОРИТНОЙ ТЕХНИКИ

Мясищев Дмитрий Геннадьевич

*Профессор, доктор технических наук,
профессор кафедры транспортно технологических машин, оборудования и логистики,
Северный (Арктический) федеральный университет
г. Архангельск*

АННОТАЦИЯ

Целью работы является обоснование технологии лесохозяйственной рекультивации отвалов горной породы и системы малогабаритных агрегатов для ее реализации. Основной задачей работы является проведение исследований в рамках Технического задания «Направления рекультивации при восстановлении нарушенных участков территории горно-обогатительного комбината им. В.Гриба» (Организация – заказчик АО «АРХАНГЕЛЬСКГЕОЛДОБЫЧА», г. Архангельск).

ABSTRACT

The aim of the work is to substantiate the technology of forestry reclamation of rock dumps and the system of small-sized units for its implementation. The main objective of the work is to conduct research in the framework of the Technical Assignment “Directions of reclamation during the restoration of disturbed areas of the territory of the mining and processing plant named after V.Griba” (Organization - customer ARKHANGELSKGEOLODOBYCHA JSC, Arkhangelsk).

Ключевые слова: отвал горной породы, малогабаритный террасер, терраса, посевной агрегат, лесонасаждение.

Keywords: rock heap, small terracer, terrace, sowing unit, afforestation.

Введение и новизна. В настоящее время разработаны классификация нарушенных земель, требо-

вания к технологии восстановления по направлениям рекультивации, технология технического и биологического этапов, технологические схемы,

технологические карты. Рекомендованы средства механизации. Предложен ассортимент древесных и кустарниковых культур, травосмесей, имеющих хороший рост и развитие в ограниченно-благоприятных условиях по различным зонам с биологической характеристикой видового состава и типом лесонасаждений [2]. Следует отметить, что в качестве средств механизации рекомендуется крупногабаритная техника. Приведены рекомендации по выполнению откосов различными видами механизмов при лесохозяйственной рекультивации остаточных выработок, например при открытой добыче угля.

Так, для понижения откосов путем поуступной разборки могут быть использованы экскаваторы: ЭКГ-4,6; ЭО-10011Д; Э-1252Б; Э-12503; Э-2505 (драглайн), для въезда которых на отвал обязательно проходится въездная полутраншея. Все это требует значительных затрат энергии. По нашему мнению значительный положительный потенциал и новизна технологического процесса рекультивации отвалов скрыты в использовании технологий на основе применения малогабаритной техники.

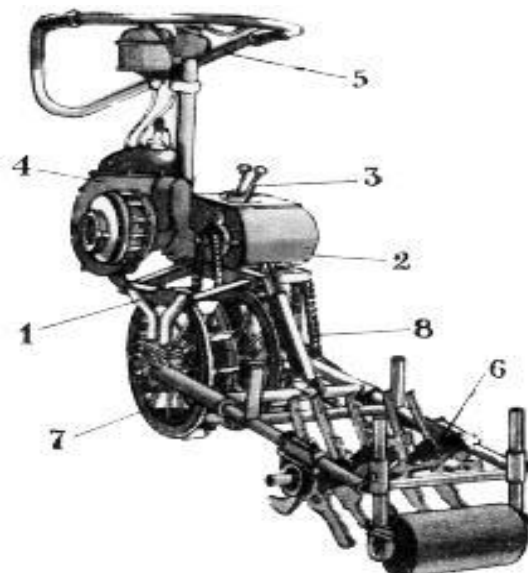


Рисунок 1. Микротеррасер

Данный вариант технологии лесохозяйственной рекультивации отвалов принят нами как аналог-прототип.

Обобщение полученных результатов. В нашем случае речь идет о предварительном анализе системы малогабаритных агрегатов для лесохозяйственной рекультивации отвалов путем разработки террас и механизированного посева на них лесонасаждений. Таким образом, требуется некоторый базовый малогабаритный энергоблок. На наш взгляд наиболее рациональным вариантом является мотоблок. В качестве рекомендуемого объекта предложен экспериментальный мотоблок нашей разработки. Он имеет следующие технические характеристики (ниже представлен его внешний вид в составе посевного агрегата – рис.4).

Основные технические данные мотоблока на пневмошинах

Методика исследований. Здесь следует отметить, что доказана перспективность лесонасаждений произведенных на террасах отвалов породы. При этом обосновано использование так называемых микротеррасеров (рис.1)

[1]. Машина состоит из рамы 1, цепной передачи коробки передач – редуктора 2, механизма переключения 3. Двигатель 4 и рама – руль 5 заимствованы от бензомоторной пилы “Дружба” или современных модификаций двигателя МП – 5 «УРАЛ – ЭЛЕКТРОН» (завод им. Дзержинского, г. Пермь). Рабочий орган 6 – шнековая фреза (или ножевая), нарезает на склоне любой крутизны площадки шириной 30 – 35 см. Движение микротеррасера обеспечивается колесным движителем 7 и цепной передачей 8. Рабочая скорость установки до 2 км/ч (оценочно). Посадка или посев лесонасаждений на террасу предполагает использование ручных инструментов (меч Колесова, ружье Шульца и пр.).

Управление мотоблоком штанговое, одним человеком

Эксплуатационная масса без стартера, кг 75

Скорость (в зависимости от нагрузки), км/ч 4-9

Колея транспортная, мм 500

Дорожный просвет, мм 140

Габаритные размеры, мм

длина с рукоятками 1500

ширина по рычагам управления 810

высота с рукоятками 900 (диапазон регулировки 160 мм)

Двигатель бензопилы МП-5 "Урал"

Мощность, кВт (не менее) 3.7

Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности, мин⁻¹ 6000...6400

Расход топлива в режиме максимальной мощности, г/(кВт ч) 632

Трансмиссия одноступенчатая, закрытая

Передачное число 63,4

Планетарный редуктор оригинальной конструкции

Червячный редуктор Ч-80-20-56-2-1 ВУЗ ТУ 2-056-181-79

Колесная формула 2 x 2

Колеса дисковые, пневматические

Шины (4 x 10) ТУ 3810442-82

Способ отключения колес от трансмиссии механический, зубчатой муфтой.

На базе представленного мотоблока разработана компоновка агрегата – микротеррасера для работы на склонах отвалов породы (рис.2). Рабочим органом агрегата является шнековый вал. Он расположен спереди по ходу агрегата и имеет гидрав-

лический привод от насоса НШ-10, расположенного на мотоблоке и имеющего привод от его вала отбора мощности. Макет конструкции шнекового рабочего органа представлен на рис. 3. При вращении шнека, он врезается в массив отвала и при поступательном движении агрегата вперед, захваченный грунт сдвигается лопастями в центральную часть агрегата под корпус мотоблока. В задней части рамы минитрактора установлен под определенным углом отвал – скребок (рис.2). Грунт, по мере движения агрегата вперед попадает на поверхность отвала – скребка, и затем, за счет его угловой ориентации, сталкивается с террасы слева по ходу мотоблока. В результате образуется требуемый профиль террасы (рис.2 – правый эскиз).

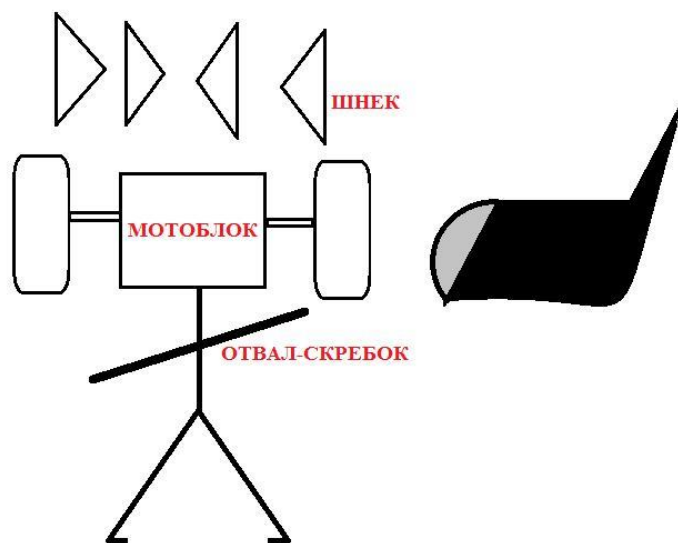


Рисунок 2. Компоновка агрегата – микротеррасера на базе мотоблока



Рисунок 3. Макетный образец шнекового рабочего органа микротеррасера

Таким образом, горизонтальная площадка террасы обеспечивает перемещение по ней посевного агрегата на базе мотоблока [3] (рис.4). Необходимо отметить, что при последующих уходах за лесонасаждениями терраса будет значительно повышать их эффективность.



Рисунок 4. Посевной агрегат на базе мотоблока

Выводы и рекомендации.

1. Одним из перспективных видов лесохозяйственной рекультивации отвалов породы следует считать производство лесонасаждений на террасах, выполненных на склонах отвалов.
2. Для снижения энергоемкости, повышения экологичности процесса рекультивации целесообразно применять технологическую систему «микроторрасер+посевной агрегат» на основе малогабаритных самоходных энергомодулей (мотоблоков).

Список литературы:

1. Меренкова Т. Терриконов зеленый шум // Техника-молодежи. 1981. №8. С.4 -7.
2. Отраслевой нормативно – методический документ. Технологические решения по рекультивации нарушенных земель при ликвидации шахт и разрезов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://library.fsetan.ru/doc/tehnologicheskie-resheniya-po-rekultivatsii-narushennyih-zemel-pri-likvidatsii-shaht-i-razrezov/>. т – Загл. с экрана.
3. Хинчук Д.Г. Обоснование структуры и параметров лесной сеялки на базе мотоблока: Дисс. ...канд. техн. наук. Архангельск, 2014. 156 с.

УДК 537.312.5; 535.37; 666.189.242; 532.527; 621.396.962

**ПРОЯВЛЕНИЕ ПОЛЯ ПАМЯТИ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ВОДНЫХ СТРУКТУР В
НАБЛЮДАЕМОСТИ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ ОТ ПОДВОДНОГО
ДВИЖУЩЕГОСЯ ОБЪЕКТА**

*Поленин Владимир Иванович**Доктор военных наук*DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.2.61.13](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.2.61.13)

**MANIFESTATION OF THE FIELD OF MEMORY OF MOLECULAR WATER STRUCTURES IN
OBSERVABILITY OF HYDROPHYSICAL INDIGNATIONS FROM THE UNDERWATER MOVING
OBJECT**

АННОТАЦИЯ

Рассматривается освещение толщи воды лучом лазера и облучение поверхности моря сигналом РЛС. В условиях морского течения констатируется одинаковая массовая ориентация диполей молекулярных водных структур под влиянием земного магнетизма. Известно наличие у этих структур свойства «памяти», состоящего в сохранении изменений ориентации диполей, вызванных внешним воздействием. В области подводного движущегося объекта имеют место гидрофизические возмущения, которые изменяют ориентацию диполей молекулярных водных структур, что приводит к явлению наблюдаемости этих возмущений лучом лазера и сигналом РЛС. Установление этих причинно-следственных связей является открытием поля памяти молекулярных водных структур.

SUMMARY

Illumination of thickness of water and radiation of a surface of the sea is considered by a beam of the laser a signal of radar station. In the conditions of a sea current identical mass orientation of dipoles of molecular water structures under the influence of terrestrial magnetism is stated. Presence at these structures of the memories property consisting in preservation of changes of orientation of the dipoles caused by external influence is known. In the field of an underwater moving object hydrophysical indignations which change orientation of dipoles of molecular water structures that leads to the phenomenon of observability of these indignations of a beam of the laser and a signal of radar station take place. Establishment of these relationships of cause and effect is opening of the field of memory of molecular water structures.

Ключевые слова: диполи, магнитное поле Земли, подводный движущийся объект, жидкие кристаллы-кластеры, луч лазера, излучение РЛС.

Key word: dipoles, earth magnetic field, underwater moving object, liquid crystals clusters, laser beam, radiation of radar station.

«Что может быть сделано на основе меньшего числа предположений, не следует делать, исходя из большего»

Методологический принцип «Бритва Оккама»

1. Современное понимание причинности наблюдаемости области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта лучом лазера и сигналом РЛС.

Постановка задачи

Рассматривается известное явление наблюдаемости области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта при осуществлении:

– в подводной среде – лидарного зондирования путем лазерного излучения в сине-зеленой части спектра и получения сигнала обратного рассеяния приемником, включающим объектив и фотодетектор;

– в воздушной среде – лидарного зондирования подводной среды и зондирования водной поверхности лучом РЛС.

Наблюдаемость гидрофизических возмущений водной среды, вызванных движением объекта, с применением лидара подтверждается рядом публикаций:

1. «... гидрофизические возмущения могут наблюдаться с помощью лидаров благодаря тому,

что под их влиянием неоднородности распределения гидрооптических характеристик трансформируются в пространстве и во времени... Проведенные эксперименты подтвердили возможность дистанционной регистрации гидрофизических процессов» [15, с. 4].

2. «Современные дистанционные лазерные методы визуализации и вычисления компонент скорости движения частиц в жидкости позволяют производить измерения... возмущений поля скорости, вызванных движением сферы в водной толще» [14].

3. «Применение разработанного в ГОИ мощного лазера на переходах атомов меди (530 нм) позволило создать систему глубоководного лазерного зондирования (ЛЗ), для получения информации о гидрооптических неоднородностях с глубин до 100 м... Такая система ЛЗ позволяет обеспечить оперативный поиск мест залегания турбулентных полей» [2].

Что касается внешнего лидарного зондирования гидрофизических возмущений поверхности моря и подводной среды, то оно подтверждается следующими публикациями:

1. В работе [15, с. 4]: «...применение лидарных систем, установленных на авиа- и спутниковых носителях, значительно повышает производительность обследования акваторий».

2. Авиационные «лидары широко применяются при изучении и исследовании Мирового океана. Они используются... для изучения характеристик морского волнения, проявлений на поверхности процессов, происходящих в глубине океана» [17].

Далее, в отношении радиолокационной наблюдаемости области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта на поверхности моря:

1. «У исследований подводного обнаружения с использованием радара долгая история. Бернуллевый «максимум» – пример возмущения, вызванного субмариной, распространяющегося по вертикали. Поток вокруг корпуса проявляется на поверхности как след Кельвина» [23].

2. Известны свидетельства об имевшейся практике радиолокационного поиска подводных лодок в подводном положении по образуемым ими при движении возмущениям надводной среды [19].

3. В публикации [22] «Представлено моделирование следов, возбуждаемых погруженным телом, в радиолокационных изображениях с высоким разрешением радара с синтезированной апертурой (SAR)».

Итак, наблюдаемость области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта при осуществлении лидарного зондирования и зондирования водной поверхности лучом РЛС подтверждается рядом публикаций.

По поводу физики явления наблюдаемости гидрофизических возмущений в публикациях [5, 14, 15, 20, 23], современные взгляды на природу наблюдаемости области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта сводятся:

а) лазерным лучом – к влиянию гидрооптических показателей рассеяния, без указания физической причины наблюдаемости области гидрофизических возмущений, но с констатацией того, что «единого мнения о закономерностях такой связи до сих пор нет»;

б) сигналом РЛС – к турбулентности, «горбу Бернулли», следу Кельвина, повышенным конвективным ячейкам и модуляции ряби на морской поверхности, с акцентом на профильный характер их проявления и регистрации как неровностей на поверхности воды.

Не отрицая правомерность этих выводов и заключений, а также с учетом заключений о том, что причины наблюдаемости области гидрофизических возмущений с применением лидаров и РЛС достоверно не установлены, в статье обосновывается утверждение о том, что одной из основных причин наблюдаемости области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта лучом лазера и сигналом РЛС является дипольная природа явления обратного рассеяния диполями жидких кристаллов-кластеров воды, единая для обоих средств и способов наблюдения. Это знание является новым и в научных публикациях не встречается [13].

2. Явления, сопровождающие лазерное излучение в условиях стационарной морской среды

Факт 1. Известно, что лазерный луч световых волн небольшого частотного диапазона (от инфракрасного до ультрафиолетового) создает в воде явление люминесценции [7, с. 14-22], вызванного эффектом обратного рассеяния.

Современный взгляд, связанный с дипольной природой молекул воды, объясняет это явление тем, что молекулы воды являются электрическими диполями, которые при воздействии электрического поля света лазера проявляют свойство поглощения-излучения [8, 9, 11] (рис. 1).

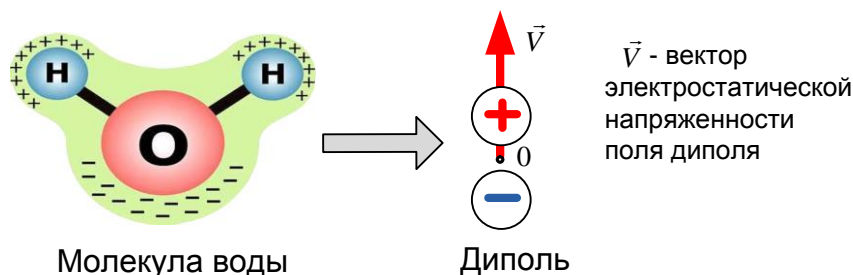


Рисунок 1. Молекула воды – диполь

Воды океанов и морей находятся в непрерывном движении, обусловленном геофизическими океаническими и морскими, ветровыми и приливотливными течениями [5].

Поскольку диполь молекулы воды находится в движении, обусловленном морским (океанским) течением, то под влиянием магнитного поля Земли на

оба заряда диполя (Н – положительный, О – отрицательный) действует сила Лоренца – сила воздействия магнитного поля на движущуюся в нем точечную заряженную частицу [4, 16] (рис. 2).

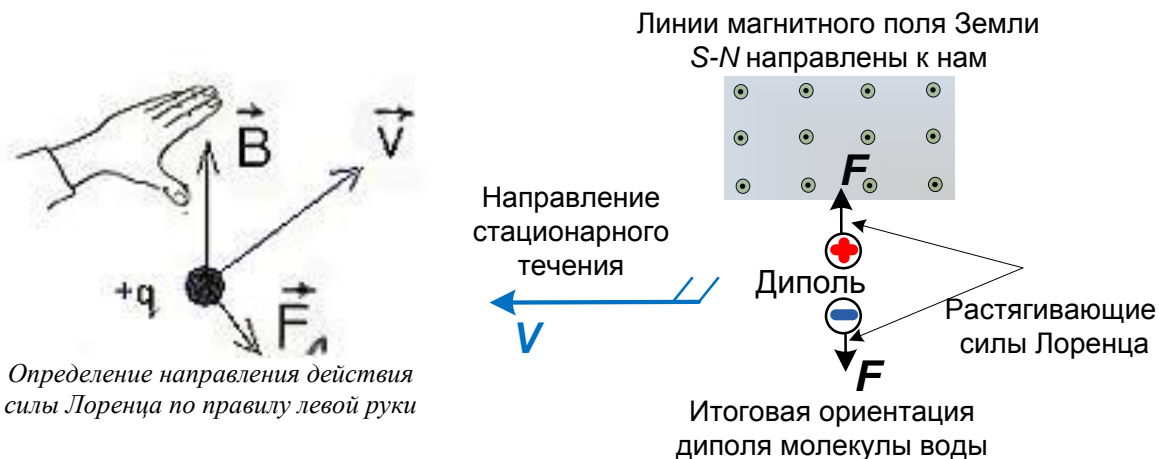


Рисунок 2. Пространственная ориентация диполя молекулы воды во внешнем магнитном поле Земли в условиях стационарного течения, пересекающего линии магнитного поля

Направления действия силы Лоренца на положительный и отрицательный заряды диполя, противоположны. Поэтому в каждой точке земной поверхности в магнитном поле Земли существует только одно устойчивое положение (пространственная ориентация) диполя, объясняемое действием этой силы в данной точке.

Факт 2. Современная модель воды, названная кластерно-фрактальной моделью [10], включает свободные молекулы-диполи и их ассоциаты

(около 60% объема воды), а также жидкие кристаллы-кластеры (около 40% объема воды).

Свободные, не связанные в ассоциаты, молекулы воды присутствуют в воде лишь в очень небольшом количестве. В основном же вода – это совокупность беспорядочных ассоциатов и «водяных кристаллов», где количество связанных в водородные связи молекул может достигать сотен и даже тысяч единиц (рис. 3).

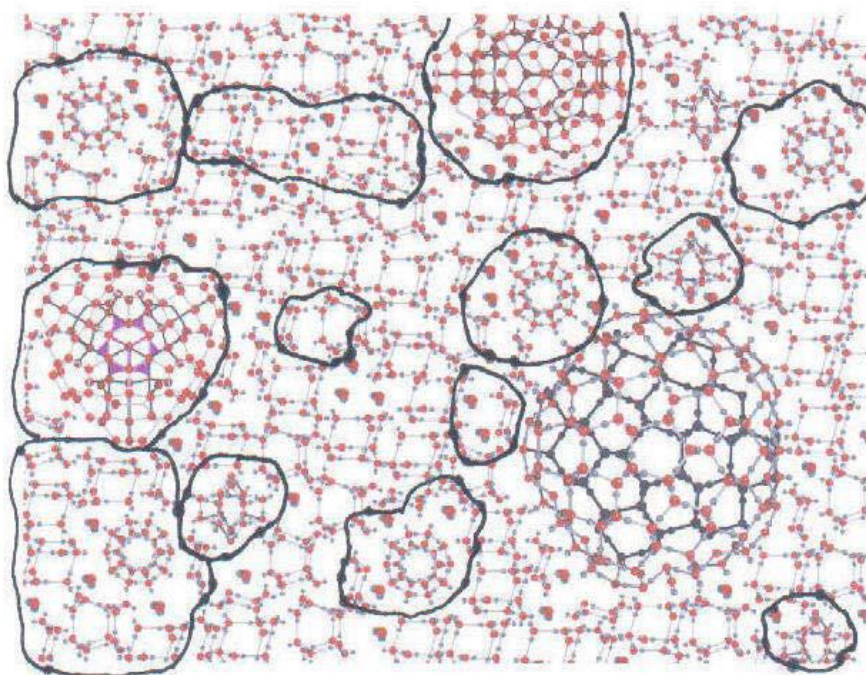


Рисунок 3. Модель структуры воды, представляющая собой смесь свободных молекул и ассоциат кластеров (объединены контурными линиями) [26]

В условиях стационарного морского течения, при движении морской воды поперек магнитных силовых линий земного магнитного поля, векторы статических электрических полей всех свободных молекул-диполей, их ассоциатов и жидких кристаллов-кластеров имеют одинаковую пространственную ориентацию [8], что и объясняет предсказан-

ное еще Фарадеем наличие в океане токов, вызванных простой индукцией. При горизонтальном направлении магнитных силовых линий магнитного поля Земли (в районе экватора) векторы статических электрических полей диполей морской воды будут направлены вертикально: для восточного течения – вверх (рис. 4), для западного течения – вниз.

Линии магнитного поля Земли
S-N направлены к нам

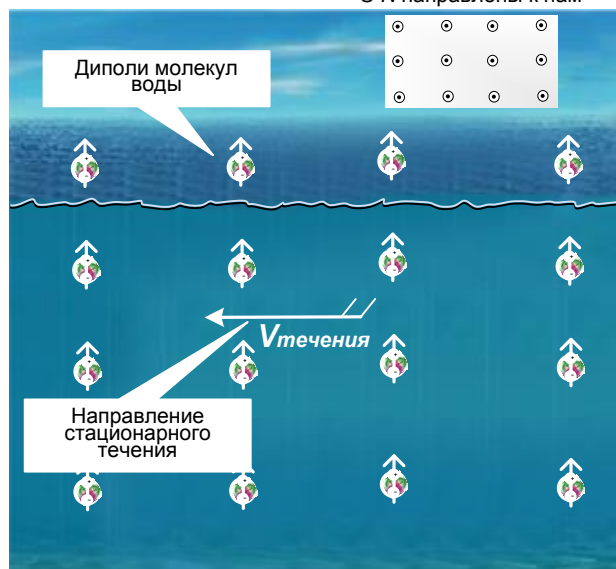


Рисунок 4. Одинаковая пространственная ориентация диполей молекул воды в толще водной среды и на поверхности моря в условиях стационарного морского течения восточного направления и воздействия магнитных силовых линий магнитного поля Земли горизонтальной направленности

Факт 3. Поскольку под влиянием магнитного поля Земли векторы электростатической напряженности $E_{\text{диполя}}$ всех свободных молекул-диполей, их ассоциатов и жидких кристаллов-кластеров имеют одинаковую пространственную ориентацию, то вдоль луча лазера интенсивность поглощения-излучения, т. е. люминесценции, будет неизменной.

При упорядоченном расположении атомов, молекул или ионов силы взаимодействия между ними и межатомные расстояния (а также некоторые не-

связанные с ними прямо величины, например, поляризуемость, электропроводность, интенсивность поглощения-излучения) оказываются неодинаковыми по различным направлениям, что порождает явление анизотропии (анизотропности) {от др.-греч. ἄνισος — неравный и τρόπος — направление — различие свойств среды в различных направлениях внутри этой среды}.

В некотором произвольном направлении эта интенсивность характеризуется диаграммой направленности инициируемого поглощения-излучения (рис. 5).

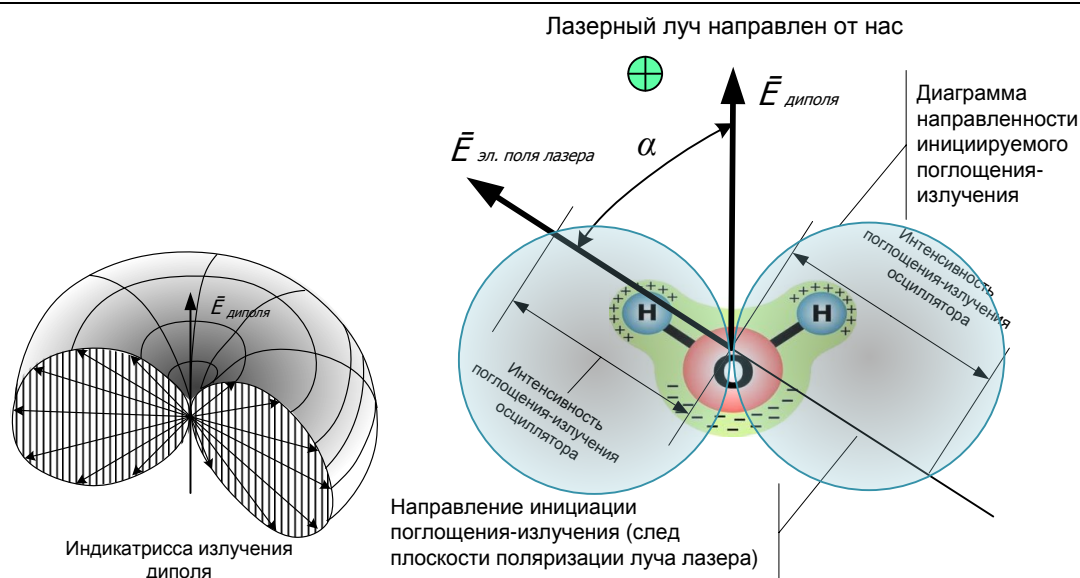


Рисунок 5. Индиактрисса излучения и диаграмма направленности инициируемого поглощения-излучения диполя молекулы воды

Направление инициируемого поглощения-излучения совпадает с направлением вектора $\vec{E}_{\text{эл.поля лазера}}$ напряженности электрического поля луча лазера, лежащего в плоскости поляризации лазерного излучения (рис. 6).

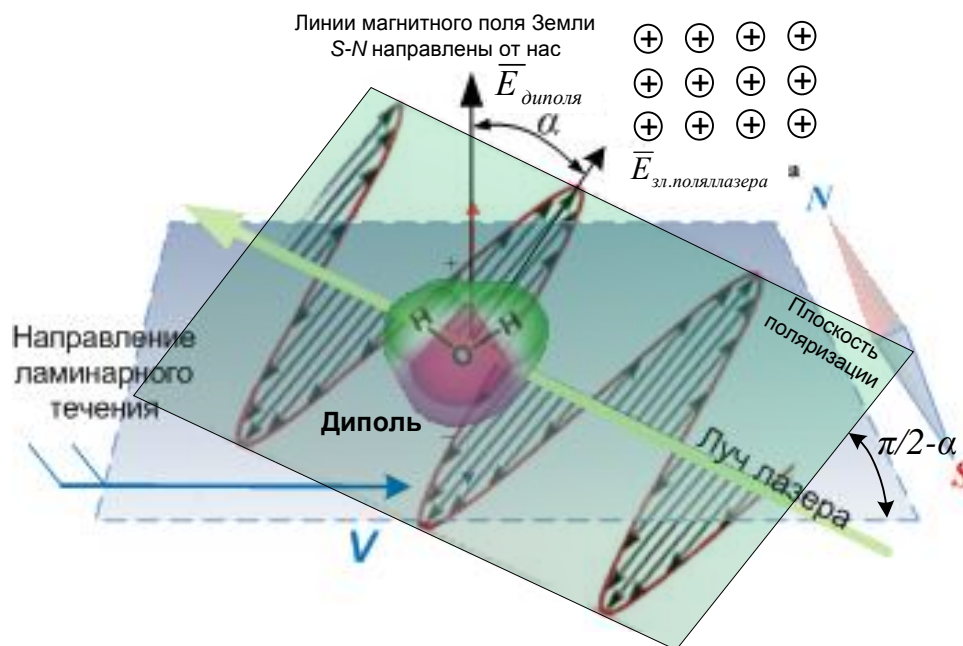


Рисунок 6. Схема пространственной ориентации вектора электростатической напряженности диполя и плоскости поляризации луча лазера

В целях пояснения физики явления целесообразно, по аналогии с понятием анизотропии (анизотропности), ввести понятие путевой анизотропии (анизотропности) {от др.-греч. $\alpha\nu\sigma\varsigma$ — неравный и $\delta\rho\omicron\mu\omicron\varsigma$ — путь, дорога – различие свойств среды вдоль направления луча внутри этой среды}.

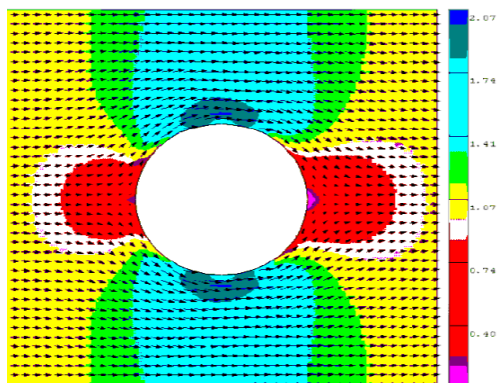
В условиях стационарного морского течения и воздействия магнитных силовых линий магнитного поля Земли ориентация диаграммы направленности инициируемого поглощения-излучения диполей будет одинаковой для всех молекул воды. Следовательно, она сохранится одинаковой и в ассоциатах,

и в жидких кристаллах-кластерах. Известно, что ассоциаты и кластеры в силу ориентированного смещения в них электрических зарядов также обладают свойствами диполей [12]. Очевидно, что ориентация этих интегральных диполей будет совпадать с ориентацией диполей молекул воды.

Поскольку в условиях стационарного морского течения и воздействия магнитных силовых линий магнитного поля Земли ориентация диаграммы направленности инициируемого поглощения-излучения диполей молекул воды, ассоциатов и жидких кристаллов-кластеров будет неизменной,

то вдоль направления луча лазера будет иметь место явление путевой изодромии.

Следствие. В условиях стационарного морского течения и воздействия магнитных силовых линий магнитного поля Земли уровень сигнала обратного рассеяния, принимаемый фотодатчиком лазера, будет иметь по трассе луча характер малых случайных колебаний при закономерном уменьшении амплитуды по мере увеличения расстояния за счет рассеяния излучения.



Векторное цветное поле скоростей воды при обтекании цилиндра

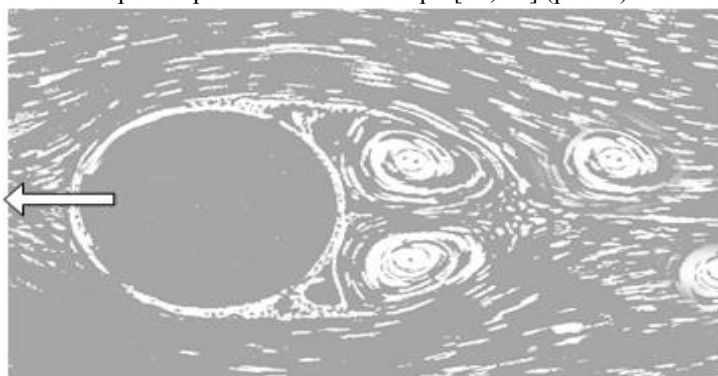
Рисунок 7. Гидрофизические явления при обтекании подводного движущегося объекта

По мере поочередного отрыва вихрей они располагаются сзади по следу подводного движущегося объекта и постепенно ослабевают по причине потерь из-за вязкости воды.

3. Явление кластерно-дипольной природы наблюдаемости области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта и по его следу

Факт 4. В условиях гидрофизических возмущений, возникающих в области обтекания подводного движущегося объекта, ориентация свободных молекул-диполей, их ассоциат и жидких кристаллокластеров в пространстве изменяется.

Природа обтекания подводного движущегося объекта такова, что вокруг него слои воды изменяют свое направление или ориентацию в пространстве, а вслед за объектом образуются симметрично расположенные вихри [18, 19] (рис. 7).



Направления слоев жидкости и симметричные вихри при обтекании подводного движущегося объекта

В указанных областях обтекания подводного движущегося объекта имеет место послышное, приблизительно повторяющее конфигурацию слоев, изменение пространственной ориентации диполей молекул воды (рис. 8).

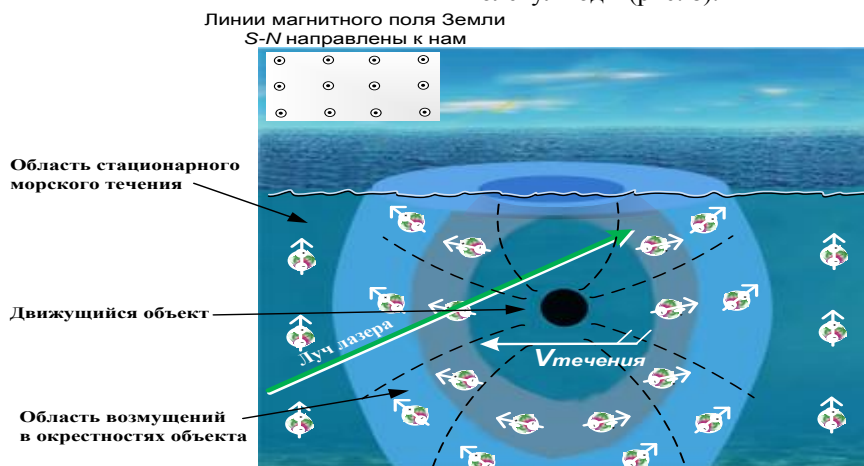


Рисунок 8. Пространственная ориентация диполей молекул воды в условиях стационарного морского течения и в области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта

Известно, что после снятия возмущений свободные диполи молекул воды и их ассоциаты восстанавливают нарушенную пространственную ориентацию относительно магнитного поля Земли за короткое время (релаксации) порядка 10^{-12} секунд [6, 10]. Поэтому, независимо от масштабов и интенсивности гидрофизических возмущений, ориентация этих диполей будет сохраняться согласно пра-

вилу Лоренца, а «знание» причинности наблюдаемости гидрофизических возмущений их влиянием на ориентацию молекул является неверным.

Что же касается диполей жидких кристаллокластеров, то после окончания возмущающего гидрофизического воздействия они вновь ориентируются магнитным полем Земли лишь через 30-40

мин [6, 10], что характеризует устойчивость явлений гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта.

Следствия:

1) В области водной среды, прилежащей к подводному движущемуся объекту, векторы электростатической напряженности диполей жидких кристаллов-кластеров будут изменять направление в соответствии с гидродинамической ориентацией слоев и вихрей, создаваемой подводным движущимся объектом.

2) Вызванные внешними возмущениями изменения направлений векторов электростатической напряженности диполей жидких кристаллов-кластеров, составляющих свыше 40% общего объема

воды, сохранятся в каждом сечении области гидрофизических возмущений в течение 30-40 минут с момента их образования;

3) При пересечении лучом лазера этой области непосредственно у подводного движущегося объекта и по следу объекта, слои и вихри в области гидрофизических возмущений обусловят, в соответствии со своей ориентацией, флуктуацию обратного рассеяния, т.е. будет иметь место явление поперечной анизотропии.

Уровень сигнала, принимаемого фотодатчиком лазера по трассе луча в пределах области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта и по его следу, приобретет характер случайных колебаний в соответствии с гидродинамической ориентацией слоев и вихрей (рис. 9).

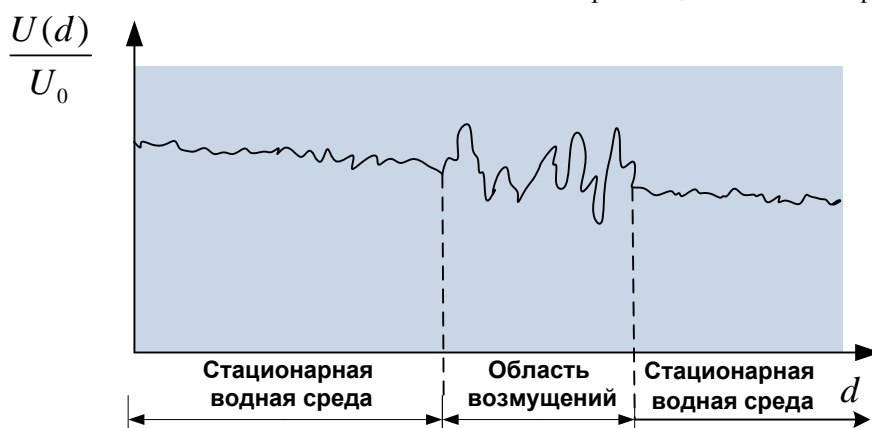
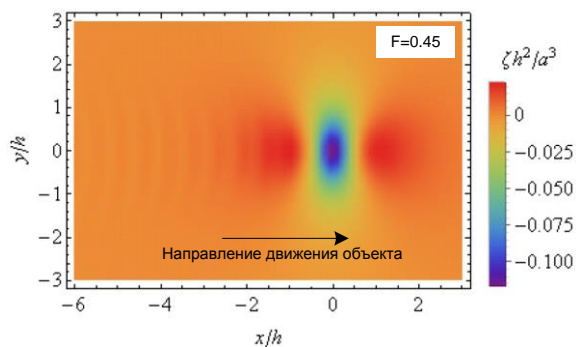


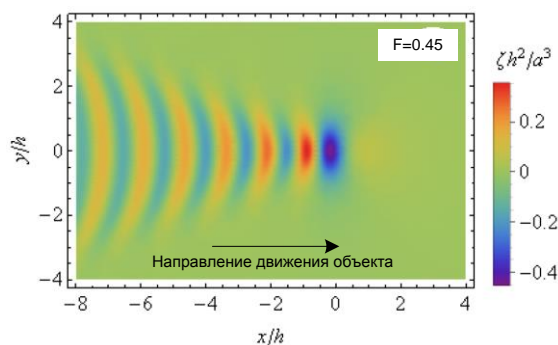
Рисунок 9. Изменение характера уровня сигнала обратного рассеяния по дальности, принимаемого фотодатчиком лазера вдоль трассы луча, пересечении лучом лазера области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта

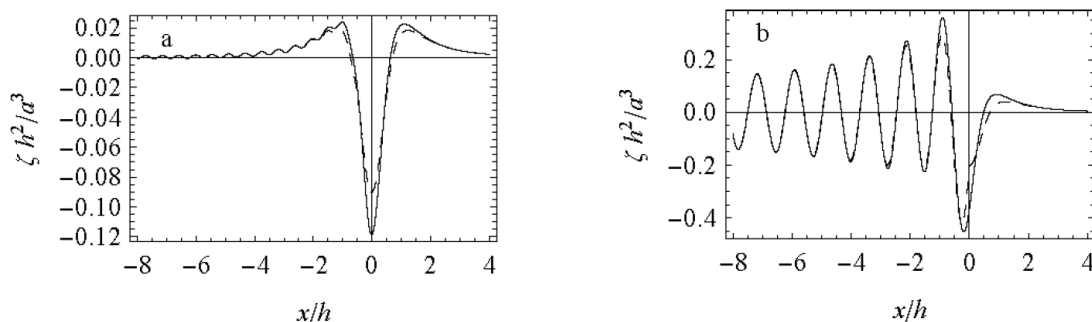
Новое знание 1: Установление явления дипольно-кластерной природы наблюдаемости области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта, при освещении области в толще воды лазерным лучом, что обусловлено устойчивым во времени изменением направлений пространственной ориентации диполей жидких кристаллов-кластеров, вызванным гидрофизическими возмущениями.

4. Явление дипольно-кластерной природы наблюдаемости области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта и по его следу на поверхности моря



Факт 5. Наиболее глубоко явление возбуждения гидрофизических возмущений на поверхности моря при обтекании подводного движущегося объекта (шара) исследовано в работе [1]. Предложено новое решение задачи, целью которого является вычисление возвышения свободной поверхности жидкости (корабельной волны). Облик геометрических форм возмущений поверхности воды, характерных для реалистичных значений числа Фруда $F = V / \sqrt{gh}$, где V – скорость движения, h – глубина погружения шара, представлен на рис. 10.





Оси: x – по направлению, y – поперек движения объекта, z – вертикально вверх;
 a – радиус шара; ζ – глубина профиля поверхности

Рисунок 10. Профиль подводных гидрофизических возмущений и поверхностной корабельной волны в области подводного движущегося объекта и по его следу при различных значениях числа Фруда

Таким образом, при обтекании водой подводного движущегося объекта, зоны гидрофизических возмущений возникают и на поверхности моря.

Очевидно, что поверхностный слой воды в этих зонах будет содержать жидкие кристаллы-кластеры с пространственной ориентацией диполей, определяемой воздействием гидрофизических возмущений, достигающих поверхности воды. Более того, в силу наличия паров воды, содержащих жидкие кристаллы-кластеры, в воздушном слое над поверхностью воды, явление распространения аналогичной пространственной ориентации будет иметь место и в воздушной среде в области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта.

Известно, что «кластеры воды на границах раздела фаз (жидкость-воздух) выстраиваются в определенном порядке, при этом все кластеры колеб-

лются с одинаковой частотой, приобретая одну общую частоту, более высокую, чем характерна для отдельных диполей... Установлено, что частота колебаний кластера и, соответственно, частота электромагнитных колебаний... равна $6,79 \cdot 10^9$ Гц, то есть длина волны в свободном пространстве должна составлять $\lambda = 4,4$ см» [9]. В этом тексте в [9] ошибочно указан результат расчета длины волны $\lambda = 14,18$ мм.

В публикациях [11, 12] приведены сведения о дипольно-кластерной модели молекулярной структуры воды и ее радиофизических резонансных свойствах. Показано, что при тщательном исследовании с помощью метода трансмиссионно-резонансной КВЧ/СВЧ радиоспектроскопии частотных диапазонов от 0,1 ГГц до 150 ГГц, обнаружены «транс-резонансные» волны на частотах 1, 65, 130 ГГц и некоторых других (рис. 11).

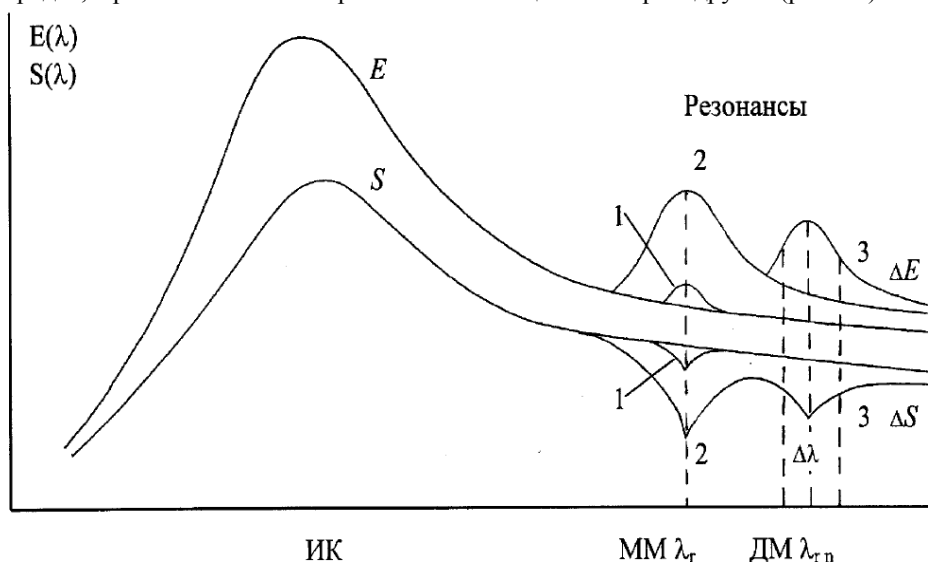


Рисунок 11. Спектральная плотность энергии $E(\lambda)$ и энтропии $S(\lambda)$ излучения водной среды: кривые соответствуют: 1 – тепловому возбуждению, 2 – воздействию внешних полей и излучений, 3 – люминесцентному излучению; λ_r, λ_{rn} – резонансные длины волн

Резонансное состояние водной среды реализуется и на других кратных гармониках, на двух сериях частот вблизи 200, 250, 300 ГГц и 195, 260, 325 ГГц и т. д., вплоть до 10^3 ГГц. Причем, при возбуждении водной среды на одной из указанных частот, возбуждение распространяется и на смежные

«транс-резонансные» частоты, что можно объяснить превалярованием дипольных связей в сравнении с водородными и наличием в водной среде кристаллов-кластеров различной структуры. Выявленное явление люминесценции в радиодиапазоне

получило название «радиоволновой люминесценции». Таким образом, подтверждаются характеристики резонансного излучения, приведенные в [9].

Известно, что параметры электромагнитного излучения сантиметрового диапазона используются в практической радиолокации. Следовательно, облучение поверхности моря поляризованным сигналом РЛС будет сопровождаться явлением обратного рассеяния, уровень которого определяется углом между вектором напряженности электрического поля луча РЛС и векторами электростатической напряженности диполей кластеров.

В зонах гидрофизических возмущений, выхода на поверхность слоёв воды и вихрей с измененной в пространстве ориентацией диполей кластеров, а также в приповерхностном слое атмосферы, очевидно, должно наблюдаться явление хаотического

изменения обратного отражения электромагнитного излучения РЛС. Это, в свою очередь, должно вызвать бликовые эффекты на экране РЛС, которые яркостью и симметрией должны соответствовать контурам области возмущений, т. е. полезному сигналу, что является индикатором обнаружения подводного движущегося объекта.

Новое знание 2: Установление явления дипольной природы наблюдаемости области гидрофизических возмущений, прилегающей к подводному движущемуся объекту и по его следу, при облучении поверхности моря и приповерхностного слоя атмосферы над объектом сигналом РЛС, что обусловлено устойчивым во времени изменением направлений пространственной ориентации диполей жидких кристаллов-кластеров, вызванным гидрофизическими возмущениями от подводного движущегося объекта, достигающими поверхности воды (рис. 12),

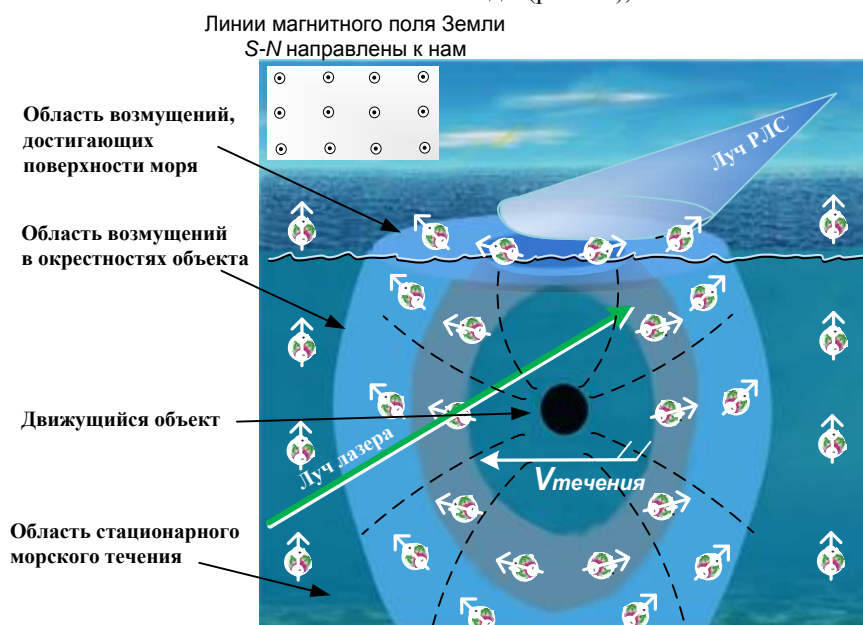


Рисунок 12. Пространственная ориентация диполей молекул воды и жидких кристаллов-кластеров в толще водной среды и на поверхности моря в условиях стационарного морского течения и в области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта

Итоговое новое знание: В целом имеет место установление явления единой причинности дипольной природы наблюдаемости области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта, при освещении области в толще воды лучом лазера и облучении поверхности моря и приповерхностного слоя атмосферы над объектом сигналом РЛС.

Природная объективность этого явления подтверждается следующим заключением, сходным по содержанию: «Обнаружена люминесценция водных и биологических сред в радиодиапазоне. Люминесценция наблюдается в ДМ диапазоне при воздействии на среды ММ радиоволн, оптического излучения He-Ne лазера, магнитного и электрических полей... Источником радиоволновой люминесценции являются резонансные молекулярные колебания водосодержащих сред и негэнтропийные переходы, вызываемые синхронизацией колебаний и

пространственной анизотропией молекулярных структур под влиянием внешних воздействий... Возникшая ориентационная анизотропия приводит к пространственной анизотропии собственных резонансных излучений молекулярных водных структур и концентрации излучения в преимущественном направлении» [11].

Утверждение о существовании свойства единой причинности рассматриваемых значимых явлений наблюдаемости области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта лучом лазера и сигналом РЛС позволяет констатировать наличие в морской среде своеобразного «гидрофизического поля памяти молекулярных водных структур» [13]. Факт выявления объективного природного гидрофизического поля памяти молекулярных водных структур отвечает требованиям квалификации открытия.

Список литературы

1. Аржанников А. В., Котельников И. А. Метод решения нестационарной задачи о возбуждении корабельных волн подводным объектом // *Новосибирский государственный университет*. – URL: http://www.phys.nsu.ru/vestnik/catalogue/2015/04/Vestnik_NSU_15T10V4_p43_p59.pdf. – Дата обращения 20.11.2018.
2. Гольдин И.Д., Утенков Б.И., Эмдин В.С. Гидрооптические системы контроля параметров морской среды. – СПб: «Морская радиоэлектроника», №3 [3], декабрь 2002 г.
3. Движение в Мировом океане. <http://www.activestudy.info/dvizhenie-v-mirovom-okeane> // Зооинженерный факультет МСХА. <http://www.activestudy.info/dvizhenie-v-mirovom-okeane/>. – Дата обращения 20.11.2018.
4. Долженко А. О некоторых явлениях при движении диполя в магнитном поле. – URL: http://alex-dolzhenko.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=397:o-nekotorykh-yavleniyakh-pri-dvizhenii-dipolya-v-magnitnom-pole&catid=14&Itemid=40 – Дата обращения 07.07.2018.
5. Достижения отечественных ученых и инженеров в области создания гидрофизических средств освещения подводной обстановки / Родионов А.А., Брамсон М.А., Ермош В.К., Скопин Н.А. // Монография «Роль российской науки в создании отечественного подводного флота» // Рос. акад. наук ; под общ. ред. А.А. Саркисова. — М.: Наука, 2008. — 656 с. С. 633-644.
6. Зенин С.В., Тяглов Б.В. Гидрофобная модель структуры ассоциатов молекул воды. // *Журн. Физ. химии.* - 1994. - Т.68. - №4. - С.636-641.
7. Константинова-Шлезингер М.А. Люминесцентный анализ. – М.: Физматгиз, 1961. – 401 с.
8. Магнитные и электрические явления в океане. – URL: <http://www.activestudy.info/magnitnye-i-elektricheskie-yavleniya-v-okeane> / Зооинженерный факультет МСХА. – Дата обращения 05.11.2018
9. Мосин О.В. О собственном излучении кластерной системы воды. – URL: <http://www.o8ode.ru/article/water/owniz.htm>. – Дата обращения 13.05.2018.
10. Мосин О.В. Обладает ли вода структурой? – URL: http://www.o8ode.ru/article/energo/water_structure.htm. – Дата обращения 04.07.2018.
11. Петросян В.И. Радиоволновая люминесценция воды и биосред / Саратовское отделение Института радиотехники и электроники РАН. . – URL: radiovolnovaya-lyuminescenciya-vody-i-biosred.pdf. – Документ с сайта aquatone.su.
12. Петросян В.И. и др. Резонансные свойства и структура воды / В.И. Петросян, О.В. Бецкий, А.В. Майбородин, С.А. Дубовицкий, С.В. Власкин, А.В. Благодаров, А.Н. Мельников // Компания «Проект «Новые технологии» (P.N.T.)», ИПЭ РАН, Медико-техническая ассоциация «МТА-КВЧ», Центральный НИИ измерительной аппаратуры (ЦНИИИА). – URL: <http://xn--80ad1amf7a4b.net/book/rezonansnye-svoystva-i-struktura-vody.pdf>. – Дата публикации 15.10.2010.
13. Поленин В.И. Явление единой причинности кластерно-дипольной природы наблюдаемости области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта лучом лазера и сигналом РЛС // Scientific Cooperation Center "Interactive plus" // Ежемесячный международный научный журнал «Интерактивная наука». Выпуск 3 (37). – Интерактивная наука. – 2019. – № 3 (37). – 86 с. – ISSN 2414-9411, DOI 10.21661/r-486228. – С. 62-71.
14. Полетаева М.А. Экспериментальное исследование гидрофизических возмущений поля скорости, вызванного движением подводного объекта сферической формы, методом объемных измерений // 13-я Всероссийская конференция «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики» // ФГУП «Крыловский государственный научный центр». – СПб: Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН (Санкт-Петербург).
15. Родионов М.А. Исследование возможностей лидарной диагностики гидрофизических полей на основе гидрологических и гидрооптических измерений в северных морях России. – Автореф. дисс. канд. физмат. наук. – СПб.: 2012. – 27 с., Родионов М.А. Исследование возможностей лидарной диагностики гидрофизических полей на основе гидрологических и гидрооптических измерений в северных морях России. – Автореф. дисс. канд. физмат. наук. – СПб.: 2012. – 27 с.
16. Смык А.Ф. Физика. Часть 2. Электромагнетизм: Курс лекций // Моск. гос. ун-т печати. – Москва: МГУП, 2007. – 160 с.
17. Фейгельс В.И. Оптимизация параметров лидаров для дистанционного лазерного зондирования океана и континентального шельфа: автореферат дис. к.ф.-м.н.: 05.27.03; 11.00.08 / Ленингр. ин-т точной механики и оптики. - Л.: 1991. - 19 с.
18. Чижиумов С.Д. Основы гидродинамики. – Комсомольск-на-Амуре : ГОУВПО «КнАГТУ», 2007. – 106 с. – С. 87.
19. Шорыгин О.П. Свободные кольцевые вихри в жидкости // *Ученые Записки ЦАГИ*, том IV, 1973 №4. - С. 48-56.
20. DTIC ADB228588: A Review of NIDAR / Merrill I. Skolnik // Radar Division. – April 1975. – URL: https://archive.org/details/DTIC_ADB228588/page/n1. – Дата обращения 12.10.2018.
21. Rustom Roy, W.A. Tiller, Iris Bell, M. R. Hoover. The Structure Of Liquid Water; Novel Insights From Materials Research; Potential Relevance To Homeopathy // *Materials Research Innovations*, vol. 9, issue 4, December 2005, pp. 577-608. – URL: https://www.researchgate.net/publication/252170362_The_Structure_Of_Liquid_Water_Novel_Insights_From_Materials_Research_Potential_Relevance_To_Homeopathy. – Дата обращения 20.11.2018.
22. Simulation of synthetic aperture radar imaging of dynamic wakes of submerged body / Peng Liu, Ya-Qiu Jin // *Journals & Magazines: IET Radar, Sonar & Navigation*. Volume: 11, Issue: 3. – P. 481 – 489. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7887099>. - - Дата публикации: 24.04.2017.
23. Tunaley J.K.E. The Bernoulli Hump Generated by a Submarine. – URL: <http://www.london-research-and-development.com/Bernoulli-Hump.pdf>. – Дата обращения 01.03.2015. В. Поленин « 17 » апреля 2019 г.

ОСОБЕННОСТИ ОПТИМАЛЬНОГО ВЫБОРА СТРОИТЕЛЬНОГО КРАНА ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ОДНОЭТАЖНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ ИЗ МЕТАЛЛОКАРКАСА.*Гарипов В.С.,**канд. техн. наук, доцент**Полищук С.А.,**студент Оренбургский государственный университет*DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.2.61.14](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.2.61.14)**АННОТАЦИЯ.**

В настоящей работе будет представлен сравнительный анализ различных видов самоходных стреловых кранов. В заключении будет выявлено, какие виды кранов наиболее эффективны для возведения одноэтажного промышленного здания.

Ключевые слова: Автомобильный кран. гусеничный кран, пневмоколесный кран.

Введение: Данная тема статьи включает в себя как научно-теоретический, так и научно-практический характер. Выполняя теоретический поиск и описывая результаты исследований, в статье наглядно продемонстрированы сравнительные характеристики трех видов кранов.

Привязывая данные характеристики к реальному объекту на строительной площадке, статья обретает научно-практический характер.

Изложение проблемы: В зависимости от конструктивной схемы возведения здания, требуемой последовательности производства работ, сроков ввода здания, а также других факторов, существует ряд методов монтажа строительных конструкций промышленных зданий. На этапе монтажа и укладки конструктивных элементов в состав процессов, определяющих комплексную механизацию, необходимо учитывать следующие виды работ: укрупнительная сборка, транспортирование, выгрузка в рабочей зоне, подъем и установка в проектное положение. [1].

Одноэтажные промышленные здания относятся к зданиям легкого типа, такие здания монтируют преимущественно раздельным методом. Здания тяжелого типа- комплексным методом. Также существует смешанный метод-наиболее часто применяемый метод подобных зданий.

Практикой выявлено, что здания легкого типа наиболее рациональнее монтировать с помощью самоходных стреловых кранов, которые в зависимости от типа ходового устройства, делятся на гусеничные, пневмоколесные автомобильные.

Произведем анализ выбора стрелового крана на примере пневмоколесного, автомобильного, а также гусеничного с общей у всех характеристикой - грузоподъемностью 25 тонн.

Разработка путей решения проблемы:**Пневмоколесные краны.**

Пневмоколесный кран- грузоподъемная машина, у которой имеется двухосное пневмоколесное шасси, с двигателем на крановой установке, а также управлением крановой установкой и шасси из кабины крановщика.

Начнем с того, что производство пневмоколесных кранов на сегодняшний день занимается малое число компаний. В России из современных пневмоколесных кранов известна компания Sennebogen.

Данная компания выпускает несколько модельных рядов: 608 Multicrane, грузоподъемность 8 тонн; 630 Multicrane, грузоподъемностью 16 тонн; 643 Multicrane, грузоподъемностью 40 тонн; 683 Multicrane, грузоподъемностью 80 тонн.

Сразу заметим отсутствие модели крана, грузоподъемностью 25 тонн, часто используемой в советские времена (например, КС-5363). Ничтожно малый модельный ряд говорит о том, что прогресс вытеснил пневмоколесные краны на периферию рынка строительной техники. Причиной тому может быть ряд недостатков - невысокая проходимость, низкая транспортная скорость, а также неустойчивость.

Несмотря на это, данный тип кранов имеет несомненные плюсы: так как круговая рабочая зона ограничена только опорным контуром, то заметим, что кран может работать едва ли не вплотную к своей платформе, при этом грузоподъемность не зависит от угла поворота платформы. Также огромное преимущество, что по сравнению с гусеничными кранами, отдельные марки пневмоколесного крана вписываются в требования ПДД (608М, 613М).

Существует также краны фирмы Grove, которые выпускают несколько десятков разнообразных модификаций, используемые в зависимости от условий работы. Большой популярностью пользуется модельный ряд, представленный самоходными кранами на специальном шасси. Для объектов, относящихся к труднодоступным, Россия приобретает короткобазные краны Grove RT. Это двухосные машины с короткой колёсной базой, именно поэтому они называются короткобазные.

Наиболее популярный Grove RT 530E, грузоподъемностью 30 тонн. Отличительной особенностью от гусеничных и автомобильных кранов является максимальный угол преодолеваемого подъема. У марки Grove RT 530E-2 максимальный угол преодолеваемого подъема составляет 70 %. [2].

В России короткобазные краны выпускает один завод - Юргинский машиностроительный завод. Разнообразие выпускаемой продукции самоходных кранов представлено двумя модельными рядами: КС-5871/КС-5871А и КС-5371.



Рисунок 1. Кран Grove RT 530E, грузоподъемностью 30 тонн



Рисунок 2. Пневмоколесный кран КС-5871, грузоподъемностью 25 тонн

Гусеничные краны.

Гусеничный кран- самоходный кран стрелового типа, оборудованный для передвижения гусеницами.

Несомненное преимущество гусеничного устройства- проходимость по размокшим грунтам и неровностям поверхности. Отличительная особенность от автомобильных пневмоколесных кранов – способность работать без выносных опор(аутригеров).

Гусеничные краны по сравнению с другими типами кранов имеют самое малое давление на грунт, обладают высокой проходимостью и маневренностью. [3].

На сегодняшний день, выпуск новых гусеничных кранов превышает выпуск пневмоколесных. Анализируя производство кранов на гусеничном ходу в РФ, можно заметить, что с 1997 года по 2006 год их выпуск вырос почти на 60 %.

Один из лидеров российского подъемно-транспортного машиностроения – ОАО «Челябинский

механический завод» начал работать в январе 1942 г. [4].

Предприятие выпускает довольно обширную линейку машин с дизель-электрическим приводом (имеющим в условиях эксплуатации в России определенные преимущества перед гидравлическими) грузоподъемностью от 25 до 100 т, с длиной стрелы от 17 до 70 м. На любой кран можно установить несколько видов навесного оборудования: мачту копровую, молот, грейфер, электромагнит, буровое оборудование, а также по запросу клиентов оборудование других видов. [5].

Наиболее подходящим будет гусеничный кран ДЭК-251, выпускаемый челябинским механическим заводом уже более 40 лет. Данный кран может работать от внешней электросети (380 В).



Рисунок 3. Гусеничный кран ДЭК-251, грузоподъемностью 25 тонн

Автомобильные краны.

Автокран- самоходный кран стрелового типа, снабженный башенно-стреловым оборудованием, способный перемещаться без груза. Устойчивость такого крана обеспечивается за счет силы тяжести. Автокран - самый распространенный вид стреловых самоходных кранов.

За последние годы активно набирает обороты производства отечественных автокранов Ивановский машиностроительный завод «Автокран».

2018 год акционеры закончат с объемом производства в 375 ед. автокранов. Программа 2019 г. Предусматривает выпуск 779 ед., и в случае реализации этого плана «Ивановец» займет 36% рынка. [7].

Основная отличительная особенность автокранов перед гусеничным и пневмоколесным – способность самостоятельно передвигаться по автомобильным и грунтовым дорогам, преодолевая подъемы до двадцати градусов. Высокая мобильность -

Также на кране установлен дизельный двигатель, дающий возможность работать автономно. ДЭК-251 может свободно перемещаться с грузом по строительной площадке в любом направлении.

Перемещение с грузом массой 25 тонн на основной стреле и до 2,5 тонн на жестком гуське с максимальной скоростью 1 км/ч на неподготовленной площадке. [6].

Недостаток гусеничного крана - отсутствие возможности перемещаться на большие расстояния своим ходом. Наиболее часто применяемый способ транспортировки гусеничных кранов- автомобильный транспорт. Для этого шасси с поворотной платформой необходимо перевозить на платформе грузоподъемностью до 40 тонн.

основное его достоинство. Но несмотря на относительно небольшие габариты, может возникнуть проблема с работой автокрана в стесненных условиях и проходах из-за необходимости использования выносных опор(ауригеров). Длина выносных опор может достигать шесть метров.

На сегодняшний день производство автокранов в разы выше, чем производство гусеничных и пневмоколесных кранов. Отечественные торговые марки «Галичанин» и «Клинцы» заслуживают особого внимания.

Один из наиболее распространенных автокранов- «Галичанин» КС-55713-1 грузоподъемностью 25 тонн, монтируемый на базе шасси автомобилей КАМАЗ-65115.

Несмотря на довольно большое разнообразие выпуска отечественных автокранов, на сегодняшний день выпуск зарубежных автокранов опережает отечественных производителей. Многие иностранные компании выпускают автокраны с грузоподъемностью до 1200 тонн. Например,

американская компания Terex Corporation выпускает автокраны с грузоподъемностью от 22,7 до 1200 тонн.

Автокран Terex, рассчитанный на 1200 тонн, впервые представился миру в 2009 году по фотогра-

фиям компании Cranes Today. Несмотря на огромную грузоподъемность, кран может перемещаться по дороге со стрелой в пределах нагрузки на ось 12 тонн. Оказавшись на рабочей площадке, кран самонастраивается, используя только поворотную рукоятку для установки выносных опор. [8].



Рисунок 4. автомобильный кран «Галичанин» КС-55713-1, грузоподъемностью 25 тонн

Сравнение основных характеристик современных стреловых кранов для возведения одноэтажного промышленного здания из металлокаркаса.

№	Основные характеристики	Гусеничный кран ДЭК-251	Автомобильный кран КС-55713-1	Пневмоколесный кран КС-5871
1	Грузоподъемность максимальная, т	25	25	25
2	Максимальный грузовой момент, тм	118,75	80	80
3	Грузоподъемность при работе без выдвигания опор, т	—	—	6,75
4	Длина стрелы, м			
	Основная	14	9,7	8,3
	Максимальная	32,75	21,7	20,5
5	Максимальная высота подъема крюка	36	21,9	27,5
6	Скорость опускания груза, минимальная, м/мин.	1-10	5-12	6-40
7	Скорость перемещения без груза, км/ч	1	60	40
8	Частота вращения поворотной части, об./мин	0,3-1	0,15- 1,4	0,2-2,5
9	Транспортные габаритные размеры (без стрелы), мм			
	Длина	6965	12000	10750
	Ширина	4760	2500	2500
	Высота	4300	3900	3500
10	Полная масса крана, т	36,12	20,5	24
11	Тип двигателя	Электрический/ механический	Механический	Механический
12	Изменяемость длины стрелы	Не выдвигаемые устройства	Выдвигаемые устройства	Выдвигаемые устройства
13	Средняя цена за новый кран по России ,млн. руб.	10	7	11

Выводы: Проанализировав три различных вида стреловых кранов, нельзя в полной мере определить какой из них лучше. У каждого есть свои определенные достоинства и недостатки.

Тема данной статьи: «Особенности оптимального выбора строительного крана при возведении одноэтажного промышленного здания из металлоконструкций». Следовательно, основными критериями, по которым необходимо подбирать кран для возведения такого типа зданий является проходимость и маневренность.

Нередко возводимые цеха находятся в удаленной местности от города, где специально подготовленные подъездные пути представлены грунтовыми дорогами. По проходимости наиболее оптимальным будет гусеничный или пневмоколесный кран. Только гусеничный кран самостоятельно не сможет добраться до отдаленной стройплощадки, в связи с чем могут возникнуть определенные сложности.

Одноэтажные здания из металлокаркаса относятся к быстровозводимым, следовательно, время на монтаж такого здания должно сводиться к минимуму. Исходя из таких критериев, как скорость опускания груза, скорость перемещения груза, частота вращения поворотной части, можно заметить, что пневмоколесный кран обходит свои конкурентов.

Проблема, с которой может столкнуться строительная организация при необходимости приобретения пневмоколесного крана - это его высокая стоимость, а также малая распространенность по сравнению с автомобильным или гусеничным.

Список литературы

1. О.В. Ключникова, А.А. Цыбульская, А.Г. Шаповалова Основные принципы выбора типа и количества строительных машин для комплексного

производства работ // Научный журнал «Инженерный вестник Дона» 2013г.

2. Коклюгин А.В., Коклюгина Л.А., Мухаметрахимов Р.Х. Технические характеристики стреловых кранов // Пособие к курсовым проектам и дипломному проектированию для студентов специальности 271101.65 «Строительство уникальных зданий и сооружений», направления подготовки 270800.62 «Строительство», профилей: «Промышленное и гражданское строительство», «Водоснабжение и водоотведение», «Проектирование зданий» 2013 — 11 с.

3. Соколов Г.К. Выбор кранов и технических средств для монтажа строительных конструкций // Учебное пособие — Москва 2002г. — 8 с.

4. Григоров О.В., Водченко О. П. Современные гусеничные краны. Анализ. Перспективы // Научно-техническая статья 2008 — 37 с.

5. Виталий Орлов Гусеничные краны: по-прежнему универсальные и надежные // Статья из научного журнала «Основные средства» 13 марта 2019г.

6. Коклюгин А.В., Коклюгина Л.А., Мухаметрахимов Р.Х. Технические характеристики стреловых кранов // Пособие к курсовым проектам и дипломному проектированию для студентов специальности 271101.65 «Строительство уникальных зданий и сооружений», направления подготовки 270800.62 «Строительство», профилей: «Промышленное и гражданское строительство», «Водоснабжение и водоотведение», «Проектирование зданий» 2013 — 45 с.

7. Леонид Малютин «Ивановец»: возрождение // Статья из научного журнала «Основные средства» 11 января 2019г.

8. Trade magazine «Cranes Today» // Put to the test 22 August 2012.

НЕОБХОДИМОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Половинкин Андрей Павлович

Студент 5 курса Академии Строительства и Архитектуры Самарского государственного технического университета, г. Самара

Дормидонтова Татьяна Владимировна

кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой, Академия Строительства и Архитектуры Самарского государственного технического университета, г. Самара

АННОТАЦИЯ.

В статье выполнена и проанализирована необходимость проведения инженерно-геологических изысканий для составления проектной документации, Исследования проводились на примере действующего объекта: «ремонт автомобильной дороги общего пользования регионального значения». В работе обоснованы принятые решения, сформулированы этапы проведения изысканий.

ABSTRACT

The article carried out and analyzed the need for carrying out engineering and geological surveys for the preparation of project documentation. The studies were conducted on the example of the existing facility: "repair of a public road of regional importance." In this paper, the decisions are grounded, the stages of the survey are formulated

Ключевые слова: Инженерно-геологические изыскания; инженерно-геологические элементы; полевое исследование.

Keywords: Engineering-geological surveys; engineering-geological elements; field research.

Введение

Объектом инженерно - геологических изысканий являлась автомобильная дорога общего пользования. В задачу инженерно-геологических изысканий входило комплексное изучение инженерно-геологических условий трассы, включая рельеф, геологическое строение, гидрогеологические условия, состав и свойства грунтов, необходимых для обоснования и принятия решений по проекту.

Инженерно-геологические изыскания обязательны при проектировании и строительстве автомобильных дорог и инженерных сооружений. [5. п. 4.2]

Во время проведения инженерно-геологических изысканий производились буровые работы, необходимые для получения данных о геологическом строении участка ремонтируемой автомобильной дороги.

В ходе проведения изысканий установлено, что верхняя толща (4,5-7,5 м) участка сложена рыхлыми отложениями. Грунтовые воды вскрываются на глубинах 4,0-6,7м.

В работе проводилась камеральная обработка полевых материалов, статистическая обработка результатов лабораторных испытаний, была проведена оценка неоднородности грунтов [5, п. 5.11]. На основании приведенных показателей выделено 7 ИГЭ [2. п. 5], представленных в таблице 1.

За нормативные значения анализируемых характеристик принимались средние значения результатов частных определений по каждому выделенному ИГЭ.

Доверительная вероятность расчетных значений, $\alpha = 0,85$.

Нормативная глубина сезонного промерзания в ходе изысканий составила для глины, суглинка – 154см, песка мелкого и пылеватого -188 см.

Таблица 1 Перечень инженерно-геологических элементов (ИГЭ)

№ИГЭ	Стратиграфогенетическая характеристика	Описание грунтов	Глубина залегания, м	Абсолютная отметка, м	Мощность, м
1	2	3	4	5	6
1	Современные техногенные отложения (tQIV)	Насыпной грунт – суглинки тяжелые пылеватые, бурые, ярко - коричневые, полутвердые с гнездами почвы и прослойками мелкого песка	0,0	38,07-40,41	0,6-3,3
2		Насыпь - пески пылеватые, бурые, коричневые, глинистые, маловлажные, средней плотности	0,0-2,4	37,27-41,18	0,1-1,6
3	Современные элювиальные отложения (eQIV)	Почвенно – растительный слой глинистый, темно – серый до черного, полутвердый	1.3-3.3	35.36-39.68	0.1-0.7
4	Верхнечетвертичные аллювиальные отложения (aQIII)	Пески мелкие, коричневые, ярко – коричневые, влажные, средней плотности с прослойками суглинка	3.5-4.8	33,86-39,54	0,2-1,6
5		Глины легкие пылеватые, коричневые, ярко – коричневые, полутвердые	1,0-3,4	34,57-39,11	Вскрытая 0,9-4,0
6		Суглинки легкие пылеватые, коричневые, тугопластичные и мягкопластичные	3,7-4,4	34,95-37,51	Вскрытая 1,2-2,8
7		Глины легкие пылеватые, коричневые, ярко – коричневые, тугопластичные	4,6-5,0	33,66-35,75	Вскрытая 0,3-2,9

Прочностные и деформационные характеристики грунтов основания приведены в таблице 2.

Таблица 2 Прочностные и деформационные характеристики грунтов основания

Наименование грунта	№ ИГЭ	Расчетное сопротивление R_0 , кПа	Значения характеристик (естественное состояние)						
			расчетные $\alpha=0.85$			E, МПа	расчетные $\alpha=0.95$		
			γ_{II} , кН/м ³	ϕ_{II} , град.	СИ, кПа		γ_I , кН/м ³	ϕ_I , град.	СИ, кПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Пески мелкие	4	147	17,1	32	2,2	29	17,0	29	1,5
Глины легкие пылеватые, тугопластичные	5	312	19,2	18	47	21,9	19,0	17	39

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что грунты служат достаточно надёжным естественным основанием земляного полотна.

В период эксплуатации автодороги, резких проявлений геологических и инженерно-геологических процессов не выявлено.

Результаты рекогносцировочного обследования, следующие: активные геологические процессы не проявлены, при обследовании полосы автодороги и близлежащей территории, симптомов карстовых деформаций не выявлено.

По совокупности факторов, прогноз изменений геологической среды в процессе ремонта и эксплуатации объекта благоприятный, но в весенний период в днищах суходолах, возможен застой поверхностных вод и появление временного водотока в оврагах, за которыми нужно вести наблюдение [8, выпуск 130.].

Помимо изысканий было проведено обследование существующей дорожной одежды [2, с 137], в результате которого были выявлены деформации в виде колеяности на покрытии глубиной 1-5 см [3, с. 118], одиночные продольные и поперечные трещины, местами выявлены сетки трещин с мелкими и крупными ячейками, обнаружены участки, где происходит обрушение кромок проезжей части.

По итогам проведенного обследования было установлено, что существующая дорожная одежда трассы на всём протяжении имеет следующие дефекты:

- состояние покрытия неудовлетворительное, толщина конструктивного слоя 11-20 см;
- основание – щебень, толщина конструктивного слоя 17-40 см;
- дренарующий слой – песок мелкий, маловлажный, толщина 15-30 см.

По результатам проведённых изысканий, исходя из геологических, геоморфологических, гидрогеологических факторов, учитывая инженерно-геологические процессы, оценка территории по условиям строительства следующая:

1. Трасса автодороги проложена в насыпи. С поверхности грунты основания перекрыты насыпными грунтами, мощностью от 0,8-3,3 м, в понижениях рельефа до 5,33 м.
2. Основание автодороги сложено четвертичными отложениями, в литологическом отношении

представленные песками мелкими, глинами, суглинками.

3. На период изысканий грунтовые воды вскрыты отдельными скважинами. В весенний период, в пределах суходолах, возможно появление временного водотока или застоя поверхностных вод.

4. По критерию подтопляемости трасса автодороги относится к типу II-Б₁

5. По относительной деформации пучения грунты основания земляного полотна от сильнопучинистых до слабопучинистых.

6. Нормативная глубина сезонного промерзания в ходе изысканий составила для глины, суглинка – 154см, песка мелкого и пылеватого -188 см.

7. Инженерно-геологические условия являются благоприятными для ремонта автодороги.

Полученные результаты комплексных изысканий обладают определенной достаточностью для обоснования конструктивных решений и подготовки проектной документации.

Список использованных материалов

1. ГОСТ 20522-96. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний. - М.: ГПЦНС, 1996.
2. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация. – МНТКС.: МГС, 2012.
3. Давыдов А.Н., Исследование формы колеобразований на проезжей части автомобильных дорог // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство Самарский государственный архитектурно-строительный университет. Самара, 2016. С. 116-120.
4. ОДН. 218.0.006-2002 Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог. – М.: 2002. – с. 137.
5. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. – М., 1997.
6. СП 115.13330.2016/ СНиП 22-01-95/. Геофизика опасных природных воздействий. Актуализированная редакция. - Минрегион России, 2017
7. СП 34.13330.2012 /СНиП 2.05.02-85*/. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция. Минрегион России. - М., 2012.
8. Уточненный прогноз весенних максимальных уровней грунтовых вод на территории Российской Федерации на 2016 год. ФГБУ «Гидроспецгеология», выпуск 130.

*Салиханова Д.С.,**д.т.н.,**Шарифжонов С.С.,**магистр**Абдурахимов А.А.,**д.т.н.,**Аззамова Ф.Н.,**м.н.с.**Эшметов И.Д.**д.т.н.*DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.3.61.23](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.3.61.23)

Основной проблемой питания в мире является недостаток белка (дефицит которого для населения Земли составляет около 15 млн. т) и его несбалансированность в пищевом рационе людей. В нашей стране эта проблема стоит особенно остро в связи со значительным ухудшением питания населения, сокращением в его рационе продуктов животноводства [1].

Ценным в биологическом отношении продуктом питания является соевое масло. Для дальневосточного региона задача полного использования местных нетрадиционных ресурсов приобретает особое значение, так как климатические условия определяют повышенную потребность в биологически активных веществах, которыми богаты соевые бобы. Все это требует поиска прогрессивных, экономически целесообразных и малоэнергоёмких технологий получения и очистки соевого масла. Для увеличения выпуска соевого масла большое значение имеет поиск новых аппаратно-технологических схем производства и очистки соевого масла, которым принадлежит ведущая роль в формировании качества готового продукта [2].

Анализ работы существующих схем и технических средств для получения и очистки соевого масла показал, что ощущается недостаток малоэнергоёмких технологий и технических средств очистки соевого масла из соевых бобов [3]. На сегодняшний день фермерские хозяйства испытывают недостаток специального малогабаритного оборудования, позволяющего с высокой эффективностью производить соевое масло. В связи с этим совершенствование процесса получения соевого масла и разработка малогабаритного оборудования для тонкой очистки соевого масла является актуальной задачей.

На сегодняшний день для отбелки растительных масел часто используют глинистые и угольные адсорбенты и т.п. Истинные бентонитовые глины, как правило, в естественном состоянии не проявляют отбеливающих свойств. В процессе кислотной активации (минеральными кислотами) происходит удаление из минералов окислов алюминия,

щелочных и щелочно-земельных металлов и замещение их в диффузионном слое на водород.

Для этого нами проведено кислотная активация глин Навбахарского месторождения Узбекистана. Кислотная активация (серной или соляной кислотой) бентонитов и палыгорскитов, уменьшает не только количество монтмориллонита, но и величину изоморфных замещений в его структуре, которая влияет на величину общего отрицательного заряда на поверхности глины и его катионообменной ёмкость [4].

Повышение активности обработанных кислотой серно-кислотной бентонитов связаны с замещением катионов натрия, кальция, магния на H^+ , Al^{3+} , и увеличением общей обменной кислотности (H^+ , Al^{3+}) и величины удельной поверхности ($125-200 \text{ м}^2/\text{г}$) при их активации. Здесь же уменьшается величина его обменной ёмкости, ионы водорода активирующей кислоты не только вытесняют обогащенные катионы с обменных позиций, но и проникают в глубь структуры монтмориллонита. Это сопровождается разрушением его структуры и вобменом положений наряду с ионами водорода появляются катионы алюминия.[5].

К сожалению, при жесткой кислотной активации глин, вследствие растворения значительного количества полуторных оксидов разрушается кристаллическая структура монтмориллонита, после чего в основном, остаются неактивные оксиды кремния. При рациональном режиме кислотной активации глин исчезают микропоры, увеличивается число водородных связей на поверхности адсорбента, которые значительно обогащаются переходными порами (3-20 нм), необходимыми для очистки и осветления масляных растворов, содержащих высокомолекулярные вещества [6].

Активацию проводили в следующих условиях: глина в соотношении с кислотой составляет 1:2, концентрация кислоты 10%-ная. Активацию проводили в течение 2,4,6 часов. Количество адсорбента при этом составляло 1%. Исходная цветность соевого масла 18 мгJ_2 . Показатели осветленного соевого масла определяли по [7]. Полученные результаты приведены в табл.1.

Таблица 1. Результаты отбелки активированными адсорбентами полученными активацией соляной кислотой

№ обр	Время активации, час	Показатели осветлённого соевого масла			Фильтруемость масла при вводе 2% адсорбента, мл/5 сек
		выход, %	цветность, мг J ₂	кислотное число, мг КОН/г	
1	2	97,3	15	0,28	18,2
2	4	96,5	12	0,24	16,2
3	6	93,2	14	0,22	15,8
4	Пакистан (контроль)	97,2	14	0,22	16,9

Как видно из данной таблицы с увеличением времени активации повышается адсорбционные способности активированных глин. Однако, выход с увеличением времени активации сильно снижается. Поэтому оптимальным для дальнейших исследований времени активации выбрано 4 часа, т.к.

полученные при этом времени адсорбенты дают самые хорошие результаты адсорбции соответствующим ГОСТам.

Далее нами изучено влияние количества от 1 до 2,0% адсорбента на процесс отбелки нейтрализованного соевого масла. Полученные результаты приведены в табл 2.

Таблица 2. Влияние количества активированных адсорбентов на показатели отбеленного соевого масла

Количество адсорбента, %	Показатели осветлённого соевого масла		
	выход, %	цветность, мг J ₂	кислотное число, мг КОН/г
Навбахарский бентонит			
0,5	97,9	14,0	0,26
1,0	96,5	12,0	0,24
1,5	95,9	12,0	0,22
2,0	95,1	12,0	0,20
Пакистанский бентонит (контроль)			
0,5	97,9	14,0	0,24
1,0	97,2	14,0	0,22
1,5	96,9	13,0	0,20
2,0	95,2	12,0	0,2

Из таблицы видно, что оптимальным количеством адсорбента является 1%, а дальнейшее повышения количества приводит потери ценного масла. А для контрольного варианта Пакистанской глины оптимальным количеством является 2%. Это 2 раза больше чем показателей адсорбента полученных из местных глин. Из таблицы видно, что чем осветляется соевое масла, тем меньше выход. Однако при выборе адсорбента маслосемотность адсорбента и выход масло, имеет важную экономическую роль.

Использованная литература

1. Дергаусов, В.И. Эффективность переработки семян масличных культур в 1999 г Текст. / В.И. Дергаусов // Масложировая промышленность. 2004. - № 2. — С. 46 – 55.

2. Харченко, Галина Михайловна Повышение эффективности технологического процесса очистки соевого масла и обоснование параметров фильтрующей центрифуги // Дисс на соискание канд. наук., 2005, Благовещенск.

3. Свеженцов, А.И. Зерно сои и питание животных и человека Текст. / А.И. Свеженцов // Вестник сельскохозяйственной науки.-1992.-№ 7.-С. 126-128.

4. Абдуллаев А.А. Вторичная структура, пористость палыгорскитовых глин и их регулирование // Автореф. диссерт. канд. хим. наук, Ташкент, 1974. -25 с.

5. Рубинский М.В., Шептало Н.Е., Сухарев С.С. Предотвращение высокотемпературного загустивания глинистых растворов солями алюминия // В кн.: Физико-химическая механика дисперсных структур. М.: Наука, 1966. с.196-198.

6. Абдурахимов С.А., Бахтияров С.Б., Салимов З.С., Латипов Б.Х., Тиллаева Г.У. Оценка степени осветления масла и избирательности адсорбента к сопутствующим триацилглицеринам веществ. // Узбекский химический журнал, 1998, №1, с.66-69.

7. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров. Под редакцией Сергеева А.Г. Л.1973, том 2, С. 158-162.

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОСНЫЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ ХЛОПКОВОГО МАСЛА НА РАЗРАБОТАННЫХ КОМПОЗИЦИЯХ АДСОРБЕНТОВ

Салиханова Д.С.,

Очилов Ф.Э.,

Ачилова, С.С.,

Сагдуллаева Д.С.,

DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.2.61.15](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.2.61.15)

Сегодня в мире обеспечение населения безопасными продуктами питания и удовлетворение в требуемом уровне потребности в продуктах питания важное значение имеет пищевая промышленность. Поэтому стабильное развитие производства местных продуктов питания и сырья, поставка на рынок безопасных и качественных продуктов питания по нормам потребления в установленном ассортименте остаётся одной из главных задач [1].

Концепция оптимального питания, лежащая в основе современных представлений о питании и здоровье, предусматривает необходимость нового подхода к составу и свойствам продуктов питания, которые должны не только удовлетворять потребностям организма человека в пищевых веществах и энергии, но и обеспечивать его всем спектром необходимых макро- и микронутриентов, способствуя профилактике алиментарно-зависимых заболеваний, сохраняя здоровье и долголетие [2].

Следовательно, для эффективной отбелки (очистки) хлопковых масел целесообразно использовать полиминеральные композиции из угольных и глинистых адсорбентов. Известно, что сопутствующие триацилглицеринам вещества масла по спектральным характеристикам классифицируются в следующие группы:

Первая группа веществ (госсипол, каротиноиды и их производные) являются основным источником красной окраски хлопкового масла;

Вторая группа (хлорофилл, феофитин и их производные) обуславливает синий цвет окраски хлопкового масла.

Установлено, что с ухудшением качества перерабатываемых хлопковых семян и увеличением лужистости мятки содержание синих пигментов в масле увеличивается. Мы исследовали осветление хлопкового масла с цветностью 14 красных единиц

при 35 желтых в лабораторных условиях в присутствии 1% композиций адсорбентов. При этом отбелка масел осуществлялась при температуре 70-85°C и перемешивании фаз, равном 150 об/мин.

В табл.1 представлены результаты осветления хлопковых масел в присутствии различных композиций адсорбентов.

Из табл. 1 видно, что наиболее максимальное удаление госсипола каратиноидов и их производных (1,998) достигается на полиминеральной композиции адсорбентов ПКА-3, которая состоит из щелочного бентонита Навбахорского месторождения (50%) и обогащенного каолина Султан-Увайского месторождения (50%). Эта же композиция способствует максимальному удалению хлорофилла и их производных и из прессового хлопкового масла.

По избирательной способности изученные композиции располагаются в следующем порядке убывания:

по госсиполу, каратиноидами их производным:

ПКА-3 > ПКА-4 > ПКА-1 > ПКА-2

по хлорофиллу феофитину и их производным:

ПКА-3 > ПКА-4 > ПКА-2 > ПКА-1

Безусловно, создание полиминеральных композиций из разработанных позволяет значительно повысить качество очистки растительных, в частности хлопковых масел, что способствует повышению технико-экономических показателей данного производства.

Конечно, для комплексной оценки эффективности предлагаемых полиминеральных композиций адсорбентов необходимо изучить и другие не менее важные показатели, которые также влияют на технологию осуществления рассматриваемого процесса.

Таблица 1. Изменение степени осветления прессового хлопкового масла по госсиполу, хлорофиллу и их производным на разработанных полиминеральных композициях адсорбентов

Состав полиминеральных композиций адсорбентов	Степень осветления хлопкового масла	
	по госсиполу, каратиноидам и их производным	по хлорофиллу, феофитину и их производным
ПКА-1 [щелочной бентонит Навбахарского месторождения (50%)+ обогащенный каолин Ангренского месторождения (50%)]	1,843	1,356
ПКА-2 [карбонатный палыгорскит Навбахорского месторождения (50%)+ обогащенный каолин Ангренского месторождения (50%)]	1,670	1,424
ПКА-3 [щелочной бентонит Навбахорского месторождения (50%)+ обогащенный каолин Султан-Увайского месторождения (50%)]	1,945	1,555
ПКА-4[карбонатный палыгорскит Навбахорского месторождения (50%)+ обогащенный каолин Султан-Увайского месторождения (50%)]	1,845	1,470

К числу таких показателей относится маслосе-
мкость адсорбентов, фильтруемость масла, выход от-
беленного масла и др.

Для изучения адсорбционных свойств прове-
дено отбелка хлопковых масел. Проводили анализы
при следующих режимах: температура отбелки
хлопкового масла с цветностью 14 кр и 4 синих ед.

при 35 желтых поддерживалась при 90-95⁰С, а ско-
рость перемешивания фаз составило 150 об/мин.
При этом количество вводимой композиции адсор-
бентов равнялось 1% массы масла.

Полученные результаты представлены в табл.
2.

Таблица 2. Показатели предлагаемых композиций адсорбентов при отбелке хлопкового масла

Тип адсорбента и ком- позиции	Маслосе- мкость, %	Фильтруемость масла при вводе 1% адсорбента, мл/5 сек	Выход отбе- ленного масла, %
ЩБ НМ (контроль)	50,6	17,9	96,3
КП СУМ (контроль)	43,5	15,4	97,8
ПКА-1	46,4	15,8	96,7
ПКА-2	44,8	16,2	97,2
ПКА-3	45,4	18,5	98,9
ПКА-4	44,7	16,7	98,2

Из табл. 2. видно, что маслосе-
мкость предлага-
емых композиций по сравнению с маслосе-
мкостью ЩБ НМ (50%) значительно ниже, что положи-
тельно влияет на снижение потерь масла. Известно,
что хлопковое масло получают способами форпрес-
сования и экстракции углеводородными раствори-
телями. При использовании второго метода в со-
ставе полученных масел содержатся остатки угле-
водородов, которые отрицательно влияют на
качество получаемого продукта. Данные тяжелые
фракции углеводородов не удаляются из экстрак-
ционных масел даже при высоких температурах ди-
стилляции мисцелл.

Одним из эффективных способов удаления
остатков тяжелых углеводородов из экстракцион-
ных масел считается применение активных углей
[3], которые из-за высокой маслосе-
мкости (60% и
более) не используются на производствах.

Учитывая это нами на основе ПКА-3 были со-
зданы две новые композиции, в состав которых в
качестве третьего компонента введен активный
уголь 2БПК. Соотношение компонентов в ПКА-5
равна 50:50 (%) в ПКА-6 равно 60:40 (%).

Результаты адсорбционной очистки экстрак-
ционного хлопкового масла (с цветностью 18 кр. И
6 синих ед. при 35 желтых) созданными полимине-
ральными композициями ПКА-5 и ПКА-6 пред-
ставлены в табл. 3.

Таблица 3. Физико-химические показатели экстракционных хлопковых масел, отбеленных предлагае-
мыми трехкомпонентными композициями ПКА-5 и ПКА-6

Наименование показателей масла	ПКА-3(контроль)	ПКА-5	ПКА-6
Цветность, ед при 35 желтых:			
-красных ед	9,8	8,5	8,0
-синих ед	0,6	0,4	Отс
Перекисное число, мг-экв O ₂ /кг	2,35	1,84	1,75
Кислотное число, мг КОН/г	2,98	2,71	2,65
Остаточное содержание углеводородов, %	0,031	0,009	0,007

Из табл. 3. видно, что введение в состав ПКА-
3 третьего компонента-активного угля марки 2БПК
в количестве 40-50% от массы композиции позво-
лило удалить остатки тяжелых углеводородов из
экстракционного хлопкового масла. Кроме того
значительно снижаются цветность отбеливаемого
масла, его кислотное и перекисное числа, что положи-
тельно влияет при их длительном хранении.

Следовательно, создание и применение ряда
полиминеральных двухкомпонентных и трехком-
понентных композиций адсорбентов, позволяет
значительно повысить качество получаемых фор-
прессовых и экстракционных хлопковых масел,
снизить потери и себестоимость их производства.

Эффективность адсорбционной очистки масел
и жиров, безусловно, зависит от природы и струк-
туры применяемого адсорбента, особенно от его
родственности к извлекаемым компонентам [4].

В растительных маслах содержатся различные
по составу по свойствам пигменты. Известно боль-
шое число пигментов, относимых к группе кароти-
ноидов. Их подразделяют на углеводородные со-
единения, называемые каротинами, и кислород со-
держащие производные, объединяемые часто
одним общим названием ксантофиллов.

Каротины устойчивы к щелочам при темпера-
турах рафинации, поэтому в ходе щелочной рафи-
нации растительных масел происходит лишь незна-
чительное осветление масла, главным образом за
счет частичной сорбции пигментов соапстоком.

Хлорофилл представляет собой зеленый пигмент, который содержится в некоторых масличных семенах наряду с каротиноидами. Хлорофилл и некоторые продукты его распада содержатся во многих растительных маслах. Много хлорофилла содержится в экстракционном масле из незрелых семян.

В растительных маслах после щелочной рафинации в значительной мере сохраняются хлорофилл *b* и феофитины.

Использование активных угольных адсорбентов индивидуально связано с некоторыми отрицательными факторами, а именно: масло, содержащее

уголь, фильтруется медленнее, чем с другими адсорбентами; мелкие частицы угля проходят через фильтр ткань, из-за чего снижается эффект осветления; осадок, снимаемый с фильтр-прессов, несмотря на высокое содержание в нем масла, пока не находит применения.

Поэтому использование глинистых адсорбентов считается рациональным способом очистки и отбеливания растительных, в частности хлопковых масел.

В табл.4 представлены результаты осветления хлопковых масел в присутствии разработанных композиций адсорбентов.

Таблица 4. Изменения степени осветления по госсиполу, хлорофиллу и их производным на разработанных полиминеральных композициях адсорбентов

Состав полиминеральных композиций адсорбентов	Степень осветления прессового хлопкового масла	
	по госсиполу, каратиноидам и их производным	по хлорофиллу, феофитину и их производным
КБА-1 [Султан-Увайский каолин (50%)+ бентонит «Жахон» (50%)]	1,887	1,411
КБА-2 [Султан-Увайский каолин (30%)+ бентонит «Жахон» (70%)]	1,989	1,475
КБА-3 [Султан-Увайский каолин (70%)+ бентонит «Жахон» (30%)]	1,925	1,429

Из табл. 4. видно, что наиболее максимальное удаление госсипола, каратиноидов и их производных (1,989) достигается на полиминеральной композиции адсорбентов ПКА-2, Султан-Увайский каолин (30%) и бентонит «Жахон» (70%). Эта же композиция способствует максимальному удалению хлорофилла и их производных из хлопкового масла.

По избирательной способности изученные композиции располагаются в следующем порядке убывания:

по госсиполу, каратиноидами их производным:

КБА-2>КБА-3>КБА-1

по хлорофиллу феофитину и их производным:

КБА-2>КБА-3>КБА-1

Безусловно, разработка и применение полиминеральных композиций из адсорбентов, активированных соляно-кислотным термическими методами значительно повысило избирательную (селективную) очистку растительных, в частности хлопковых масел, что повышает технико-экономические показатели данного производства [5].

Конечно, для комплексной оценки эффективности предлагаемых полиминеральных композиций адсорбентов необходимо изучать и другие не менее важные показатели, которые также положительно влияют на технологию осуществления рассматриваемого процесса.

Таблица 5. Показатели созданных композиций адсорбентов при отбелке хлопкового масла

Тип адсорбента и композиции	Маслоемкость, %	Фильтруемость масла при вводе 2% адсорбента, мл/5 сек	Выход отбеленного масла, %
Султан-Увайский каолин (контроль)	49,6	14,9	96,3
Бентонит «Жахон» (контроль)	47,7	15,2	97,8
КБА-1	46,8	16,5	96,7
КБА-2	44,5	17,4	98,2
КБА-3	45,6	16,8	97,9

К числу таких показателей относятся: маслоемкость композиции адсорбентов, фильтруемость масла, выход отбеленного масла и др. Мы изучили эти композиции при отбелке рафинированного хлопкового масла.

При этом количество вводимой композиции адсорбентов равнялось 2% массы масла. Полученные результаты представлены в табл. 5.

Из табл. 5. видно, что маслоемкость предлагаемых композиций по сравнению с маслоемкостью Султан-Увайский каолин (50,6%) значительно

ниже, что положительно, влияет на снижение потерь масла. Известно, что хлопковое масло получают способами форпрессования и экстракции углеводородными растворителями.

При использовании второго метода в составе полученных масел содержатся остатки углеводородов, которые отрицательно влияют на качество получаемого продукта. Эти тяжелые фракции углеводородов не удаляются из экстракционных масел даже при высоких температурах дистилляции мисцелл.

Одним из эффективных способов удаления остатков тяжелых углеводородов из масел считается применение активных углей, которые из-за высокой маслосмочности (60% и более) не используются на практике индивидуально [3].

Учитывая это нами на основе КБА-2 были созданы новые композиции, в состав которых в качестве третьего компонента введен углещелочной адсорбент марки 2БПК. Соотношение компонентов в КБУА-1 равно 70:30 (%), в КБУА-5 равно 60:40 (%).

Результаты адсорбционной очистки экстракционного хлопкового масла (с цветностью 18кр. и 4синих ед. при 35желтых и кислотным числом 1,5

мг мг КОН/г) созданными полиминеральными композициями КБУА-1 и КБУА-2 представлены в табл. 6.

Из табл.6. видно, что введение в состав композиций КБУА-1 третьего компонента-углещелочного адсорбента марки 2БПК в количестве 30% от массы композиции позволило удалить остатки тяжелых углеводородов из экстракционного хлопкового масла. Кроме того значительно снижаются цветность отбеливаемого масла, его кислотное и перекисное числа, что положительно влияет при их длительном хранении.

Таблица 6. Физико-химические показатели экстракционных хлопковых масел, отбеленных предлагаемыми трехкомпонентными композициями КБУА-1 и КБУА-2

Наименование показателей масла	КБА-2 (контроль)	КБУА-1	КБУА-2
Цветность, ед при 35 желтых:			
-красных ед	8,5	7,8	8,2
-синих ед	0,6	0,0	0,2
Перекисное число, мг-экв O ₂ /кг	2,35	1,79	1,82
Кислотное число, мг КОН/г	0,98	0,3	0,5
Остаточное содержание углеводородов, %	0,031	0,006	0,008

Таким образом, наиболее максимальное удаление госсипола, каратиноидов и их производных (1,989) из хлопкового масла достигается на полиминеральной композиции адсорбентов КБА-2, которая состоит из Султан-Увайский каолин (30%) и и бентонит «Жахон» (70%). Эта же композиция способствует максимальному удалению хлорофилла и их производных из хлопкового масла.

Кроме того, введение в состав КБУА-1 третьего компонента углещелочного адсорбента марки 2БПК в количестве 30% от массы композиции позволило удалить остатки тяжелых углеводородов и канцерогенного 3,4-бензоперина из экстракционного хлопкового масла.

Использованная литература

1. Разработка технологии получения направленно-активированных глинистых адсорбентов с использованием СВЧ-излучения // Дисс на соискание канд техн. наук., Ташкент, 1999г, С.6-9.

2. Т.В. Пилипенко, Л.П. Нилова, Н.И. Пилипенко Экологические проблемы биохимии и технологии // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии», 2014, №2,41-49.

3. Дубинин М.М., Плаченев Т.Г. Адсорбенты, их получение, свойства и применение-Л.: Наука, 1971, С.203-208.

4. Салиханова Д.С., Собиров Б.Т., Агзамходжаев А.А. Термоактивированные глинистые адсорбенты для отбелики хлопковых масел // Журнал «Химическая промышленность» Россия.,2014, Т.91, №4. С.211-214.

5.Salihanova D.S, Eshmetov I.D, Ergashev S.A, Bukhorov S.B, Agzamhodjaev A.A. Carbon adsorbents for cleaning of cotton oil // Inter. Conf. «International Scientific Review of the Problems and Prospects of Modern Science and Education» - Boston (USA), 2016., – pp 127-130

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЗАИМОЗАМЕЯЕМОСТИ В ПОСАДКАХ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

Сапожников Иван Иванович

*доцент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством
Российский государственный аграрный университет
Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева
г. Москва*

АННОТАЦИЯ.

В данной статье рассматриваются факторы, влияющие на обеспечение взаимозаменяемости в посадках колец подшипников качения, степень влияния каждого из них. Рассмотрены основные виды и причины поверхностных повреждений элементов подшипника, а также неустраняемые дефекты, при наличии которых подшипники заменяют новыми.

ABSTRACT.

In this article the factors influencing interchangeability ensuring in rolling bearings rings fits and each of them influence degree are considered. The bearing elements surface damage main types and causes and also irreparable defects, in which presence the bearings are replaced with new ones were considered too.

Ключевые слова: вибрации, агрессивные примеси, усталостное выкрашивание, абразивное изнашивание, пластические деформации.

Keywords: vibrations, aggressive impurities, fatigue chipping, abrasive wear, plastic deformations.

Надежность работы и срок службы подшипников качения в процессе эксплуатации в значительной степени зависят от следующих факторов:

- вибрации;
- качества сборки подшипникового узла;
- влажность;
- наличия агрессивных примесей в окружающей среде;
- температуры подшипников;
- типа применяемой смазки и периодичности ее замены;
- стратегии технического обслуживания и соблюдения технологии ремонта [1].

Подшипники качения выходят из строя вследствие повреждения рабочих поверхностей элементов подшипника.

При правильном монтаже и нормальной эксплуатации размеры элементов стандартных подшипников обеспечивают прочность. При перегрузке, как правило, выходит из строя наружное кольцо, плоскость излома кольца шарикоподшипника обычно проходит вдоль желоба перпендикулярно оси подшипника.

При перекосах подшипников нагрузка, приходящаяся на некоторые тела качения, резко увеличивается, в результате чего они могут оказаться раздавленными [2].

Чаще других элементов выходит из строя сепаратор. Тонкостенные штампованные сепараторы разрушаются по сечению, ослабленному отверстиями под заклепки, а массивные — по перемычкам между элементами качения.

Основной причиной разрушения сепараторов является большое давление со стороны тел качения в результате центробежных сил, которые тем больше, чем выше окружная скорость. По этой причине сепараторы быстроходных подшипников изготавливают из материалов, обладающих большой прочностью и малым удельным весом (текстолит, алюминиевые сплавы и др.).

В подавляющем большинстве случаев выход из строя подшипников качения происходит вследствие повреждения рабочих поверхностей их деталей [3]. Основные виды поверхностных повреждений деталей подшипника следующие:

- усталостное выкрашивание;
- абразивное изнашивание при попадании пыли;
- пластические деформации при перегрузках.

Усталостное выкрашивание рабочих поверхностей деталей подшипника в результате циклического контактного нагружения является наиболее распространенным видом разрушения подшипников качения при длительной работе и основной

причиной выхода подшипниковых узлов из строя. Механизм контактного выкрашивания беговых дорожек колец и тел качения такой же, как у зубчатых колес.

Абразивное изнашивание происходит при работе плохо защищенного подшипника в среде, загрязненной абразивной пылью. В результате возникают большие зазоры между кольцами и телами качения. Интенсивность абразивного изнашивания можно уменьшить за счет применения совершенных уплотнителей и надлежащей очистки масла.

Образование вмятин (бринеллирование) вследствие превышения предела текучести материала на опорной поверхности тела качения с кольцом обычно происходит при динамических и больших статических нагрузках без вращения. Наблюдается также разрушение сепараторов от центробежных сил и действия тел качения. Раскалывание колец и тел качения происходит при их работе с сильными ударами, при перекосах [4].

Иногда у подшипника качения оказываются поврежденными поверхности шариков или роликов и дорожек качения. Износ последних вызывается абразивным истиранием вследствие попадания в подшипник мелких твердых частиц. Рабочая поверхность такого подшипника принимает характерный матовый оттенок.

Наиболее частой причиной преждевременного износа и выхода из строя подшипников качения является их перегрузка.

Лабораторными испытаниями установлено, что при дополнительном увеличении нагрузки на подшипник на 50 % срок его службы сокращается в 3 раза, а на 100 % — в 8...10 раз [5]. Степень износа подшипников качения определяют, измеряя их радиальные и аксиальные зазоры на несложных приспособлениях, изготавливаемых в мастерских электроцеха предприятия.

Подшипники заменяют новыми при следующих неустраняемых дефектах, определяемых внешним осмотром:

- трещинах или сколах на кольцах, сепараторах или шариках (роliках);
- вмятинах или забоинах на поверхностях дорожек качения;
- признаках шелушения или выкрашивания поверхностей дорожек качения;
- царапинах или глубоких рисках, расположенных поперек пути качения шариков (роliков);
- повреждениях посадочных поверхностей, препятствующих посадке подшипника на вал или в корпусе двигателя или ухудшающих ее;
- стуке, не устраняемом после промывки, повышенном шуме в подшипнике;

- забоинах или вмятинах на поверхности сепаратора;
- четких отпечатков шариков (роликов) на дорожках качения.

После осмотра подшипника измеряют радиальный зазор и проверяют его осевой люфт. Радиальный зазор подшипников проверяют при нагрузке 150 Н. Для измерения зазора пластину пластинчатого шупа заводят между телом качения и поверхностью внутреннего кольца и нижней его части. Осевой люфт шарикоподшипника проверяют перемещением наружного кольца в осевом направлении [6].

Если зазоры в подшипниках соответствуют допустимым и люфт незначителен, то подшипник пригоден к дальнейшей эксплуатации. Если зазоры превышают допустимые или имеет место большой осевой люфт, то подшипник необходимо заменить. Непригодный подшипник снимают с помощью съемника. Если подшипник не снимается, то его подогревают горелкой.

После снятия подшипника осматривают посадочное место вала. Оно не должно иметь задиров или блестящей полированной поверхности, что свидетельствует о недостаточности натяга. Натяг можно восстановить путем установки втулки, электродуговой наплавки вала или электроискровым методом.

После восстановления натяга и механической обработки вала проверяют индикатором бой заплечиков. При диаметре вала 50...120 мм бой заплечиков должен быть не более 25 мкм, а при 120...250 мм — не более 30 мкм. Заплечики валов, а также галтели обрабатывают с чистой поверхностью, соответствующей чистоте посадочных мест вала. Высота заплечиков должна быть равна половине толщины внутреннего кольца подшипника, а радиус

галтели — несколько меньшим, чем радиус фаски подшипника.

Овальность и конусность посадочной поверхности не должны превышать 1/2 допуска на диаметр. Шероховатость посадочных поверхностей и заплечиков должна быть не ниже $R_a = 1,25; 2,5$. После снятия замеров посадочные места смазывают минеральным маслом или консистентной смазкой.

Список литературы

1. Сапожников И.И. Анализ посадок местонагруженных колец подшипников качения сельскохозяйственной техники // Доклады Тимирязевской сельскохозяйственной академии: Сборник статей, № 288-2. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. С. 108-110.
2. Сапожников И.И. Теоретические условия выбора допусков, влияющих на качество изделий // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 2006, № 8. С. 48-50.
3. Сапожников И.И., Девянин С.Н. Технический уровень качества типажа двигателей для средств малой механизации // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 2013, № 9. С. 38-41.
4. Сапожников И.И., Рославцев А.В. Сертификационное сопровождение качества продукции агроинженерии на основе теории движения тягово-транспортных средств // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 2012, № 2. С. 36-40.
5. Сапожников И.И. Основные принципы и подходы к повышению качества продукции машиностроения // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 2007, № 4. С. 49-52.
6. Сапожников И.И. Модернизация технологии сертификационного сопровождения качества // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 2011, № 8. С. 37-38.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВОГО ФИЛЬТРА, КОРРЕКТИРУЮЩЕГО ТРЕБУЕМЫМ ОБРАЗОМ АЧХ ИЗМЕРЯЕМОГО СИГНАЛА

Узенгер Алексей Андреевич

к.т.н.

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»

DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.2.61.16](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.2.61.16)

АННОТАЦИЯ.

В статье рассматривается вопрос проектирования цифрового фильтра, выполняющий коррекцию амплитудно-частотной характеристики сигнала требуемым образом. Предполагается что фильтр будет работать в устройствах с ограниченным вычислительным ресурсом.

ABSTRACT.

The article discusses the issue of designing a digital filter that performs correction of the amplitude-frequency characteristic of a signal as required. It is assumed that the filter will work in devices with limited computing resources.

Ключевые слова: цифровой фильтр, коррекция АЧХ, ФНЧ, КИХ фильтр.

Keywords: digital filter, correction of frequency response, low-pass filter, FIR filter.

Введение

При рассмотрении типового измерительного канала регистрации значений с датчика можно выделить следующие основные блоки (рис. 1). Собственно, сам датчик, как правило линейный только в определенном диапазоне значений и в определен-

ном частотном диапазоне. Далее стоит усилительный каскад с необходимым аналоговым фильтром (А.ФНЧ), который ограничивает полосу частот сигнала, подаваемого на аналого-цифровой преобразователь (АЦП). После АЦП сигнал обрабатывается цифровым фильтром (ЦФ) и передается для потребителей. Наиболее часто ЦФ реализуется в виде

КИХ фильтра. «КИХ-фильтры используют сложение для расчета своих выходов таким же образом,

как в процессе усреднения используется сложение» [1, с. 203].

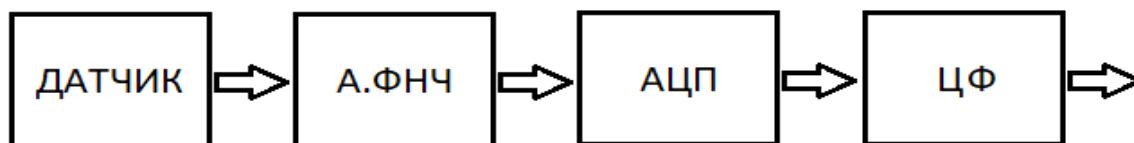


Рис.1. Блок схема измерительного канала

Цифровой фильтр выполняет важную роль в обработке измеряемого сигнала, например: выделение частотных компонентов сигнала; понижение, либо повышение частоты дискретизации измеряемого сигнала и связанные с ней задачи децимации и интерполяции. Мы остановимся на задаче коррекции требуемым образом амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) измеряемого сигнала.

Реализация поставленной задачи

Предположим, получены следующие экспериментальные значения с датчика на выходе АЦП при изменении частоты входного сигнала (рис. 2). Эксперимент проводился в точках важных для дальнейшей обработки сигналов. Частота дискретизации сигнала выбрана 80 кГц.

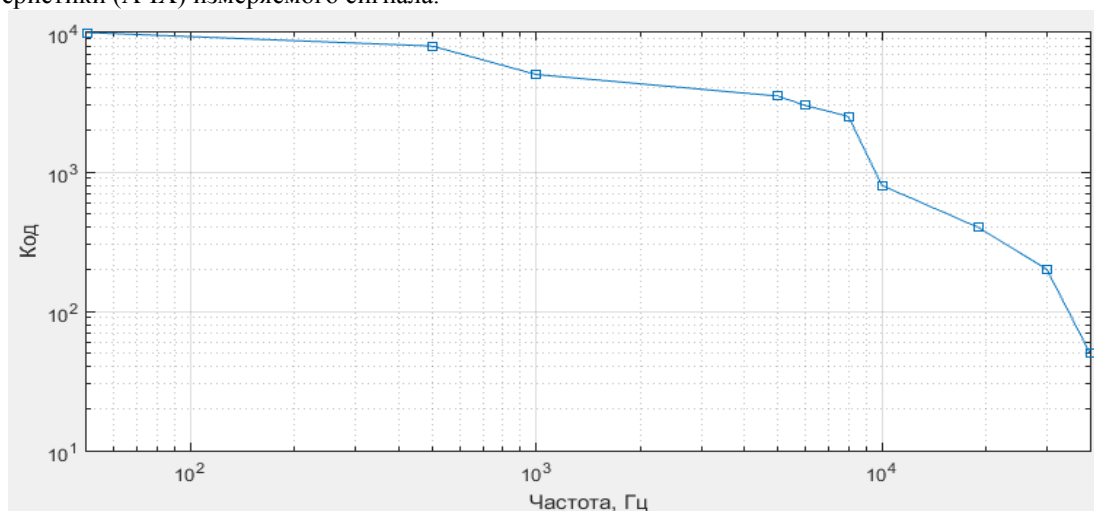


Рисунок 2. АЧХ экспериментальных данных на выходе АЦП при изменении частоты

Ставится задача проектирования ЦФ, выравнивающего АЧХ сигнала в диапазоне частот от 0 до 40 кГц. Для этого воспользуемся средствами Matlab, функциями пакета «Filter Design Toolbox – функции анализа и синтеза фильтров, в том числе с учетом эффектов квантования и арифметики с фиксированной запятой» [2, с. 717]:

```

clc; clear; close all; format long;
% Экспериментальные данные
freq = [0 50 1000 5000 6000 8000 10000 19000 30000 40000];
a = [10000 10000 8000 5000 3500 3000 2500 800 400 200 50];
a = a ./ max(a);
mag = 1 ./ a;
% Расчет фильтра
d = designfilt('arbmagfir', 'FilterOrder', 160, 'Frequencies', freq, 'Amplitude', mag, 'SampleRate', 80000);
fvtool(d);

```

Рассмотрим вышеприведенный код. Вначале используются стандартные команды очистки рабочего пространства. Далее вводятся точки проведения эксперимента *freq* и результаты измерений на выходе АЦП *a*. Нормируем вектор *a* и рассчитываем значения корректирующей функции *mag*, она будет обратной к заданной *a*. Для расчета ЦФ воспользуемся функцией *designfilt*. Среди множества параметров выбираем следующие: тип фильтра – *arbmagfir*, порядок фильтра – 160, значения векторов частоты и им соответствующих амплитуд, частоту дискретизации – 80 кГц. Для вывода результатов спроектированного фильтра воспользуемся функцией *fvtool* (рис. 3). На рис. 1 график 1 – эскиз фильтра, график 2 – АЧХ ЦФ. На рис. 4 представлена импульсная характеристика ЦФ.

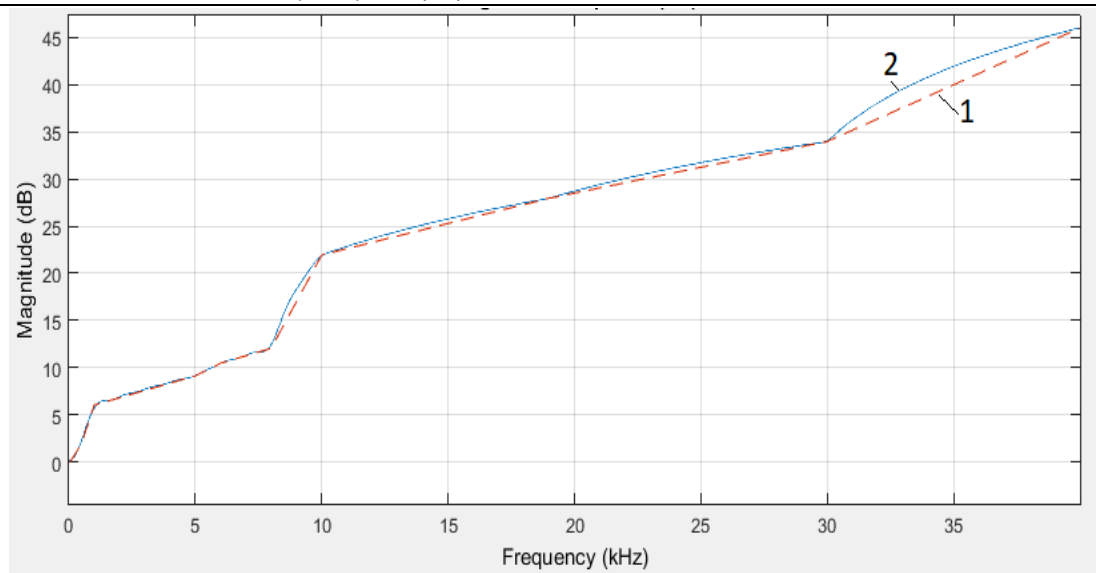


Рисунок 3. АЧХ спроектированного фильтра

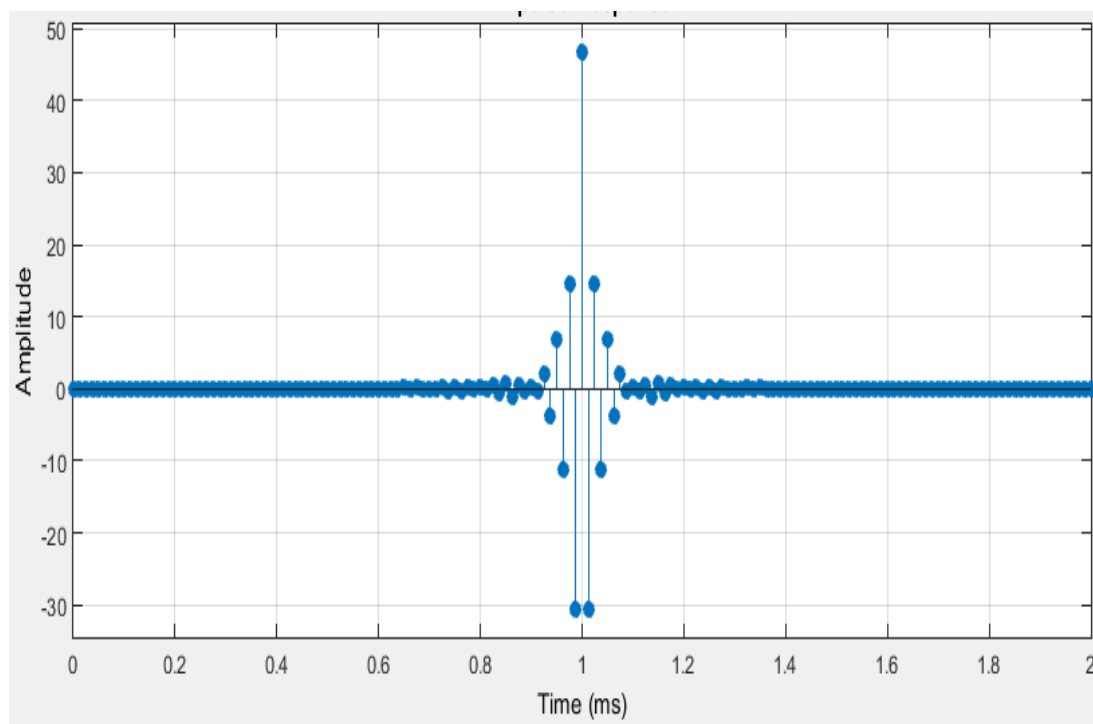


Рисунок 4. Импульсная характеристика ЦФ

Вариацией порядка фильтра можно добиться требуемой характеристики ЦФ, наиболее точно описывающей эскиз. Следует заметить, что для рассматриваемого случая, порядок фильтра малочувствителен к повышению порядка проектируемого фильтра. Однако, изменение порядка всего на единицу (четный - на нечетный) радикально меняет ха-

рактеристику фильтра. Очевидно, это связано с количеством коэффициентов (рис. 4), их должно быть нечетное количество.

Результирующий коэффициент передачи измерительного канала будет иметь характеристику представленную на рис. 5. В диапазоне частот от 8 до 40 кГц коэффициент достигает 1.3, что не очень хорошо. В наиболее важных экспериментальных точках результат составляет 1, что и требовалось.

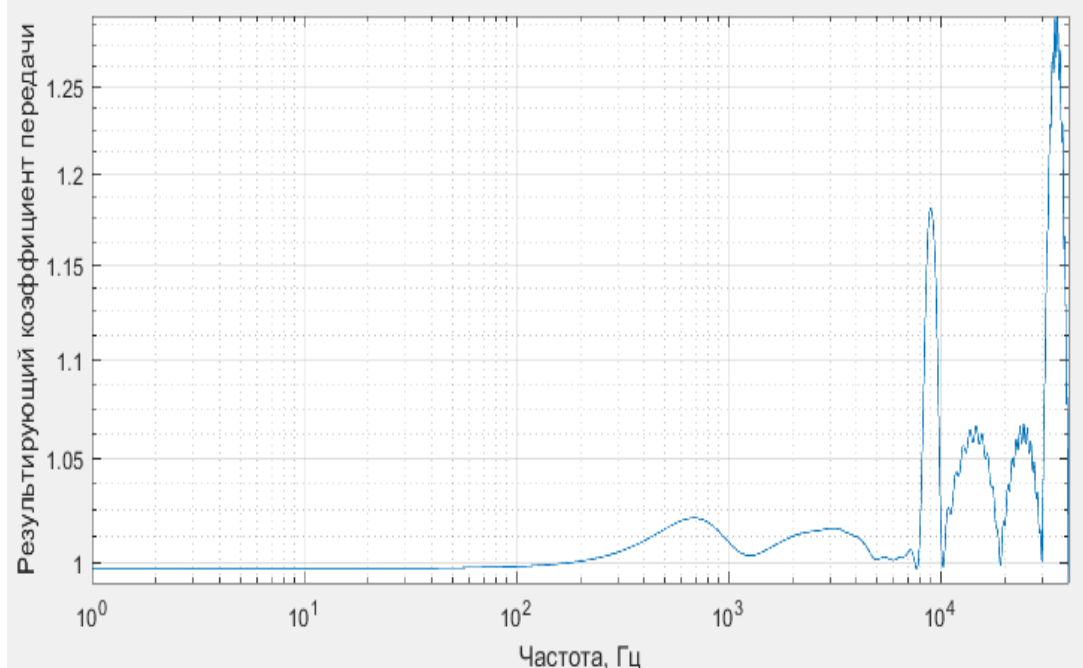


Рисунок 5. Коэффициент передачи измерительно канала

Рассмотрим ниже механизм получения квантованных коэффициентов, для работы ЦФ в устройствах с ограниченным быстродействием, т.к. выправление АЧХ логичнее выполнять в процессе преобработки, в микроконтроллерах.

```
% получение коэффициентов корректирующего фильтра
hq = dfilt.dffir(d.Coefficients);
% создание объекта dfilt 'fixed'
set(hq, 'arithmetic', 'fixed', 'CoeffAutoScale', 1, 'CoeffWordLength', 32);
% вывод корректирующего фильтра на график с квантованными коэффициентами
fvtool(hq, 'Fs', 80000)
% запись коэффициентов фильтра в рабочий каталог
fcfwrite(hq, 'coef_hex', 'hex');
sfcfwrite(hq, 'coef_dec', 'dec');
```

В результате выполнения вышеприведенного кода появятся файлы с коэффициентами в десятичном и шестнадцатеричных форматах в 32-х битном формате.

В современных 16-ти, 32-х разрядных микроконтроллерах в составе набора библиотек присутствует библиотека цифровой обработки сигналов с фиксированной точкой. В данной библиотеке присутствуют функции КИХ, БИХ фильтров, быстрое Фурье преобразование и др. Библиотека работает с типами данных Q15 либо Q31, диапазон которых ограничен рядом от -1.0 до 0.999999999. Рассмотренный выше случай расчета коэффициентов корректирующего фильтра дал результат с коэффициентами выходящих за диапазон формата Q31, это видно по импульсной характеристике (фактически это и есть набор коэффициентов рассчитанного фильтра). Для того чтобы коэффициенты работали в фильтре со значениями с фиксированной точкой, в функции получения квантованных коэффициен-

тов *set* использован параметр авто-масштабирования коэффициентов. В результате коэффициенты представлены в формате Q6.25 т.е. 6 разрядов - целая часть, 25 разрядов - дробная часть и 1 разряд - знак. При использовании данных результатов в микроконтроллерной системе следует помнить о том, что результат будет меньше в 64 раза.

Заключение

Рассмотренная методика коррекции АЧХ реализуема для широкого класса измерительных устройств. Гибкость инструментария Matlab позволяет реализовать корректирующие КИХ фильтры с требуемыми показателями для любого устройства с его уникальной аппаратной реализацией.

Список литературы:

1. Understanding digital signal processing / Richard G. Lyons. - 3rd ed. 2011. ISBN 0-13-702741-9
2. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие. - 3-е изд. - СПб.: БХВ-Петербург, 2011. — 768 с.: ил.

ЕВРАЗИЙСКИЙ СОЮЗ УЧЕНЫХ (ЕСУ)

Ежемесячный научный журнал

№ 4 (61)/ 2019

2 часть

Редакционная коллегия:

д.п.н., профессор Аркулин Т.В. (Москва, РФ)

Члены редакционной коллегии:

- Артафонов Вячеслав Борисович, кандидат юридических наук, доцент кафедры экологического и природоресурсного права (Москва, РФ);
- Игнатьева Ирина Евгеньевна, кандидат экономических, преподаватель кафедры менеджмента (Москва, РФ);
- Кажемаев Александр Викторович, кандидат психологических, доцент кафедры финансового права (Саратов, РФ);
- Кортун Аркадий Владимирович, доктор педагогических, профессор кафедры теории государства и права (Нижний Новгород, РФ);
- Ровенская Елена Рафаиловна, доктор юридических наук, профессор, заведующий кафедрой судебных экспертиз, директор Института судебных экспертиз (Москва, Россия);
- Селиктарова Ксения Николаевна (Москва, Россия);
- Сорновская Наталья Александровна, доктор социологических наук, профессор кафедры социологии и политологии;
- Свистун Алексей Александрович, кандидат филологических наук, доцент, советник при ректорате (Москва, Россия);
- Тюменев Дмитрий Александрович, кандидат юридических наук (Киев, Украина)
- Варкумова Елена Евгеньевна, кандидат филологических, доцент кафедры филологии (Астана, Казахстан);
- Каверин Владимир Владимирович, научный сотрудник архитектурного факультета, доцент (Минск, Белоруссия)
- Чукмаев Александр Иванович, доктор юридических наук, профессор кафедры уголовного права (Астана, Казахстан)

Ответственный редактор

д.п.н., профессор Каркушин Дмитрий Петрович (Москва, Россия)

Художник: Косыгин В.Т

Верстка: Зарубина К.Л.

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

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

При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Адрес редакции:

г.Москва, Лужнецкая набережная 2/4, офис №17, 119270 Россия

E-mail: info@euroasia-science.ru ; www.euroasia-science.ru

Учредитель и издатель Евразийский Союз Ученых (ЕСУ)

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии г.Москва, Лужнецкая набережная 2/4, офис №17, 119270 Россия