7universum.com

UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научный журнал
Издается ежемесячно с декабря 2013 года
Является печатной версией сетевого журнала
Universum: технические науки

Выпуск: 10(79)

Октябрь 2020

Часть 3

Москва
2020

УДК 62/64+66/69

ББК 3

U55

Главный редактор:

Ахметов Сайранбек Махсутович, д-р техн. наук;

Заместитель главного редактора:

Ахмеднабиев Расул Магомедович, канд. техн. наук;

Члены редакционной коллегии:

Демин Анатолий Владимирович, д-р техн. наук;

Елисеев Дмитрий Викторович, канд. техн. наук;

Звездина Марина Юрьевна, д-р. физ.-мат. наук;

Ким Алексей Юрьевич, д-р техн. наук;

Козьминых Владислав Олегович, д-р хим. наук;

Ларионов Максим Викторович, д-р биол. наук;

Манасян Сергей Керопович, д-р техн. наук;

Мартышкин Алексей Иванович, канд. техн. наук;

Серегин Андрей Алексеевич, канд. техн. наук;

Юденков Алексей Витальевич, д-р физ.-мат. наук.

U55 Universum: технические науки: научный журнал. – № 10(79). Часть 3.
М., Изд. «МЦНО», 2020. – 84 с. – Электрон. версия печ. публ. –
<http://7universum.com/ru/tech/archive/category/1079>

ISSN : 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2020.79.10-3

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2020 г.

Содержание

Химическая технология	5
СИНТЕЗ МЕДЬСОДЕРЖАЩЕГО АДсорбЕНТА С АМИНОГРУППОЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА ОТ СУЛЬФИДА ВОДОРОДА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО СТРУКТУРЫ	5
Нуркулов Файзулла Нурмуминович	
Эркаев Ардашер Мамарахимович	
Умиров Нурбек Норбутаевич	
Джалилов Абдулахат Турапович	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОКСИКОНДЕНСИРОВАНИЯ МЕТАНА	8
Рахматов Шокиржон Ботирович	
ИДЕНТИФИКАЦИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ	12
Содикова Мунира Рустамбековна	
Джалилов Абдулахат Турапович	
Содиков Тимур Садирханович	
Абдумавлянова Мамура Косимовна	
Мурзаев Рустам Камилович	
Таджиходжаев Закирходжа Абдусаттарович	
ВТОРИЧНЫЕ МАТЕРИАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И ИНГИБИТОРЫ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛОВ НА ИХ ОСНОВЕ	18
Содикова Мунира Рустамбековна	
Джалилов Абдулахат Турапович	
Абдумавлянова Мамура Косимовна	
Содиков Тимур Садирханович	
Мурзаев Рустам Камилович	
Таджиходжаев Закирходжа Абдусаттарович	
ПОЛУЧЕНИЕ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ ИЗ СГУЩЕННОГО ОСАДКА ФОСФОРНОКИСЛОТНОГО ОБОГАЩЕНИЯ ФОСФОРНОЦЕНТРАТА ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ	24
Умаров Шавкат Исомиддинович	
Волынскова Надежда Владимировна	
Содыков Баходир Багирович	
Мирзакулов Холтура Чориевич	
Усманов Ильхам Икрамович	
СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЕ ОПЫТНЫХ ПАРТИЙ КОМПОЗИЦИОННОГО СТРОИТЕЛЬНОГО БИТУМА МАРКИ БН 90/10 С ДОБАВЛЕНИЕМ ЭКСТРАКТА ОСТАТКА, НЕФТЕШЛАМА И ОТБЕЛИВАЮЩЕЙ ГЛИНЫ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТАХ	29
Хамидов Босит Набиевич	
Аликабулов Шухрат Абдумаликович	
Рахимов Бекзод Бахтиёрович	
ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИКО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛЕССОВЫХ ПОРОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДАШНАБАД ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНОГО КИРПИЧА	32
Хамидова Хабиба Мурат кизи	
Абдусаттаров Шокир Мамаджанович	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ СГУЩЕННОГО ОСАДКА КРЕМНЕФТОРИДА НАТРИЯ ИЗ ФОСФОРИТОВ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ	35
Ходжамкулов Сахомиддин Зоирович	
Меликулова Гавхар Эшбоевна	
Мирзакулов Холтура Чориевич	
НОВЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ РЕАГЕНТЫ ДЛЯ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ПРИ БУРЕНИИ НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН	40
Эгамбердиев Баходир Шамсиддинович	
Комила Сойибжонова Негматова	
Сайибджан Садинович Негматов	

Электротехника	46
РАСЧЕТ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В СОЛЕНОИДЕ РАЗМАГНИЧИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА РЕЛЬСОВЫХ ПЛЕТЕЙ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ ЕГО НА ИМПУЛЬСНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ	46
Ортиков Мироншоҳ Содикович	
ОСОБЕННОСТИ ДЕФЕКТОСКОПИЯ ИЗДЕЛИЙ РЕЛЬСОВЫХ ПЛЕТЕЙ ПОСТОЯННЫМИ, ПЕРЕМЕННЫМИ И ИМПУЛЬСНЫМИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ ПОЛЯМИ	53
Ортиков Мироншоҳ Содикович	
Энергетика	59
КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ МАГНИТНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЛИНЕЙНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ С ПОДВИЖНЫМ ЭКРАНОМ И РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ	59
Болтаев Отабек Ташмухамматович	
Бедрицкий Иван Михайлович	
Ахмедова Фируза Анваровна	
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ BiTeSe-BiSbTe ПОД ДАВЛЕНИЕМ ИНЕРТНОГО ГАЗА	63
Латипова Мухайё Ибрагимжановна	
Якуб Усмонов	
Набиев Махмуд Базарович	
ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ, ВОПРОСЫ УСТОЙЧИВОСТИ И СМЯГЧЕНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА	66
Нариманов Баходир Абсаломович	
Арзикулов Фазлиддин Фахриддин угли	
ПРИМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ПРОМЫВОЧНОЙ ЖИДКОСТИ ПРИ ВСКРЫТИИ ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА	71
Умедов Шерали Халлокович	
Акрамов Бахшилло Шафиевич	
Комилов Толиб Олимович	
Нуритдинов Жалолиддин Фазлиддин угли	
ВЛИЯНИЕ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ НА СОЛНЕЧНУЮ БАТАРЕЮ	74
Хонбутаева Дилноза Алимжоновна	
Козимжонов Нозимжон Азимжон угли	
Абдувохидов Муроджон Комилович	
Мирзаалимов Авазбек Алишерович	
Мирзаалимов Наврузбек Алишер угли	
Гуламов Жасурбек Журахон угли	
ВЛИЯНИЕ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ НА СОЛНЕЧНЫЙ ЭЛЕМЕНТ	78
Хонбутаева Дилноза Алимжоновна	
Козимжонов Нозимжон Азимжон угли	
Абдувохидов Муроджон Комилович	
Мирзаалимов Авазбек Алишерович	
Мирзаалимов Наврузбек Алишер угли	
Зиёитдинов Жахонгир Норбоевич	
Гуламов Жасурбек Журахон угли	

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ**СИНТЕЗ МЕДЬСОДЕРЖАЩЕГО АДсорбЕНТА С АМИНОГРУППОЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА ОТ СУЛЬФИДА ВОДОРОДА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО СТРУКТУРЫ****Нуркулов Файзулла Нурмунинович**

*д-р техн. наук, начальник отдела технологии
Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: nfayzulla@mail.ru*

Эркаев Ардашер Мамарахимович

*д-р филол. по техн. наук
Ташкентского научно-исследовательского института химической,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Умиров Нурбек Норбутаевич

*докторант, Ташкентского научно-исследовательского
института химической
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: 18021988umirov@gmail.com*

Джалилов Абдулахат Турапович

*д-р хим. наук, акад. АН РУз,
Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

SYNTHESIS OF A COPPER-CONTAINING ADSORBENT WITH AMINO GROUP FOR PURIFICATION OF NATURAL GAS FROM HYDROGEN SULPHIDE AND INVESTIGATION OF ITS STRUCTURE**Fayzulla Nurkulov**

*Doctor of Technical Sciences Head of Technology,
Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Erkayev Ardasher

*Doctor of Philosophy in Technical Science
Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Nurbek Umirov

*doctoral student,
Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Abdulahat Djalilov

*D. Sc., Academician,
Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

Состав и структура синтезированного адсорбента исследованы с помощью ИК-спектроскопии, элементного анализа, сканирующего электронного микроскопа. Исследования показали, что полученный медьсодержащий адсорбент можно использовать для удаления серы из нефти и газов.

ABSTRACT

The composition and structure of the synthesized adsorbent were investigated using IR spectroscopy, elemental analysis, and scanning electron microscope. Studies have shown that the resulting copper-containing adsorbent can be used to remove sulfur from oil and gases.

Ключевые слова: медьсодержащий адсорбент с аминогруппой, удаление серы, вязкость, нефть и газ.

Keywords: copper-containing adsorbent with amino group, sulfur removal, viscosity, oil and gas.

В Республике Узбекистан стабильно растет добыча нефти, газа и газового конденсата, содержащие соединения серы приводящие к коррозии. Добыча, подготовка, транспортировка, хранение и переработка таких углеводородных соединений создают ряд серьезных технологических и экологических проблем [1, с.4-8].

Присутствие в углеводородном сырье сероводорода, меркаптанов и других агрессивных серосодержащих соединений увеличивает важность процесса глубокой сероочистки нефти и нефтепродуктов [2, с. 28-32].

Получен новый адсорбент марки CuAD (содержащий медь и аминогруппы) на основе хлорида меди и мочевины и изучены его свойства. Были изучены оптимальные условия получения адсорбента марки CuAD, то есть температура, время и соотношение компонентов, а также эффективность катализаторов.

Синтез адсорбента марки CuAD методом высокотемпературного нагрева. В специальную емкость из жаропрочной и кислотостойкой нержавеющей стали вместимостью 500 мл добавляли 55,3 г мочевины, 1 г хлорида меди, 0,5 г оксида цинка, 2,5 г оксида алюминия и в качестве катализатора борную кислоту (в количестве по отношению к общей массе 0,1%) и перемешивали до однородности. Реакцию проводили в печи до 200°C в течение 1 часа. Затем его нагревали до 250 °C в течение 30 минут и до 300°C в течение 45 минут. Полученную порошковую смесь охладили до 50°C и растворили в 85% серной кислоте. В растворенный продукт добавили горячую воду для растворения первичных и промежуточных продуктов, которые

не вступили в реакцию, а адсорбент CuAD выпадает в осадок. Осажденный адсорбент CuAD фильтровали на воронке Бюхнера и несколько раз промывали дистиллированной водой. Промытый продукт сушили в печи при 50°C. Выход продукта составил 85%.

Рисунок 1. Влияние температуры на выход продукта при синтезе адсорбента CuAD на основе солей меди

Чрезмерное повышение температуры и длительности синтеза приводит к значительному снижению выхода образующегося адсорбента.

Синтез адсорбента проводили при 200, 250 и 300°C. Как показано на рисунке 1, в процессе синтеза адсорбента марки CuAD до температуры 300°C, продолжительностью в два часа выход реакции составил 85%, при дальнейшем проведении процесса то есть через 30 минут выход упал до 80%.

Рисунок 2. ИК-спектр адсорбента марки CuAD

В ИК-спектре адсорбента марки CuAD линии поглощения валентных колебаний ароматического кольца наблюдались при $1460\text{--}1610\text{ см}^{-1}$. Линии поглощения C-O группы составляют 1280 см^{-1} , а в областях поглощения $450\text{--}650\text{ см}^{-1}$ наблюдалась сложная система металлической Cu с азотом и кислородом. Присутствие вторичного N-H группы наблюдалось в области поглощения $3350\text{--}3300\text{ см}^{-1}$. Неравномерные деформационные колебания группы S-N наблюдались в диапазоне $1000\text{--}650\text{ см}^{-1}$. Обнаружено, что в области поглощения $2000\text{--}1600\text{ см}^{-1}$ имеется группа слабых линий (составных частот), количество и положение всех

ароматических соединений, которые определяются типом замены бензольного кольца.

Аналитическая емкость микроскопа составляет 1 нм, чувствительность детектора INCA Energy составляет $133\text{ эВ}/10\text{ мм}^2$, что позволяет анализировать элементы от бериллия до плутония. Микроанализ химических элементов пигментов проводился в приборе СЭМ под высоким вакуумом и изучался в областях с ускоряющим напряжением 20 кэВ и током 1 нА. В этом анализе изображения электронного сканера были получены с ускорением 30 кэВ, увеличением в 200 и 500 раз, а также с 0,66 и 1,663 мкм видимого поля.

Рисунок 3. Изображение адсорбента марки CuAD на сканирующем электронном микроскопе (увеличение 500 раз)

Рисунок 4. Элементный анализ адсорбента марки CuAD

Изучение состава и структуры порошкообразных адсорбентов, синтезированных с использованием мочевины и солей меди с помощью СЭМ дает информацию о степени реакционной способности исходных материалов и пористости объектов и их распределении, что позволяет оценить важные параметры, такие как их морфология, дисперсность.

Одновременно можно наблюдать небольшие объекты с одинаковыми и резко отличающимися агломератами, радиусы образования которых от 10 нм до 1 мкм. В то же время можно будет наблюдать и изучать содержание и структуру на разных технологических этапах.

Список литературы:

1. Современные жидкофазные методы очистки газового сырья / А.Ю. Копылов и др. // Изв. вузов. Химия и хим. технология. – 2010. – Т. 53. – Вып. 9. – С. 4-8.
2. Булкатов А.Н. Углубленная переработка газового углеводородного сырья // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2008. – № 9. – С. 28-32.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОКСИКОНДЕНСИРОВАНИЯ МЕТАНА

Рахматов Шокиржон Ботирович

преподаватель

Бухарского медицинского института,

Республика Узбекистан, г. Бухара

E-mail: bekhruzjon_omanov509@inbox.ru

IMPROVEMENT OF METHANE OXYCONDENSING TECHNOLOGY

Shokirjon Rakhmatov

Chemistry teacher,

Bukhara Medical Institute,

Uzbekistan, Bukhara

АННОТАЦИЯ

Предложен мембранный реактор для проведения реакции оксиконденсации метана. Реактор с каталитической мембраной состоит из плотной металлической мембраны (перенесенной на керамическое основание), внутренней трубчатой части и внешней части, предназначенной для ввода кислорода, который предотвращает образование избыточного диоксида углерода в результате реакции.

В результате исследований были определены следующие параметры мембранного реактора: в качестве материала плотного слоя, переносимого на пористую подложку, был выбран перовскит $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{Co}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}\text{O}_{3-\delta}$, толщина плотного слоя составляла 6 мкм, толщина пористого слоя 1,1 мм.

Константа проницаемости для этой металлической мембраны была определена экспериментально и составила $J = 45 \text{ см}^3(\text{НТД})/\text{см}^2\text{с}$.

ABSTRACT

A membrane reactor for carrying out the reaction of methane oxycondensation is proposed. The catalytic membrane reactor consists of a dense metal membrane (transferred to a ceramic base), an inner tubular part and an outer part for introducing oxygen, which prevents the formation of excess carbon dioxide by the reaction. As a result of the investigations, the following parameters of the membrane reactor were determined: perovskite $\text{Ba}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{Co}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}\text{O}_{3-\delta}$ was chosen as the material of the dense layer transferred to the porous substrate.

The thickness of the dense layer was 6 μm . The thickness of the porous layer is 1.1 mm. The permeability constant for this metal membrane was determined experimentally and amounted to $J = 45 \text{ cm}^3(\text{NTD})/\text{cm}^2\text{s}$.

Ключевые слова: метан, этилен, мембранный реактор, перовскит, пористый.

Keywords: methane, ethylene, membrane reactor, perovskite, porous.

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня в мире уделяется большое внимание созданию селективных высокоактивных катализаторов при разработке безотходных или малоотходных, энерго- и ресурсосберегающих технологий [1-5].

Высокое потребление энергии - одна из основных проблем во многих химических отраслях.

Кроме того, необходимо создание технологий, позволяющих одновременно комплексно использовать тепловые ресурсы (нефть, уголь, природный газ) - как сырье, так и как источник энергии при производстве продуктов химического синтеза [6-9].

В последнее время широко используется термин «химико-энергетическая технология».

Суть этого заключается в обобщении совместного производства продуктов и энергии в химической технологии и экономии энергоресурсов, и в этой приоритетной области ведутся обширные исследования.

Поэтому для получения этилена из природного газа с максимальной эффективностью большое внимание уделяется выбору высокоэффективных катализаторов и созданию энерго- и ресурсосберегающих технологий [10-13].

В настоящее время традиционный метод преобразования природного газа в жидкое топливо является многоступенчатым, при высокой температуре и высоком давлении.

В настоящее время единственный разумный способ переработки природного газа - это реакция оксиконденсации. Этот процесс протекает однофазно и при нормальном атмосферном давлении [14-15].

Этот процесс следует за образованием этана, а при дегидрировании этана образуется этилен. Учитывая все образующиеся вещества, можно записать следующую суммарную реакцию [16-17].

$$\Delta H_{800^{\circ}\text{C}} = -514 \text{ кДж/моль.}$$

Обзор литературы по моделированию реактора оксиконденсации метана показывает, что различные типы реакторов теперь моделируются с использованием разных моделей.

Используя кинетическую модель, разработанную для катализатора 1,6% Na / NiTiO₃ [17 - 19], дается моделирование идеального экструзионного реактора с учетом массо- и теплопередачи для двух различных приближений между газовой фазой и катализатором: (изотермический и адиабатический).

Проведено сравнение экспериментальных результатов, полученных в проточном реакторе с использованием Mn / Na₂WO₄ / SiO₂ и Sr / La₂O₃.

Показано, что выход C₂-углеводородов увеличивается до 53,0% (до 45,0% по сравнению с этиленом), конверсия метана - до 40% [20-21].

В слое катализатора адиабатический режим при 850–870 ° C осуществляется в одном реакторе при максимальной температуре в соотношении CH₄: O₂ = 6 (по объему).

Если система состоит из двух реакторов, кислород подается в каждый из них отдельно [22-25].

Увеличение конверсии метана в 1,6 раза в двухступенчатом реакторе увеличивает выход углеводородов C₂ в 1,3 раза. Селективность снижается, но потребление кислорода увеличивается в 2 раза.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Мы проводили реакцию оксиконденсации метана в реакторе с плотной мембраной. Реактор с каталитической мембраной состоит из плотной металлической мембраны (установленной на керамическом основании), внутренней трубчатой части и внешней части, предназначенной для удаления водорода (рисунок 1).

Рисунок 1. Схема реактора с каталитической мембраной

Рисунок 2. Каталитический мембранный реактор

Газовая смесь, содержащая реагенты углеводороды, направляется внутрь мембранного реактора. Внутренняя часть заполнена частицами катализатора, в котором протекает реакция димеризации и дегидрирования. Водород, образующийся в результате реакции, выделяется через мембрану за пределы мембранного реактора.

Внешняя часть катализатора заполнена катализатором окисления. Дополнительное окисление выделившегося водорода увеличивает скорость диффузии водорода через мембрану за пределы реактора.

Поскольку для этих процессов в мембранных реакторах часто рассматривается вариант правильной технологической схемы движения потока во внутренней и внешней частях реактора, в исследовании рассматривался только этот вариант.

Перовскит Ba_{0.8}Sr_{0.2}Co_{0.8}Fe_{0.2}O_{3-δ} был выбран в качестве плотного материала пола, установленного на пористую основу. Толщина плотного слоя составляла 6 мкм.

Толщина пористого слоя 1,1 мм. Константа проницаемости для этой металлической мембраны была определена экспериментально и составила J = 45 см³(НТД)/см²с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проблема анализа химических реакторов - одна из основных проблем теоретических основ химической технологии.

Химический реактор - сложная система, характеризующаяся физико-химическими, физическими и структурными параметрами.

Сложность описания химических реакторов обусловлена значительным разнообразием типов реакторов и взаимосвязанных физико-химических процессов, протекающих в них, с различными технологическими особенностями и конструктивными ограничениями.

Двухмерная стационарная модель реактора с каталитической мембраной основана на уравнениях массопереноса, а также на граничных условиях, полученных для изотермических условий для внутренней части трубы, керамического основания и внешней части трубы.

Мы внесли следующие дополнения в это математическое описание:

- Химическая реакция окисления водорода снаружи трубки и наличие уравнений массопереноса кислорода и воды;
- Уравнения теплопередачи для внутренней части трубы, для керамического основания и для внешней стороны трубы согласно соответствующим граничным условиям, полученным из уравнения сохранения энергии.

Введение уравнений теплопередачи было вызвано необходимостью изучения реакций дегидрирования углеводородов, влияния тепловых эффектов, связанных с окислением водорода, на характеристики процесса дегидрирования, а также определения оптимальной температуры процесса.

- Учесть изменение объема газовой смеси в результате реакции в результате выделения водорода внутри и снаружи реактора и через мембрану;

- Теплофизические характеристики, а также зависимость коэффициентов теплопереноса от температуры и состава реакционной смеси в каждой точке реактора.

В качестве сжиженного газа использовался азот.

Поскольку концентрация азота в исходной газовой смеси внутри реактора составляла 90% по объему, для расчета теплопроводности и вязкости газовой смеси использовались значения теплопроводности и вязкости азота в эталоне: $\lambda_g = \lambda_{N_2} = 0,02877 \text{ Дж}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}\cdot\text{К}^{-1}$, $\mu_g = \mu_{N_2} = 1,67 \times 10^{-5} \text{ кг}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$.

В исходной газовой смеси, когда концентрация этана была изменена и концентрация азота была менее 90% по объему, значения вязкости и теплопроводности рассчитывались для смеси соответствующего

состава. Постоянной считалась и теплопроводность керамической основы: $\lambda_c = 0,02877 \text{ Дж}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}\cdot\text{К}^{-1}$

ВЫВОД

Таким образом, был предложен мембранный реактор для проведения реакции оксиконденсации метана.

Реактор с каталитической мембраной состоит из плотной металлической мембраны (перенесенной на керамическое основание), внутренней трубчатой части и внешней части, предназначенной для ввода кислорода, который предотвращает образование избыточного диоксида углерода в результате реакции.

В результате исследований были определены следующие параметры мембранного реактора:

В качестве материала плотного слоя, переносимого на пористую подложку, был выбран перовскит **Ba_{0.8}Sr_{0.2}Co_{0.8}Fe_{0.2}O_{3-δ}**.

Константа проницаемости для этой металлической мембраны была определена экспериментально и составила $J = 45 \text{ см}^3(\text{НТД})/\text{см}^2\cdot\text{с}$.

Список литературы:

1. Дедов А.Г., Локтев А.С., Тельпуховская Н.О., Пархоменко К.В., Моисеев И.И. Новые катализаторы окислительной конденсации метана – мезопористые аморфные силикаты редкоземельных элементов // Доклады академии наук. 2008. – Т. 422. – № 4. – С. 498-500.
2. Турсунова Н.С., Файзуллаев Н.И., Насимов Х.М. Метанни каталитик димерланиш реакцияси ёрдамида этилен олиш // СамДУ илмий ахборотномаси 2017. № 5 (105) 130- бет
3. Турсунова Н.С., Файзуллаев Н.И. Kinetics of the Reaction of Oxidative Dimerization of Methane // International Journal of Control and Automation 2020. Vol.13 № 2. Pp. 440-446
4. Турсунова Н.С., Файзуллаев Н.И. Метаннидимерлаш реакция сининг кинетикаси // Фан ватехнология ларта раққиети журнали. 2020. № 2, 38-45
5. Турсунова Н.С., Файзуллаев Н.И. Кинетика каталитической реакции димеризации метана с марганец и молибден содержащим катализатором // Universum: Химия и биология. № 12(66). 05.12.2019
6. Тюняев А.А., Нипан Г.Д., Кольцова Т.Н., Локтев А.С., Кецко В.А., Дедов А.Г., Моисеев И.И. Полиморфные ОДМ-катализаторы Mn/W/Na(K,Rb,Cs)/SiO₂ // Журнал неорганической химии. – 2009. – Т. 54. – № 5. – С. 723-726.
7. Файзуллаев Н.И., Турсунова Н.С. Марганец сакловчи катализаторларда метандан этилен олиш // Кимё ва кимё-технологияси илмий журнали Тошкент-2018. 1-сон, 24-29
8. Файзуллаев Н.И. Ўзбекистон табиий газидан этилен олишнинг истиқболли усуллари “Кимё ва кимё технологияси”. – 2014. – Н 4. – 18-26
9. Ahari J.S., Ahmadi R., Mikami H., Inazu K., Zarrinpashne S., Suzuki S., Aika K. // Catal.Today. 2009. v. 145. p.45.
10. Driess M. et al., "Unify Concepts in Catalysis" Evaluation Presentation of the Cluster of Excellence for the German Research Foundation, Bad Honnef, 6. June 2007.
11. Daneshpayeh M., Khodadadi A., Mostoufi N., Mortazavi Y., Sotudeh-Gharebagh R., Talebizadeh A. Kinetic modeling of oxidative coupling of methane over Mn/Na₂WO₄/SiO₂ catalyst. // Fuel Processing Technology. – 2009. 90(3). № 5. – p.403-410.
12. Fayzullayev N.I., Rakhmatov Sh.B. Kinetics and mechanism of the reaction of the catalytic oxycondensation reaction of methane // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – 2019. № 5–6. 62-69 pp.
13. Fayzullayev N.I. Catalytic Oxicondensation of Methane // International Journal of Chemical and Physical Science. – 2015. – V. 4. – N 2. – P. 49-54.
14. Fayzullaev N.I., Tursunova N.S. Thermodynamic Basis of Methane Oxidation Dimerization Reaction and Process Approval // International Journal of Advanced Science and Technology Vol. 29, No. 5, (2020), pp. 6522 – 6531.
15. Fayzullaev N.I., Raxmatov Sh.B. Kinetics and Mechanisms of Oxycondensation Reaction in Methane Molybden-Marganets-Zirconium Catalysis // International Journal of Psychosocial Rehabilitation, Vol. 24, Issue 04, 2020. ISSN: 1475-7192.
16. Fayzullayev N.I., Raxmatov Sh.B. Metanni katalitik oksikondensatlash reakto-rining texnologik parametrlari // “Фан ва технологиялар тараққиёти” Илмий – техникавий журнал. -2018. № 4. -80-89-бетлар.

17. Ji S., Xiao T., Li Sh., Chou L., Zhang B., Xu Ch., Hou R., York A.P.E., and Green M.L.H. Surface WO_4 tetrahedron: these sence of the oxidative coupling of methane over M–W–Mn/SiO₂ catalysts // Journal of Catalysis. 2003. Vol. 220. P. 47-56.
18. Rakhmatov. Sh.B., Fayzullayev.N. I. Coke Formation of Catalyst on the Ethylene Preparation from the Oxycondensation of Methane and its Regeneration// International Journal of Advanced Science and Technology. Vol. 29, No. 03, (2020), pp. 7875 – 7884
19. Raxmatov Sh.B., Fayzullayev N.I. Metanni katalitik oksikondensatlash// СамДУ илмий ахборотномаси. -2018. – N3. 97-104-бетлар.
20. Santamaria J.M., Miro E.E., Wolf E.E. // Ind. Eng. Chem. Res. 1991. v. 30. p.1157.
21. Shukurov B.Sh., Raxmatov Sh.B., Fayzullayev N.I. Kaolindan yuqori kremniyli seolitlar olish. // СамДУ илмий ахборотномаси. -2018. -N5. 106-111-бетлар.
22. Stuenkel' et.al., "Ethylene Production, via OCM Investigation, of alternative separation Processes", 17th International Conference on Process Engineering and Chemical Plant Design, October 2008, Crakow, Poland.
23. Tursunova N.S., Fayzullaev N.I. Kinetics of the Reaction of Oxidative Dimerization of Methane//International Journal of Control and Automation Vol. 13, No. 2, (2020), pp. 440 – 446.
24. Taheri Z., Seyed-Matin N., Safekordi A.A., Nazari K., Pashne S.Z. A comparative kinetic study on the oxidative coupling of methane over LSCF perovskite-type catalyst.//Applied Catalysis. A: General. –2009. 354 (1). –P.143-152.
25. Xin Y., Song Z., Tan Y.Z., Wang D. The directed relation graph method for mechanism reduction in the oxidative coupling of methane.//Catalysis Today. –2008. 131 (1) –p.483-488.

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ,
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ****Соди́кова Муни́ра Рустамбековна**

соискатель,
Ташкентский химико-технологический институт (ТХТИ),
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: munsod@mail.ru

Джалилов Абдулахат Турапович

д-р хим. наук, проф., акад.,
директор ГУП ТНННХТ,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: gup_tniixt@mail.ru

Соди́ков Тиму́р Садирханович

специалист «Узбекнефтегаз»,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: munsod@mail.ru

Абдумавлянова Мамура Косимовна

канд. хим. наук, доц.,
Ташкентский химико-технологический институт (ТХТИ),
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: mamura@mail.ru

Мурзаев Рустам Камирович

соискатель, Ташкентский химико-технологический институт (ТХТИ),
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: mailto:hartum83@mail.ru

Таджиходжаев Закирходжа Абдусаттарович

д-р техн. наук, проф.,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: zakirhodja@gmail.com

IDENTIFICATION OF CHEMICAL PRODUCTS, TECHNOLOGICAL ASPECTS AND TECHNICAL REGULATION**Munira Sodikova**

Applicant of the Tashkent Chemical Technology Institute,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Abdulahat Jalilov

Doctor of chemical sciences, professor, academician,
Director of the SUE TSRICT,
Republic of Uzbekistan, Tashkent region

Timur Sodikov

Specialist «Uzbekneftegaz»,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Mamura Abdumavlyanova

Cand. chem. sci., associate professor,
Tashkent Chemical Technology Institute,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Rustam Murzaev*Applicant of the Tashkent Chemical Technology Institute,
Republic of Uzbekistan, Tashkent***Zakirkhodja Tadjikhodjaev***Doctor of technical sciences, professor,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматриваются вопросы идентификации химической продукции – антикоррозионные материалы на примере ингибиторов коррозии многоцелевого назначения, представляющих интерес с практической точки зрения технического регулирования.

ABSTRACT

This article discusses the identification of chemical products – anticorrosive materials using the example of multi-purpose corrosion inhibitors, which is of interest from a practical point of view of technical regulation.

Ключевые слова: идентификация химической продукции, химическая продукция, ингибиторы коррозии, ТН ВЭД.

Keywords: identification of chemical products, chemical products, corrosion inhibitors, TN VED.

Химическая идентификация – это установление вида и состояния молекул, ионов, радикалов, атомов и других частиц на основе сопоставления экспериментальных данных с соответствующими справочными данными для известных частиц.

Идентификацию химической продукции проводят в целях обеспечения безопасного обращения химической продукции для окружающей среды, жизни, здоровья населения в целях защиты потребителя от недобросовестного изготовителя (поставщика, продавца) и в целях подтверждения соответствия химической продукции предъявляемым к ней требованиям [4].

«Химический элемент», «химическое вещество», «химическое соединение», «химическая продукция», «однокомпонентное / многокомпонентное химическое вещество», «химическое вещество с неизвестным или переменным составом» и другие научно-технические термины, несущие основную нагрузку при рассмотрении химической продукции, имеют различное толкование, однако будем придерживаться близких к реализуемой и стандартизированной химической продукции, как представлено в стандарте [4]:

химическая продукция (chemical product) – товарная продукция, произведенная в соответствии с конкретным нормативным документом или технической документацией и выпускаемая в обращение с сопроводительной документацией, показатели и назначение которой в значительной степени зависят от ее химического состава. Химическая продукция для целей регулирования может быть рассмотрена как химическое вещество или смесь химических веществ;

идентификация химической продукции (chemical product identification) – определение соответствия химической продукции и ее идентификационных параметров целевому объекту идентификации (химическому составу и/или назначению);

многокомпонентное химическое вещество (multi-constituent substance) – химическое вещество, имеющее в своем составе несколько компонентов, содержание каждого из которых составляет не менее 10 %, но не более 80 %;

химическое вещество с неизвестным или переменным составом (chemical substances of unknown or variable composition) – химическое вещество, химический состав которого в значительной степени неизвестен или изменяется и не может быть предсказан или его определение затруднено из-за достаточно большого количества компонентов.

К химическим веществам с неизвестным или переменным составом относят химические вещества со сложным составом, продукты сложных реакций, биологические материалы, рассмотрение которых по отдельности как смеси химических веществ нецелесообразно из-за того, что, как правило, при обращении они находятся именно в таком виде.

На международном уровне также заметны изменения правил и требований в части обращения химических веществ и продукции. Одна из основных причин таких изменений – одобрение новой глобальной политики и стратегии, получившее название Стратегический подход к международному регулированию химических веществ (SAICM) [1].

В имеющейся литературе вопрос идентификации продукции рассматривается с нескольких тесно связанных точек зрения, а именно с точки зрения товароведения, таможенного права и технического регулирования.

Недостаточная информация о товаре, неправомерное использование или, наоборот, игнорирование какого-либо признака (например, материал изготовления, назначение, глубина переработки и пр.) зачастую создают условия для ошибочной классификации товара по ТН ВЭД.

Теоретическое осмысление структуры построения ТН ВЭД и принципов выделения для товара отдель-

ной группы, позиции или субпозиции в международных номенклатурах проливает свет причины выделения таких групп ТН ВЭД, как 21, 38, 63, 83, 96. Эти группы содержат большое количество разнообразных товаров вне зависимости от их химического состава, вида материала, природы происхождения. В них сосредоточены товары, обладающие высокими потребительскими свойствами.

Разработаны [3; 7; 8] ингибиторы коррозии ARIN & M, и изучены вопросы идентификации и классификации по ТН ВЭД, и выявлены проблемы, связанные с классификацией их по ТН ВЭД РУ.

Так, согласно пояснениям к ТН ВЭД РУ, например, группы 38 Прочие химические продукты в подгруппе 3811... антикоррозионные вещества... термин «ингибиторы коррозии» как класс антикоррози-

онные материалы отсутствует, что затрудняет получение конкретной информации по данному виду товаров, хотя в справочнике аж 1968 года уже приводятся данные об ингибирующем действии большого числа веществ (около 1700) [2], количество которых на сегодняшний день насчитывается порядка 10 000 наименований в виде разработанных ингибирующих составов, смесей и ингибиторов коррозии различного назначения [5; 6].

Однако изучение данной группы ТН ВЭД показало, что в подпозиции 3811 29 000 0 прочие и 3811 90 000 0 прочие заложены антикоррозионные вещества в виде ингибиторов коррозии как отдельного химического продукта или в составе пакета присадок или самого ингибитора коррозии многоцелевого назначения.

Рисунок 1. Прочие химические продукты

К примеру, рассмотрим выборочные позиции декларирования по данному коду.

3811 29 000 0

Пакет присадок (эмульгаторы, **ингибиторы коррозии**, стабилизаторы, противозадирные добавки) для водосмешиваемой смазочно-охлаждающей жидкости для обработки металлов, без содержания нефтепродуктов, полученных из битуминозных пород, без содержания этилового спирта.

3811 90 000 0

Химический продукт, является пленкообразующим **ингибитором коррозии** для защиты технологического оборудования и нефтеперерабатывающих установок. Химический состав: 50 % – эфир замещенных жирных кислот, 8,8 % – продукты реакции

жирных кислот таллового масла с тетраэтиленпентамином, 13,1 % – ксилол, 3 % – этилбензол, 21 % – тяжелый ароматический лигроин, 2,5 % – нафталин, 1,6 % – 1,2,4-триметилбензол. Данный продукт является специально приготовленной смесью целевого назначения.

Исследование и системное изучение группы 38 Прочие химические продукты подгруппы 3824 Готовые связующие вещества для производства литейных форм или литейных стержней; продукты и препараты химические, химической или смежных отраслей промышленности в подпозиции 3824999201 составы антикоррозионные, содержащие амины в качестве активных составляющих, выборочные позиции декларирования по данному коду отражают ингибиторы коррозии:

Рисунок 2. Прочие химические продукты

3824 99 920 1

Смесь на основе пиридиновой четвертичной соли – 80 % и метанола марки Uniquat 10-80 HQ CAS № 68909-18-2, жидкость без содержания этилового спирта, применяется в качестве промышленного ингибитора коррозии.

3824 99 920 1

Составы антикоррозионные, содержащие амины в качестве активных составляющих, для промышленного применения; хим. продукт CETAMINE V 211 (Цетамин V211) – **органический ингибитор накипи и коррозии** для паровых котлов на основе пленкообразующих полиаминов и нейтральных аминов. Химический состав: 2-аминоэтанол (моноэтаноламин) (CAS 141-43-5) 10–25 %, циклогексиламин.

Разработанные нами и имеющиеся в промышленном обороте ингибиторы коррозии на основе вторичных продуктов или отходов производств представляют собой химические вещества, химический состав которых в значительной степени неизвестен, или изменяется и не может быть предсказан, или его определение затруднено из-за достаточно большого количества компонентов.

Так, для определения химического состава химического вещества / смеси необходимо идентифицировать:

в первом случае – основное химическое вещество;

во втором случае – химические вещества, присутствующие в концентрациях более 10 %;

для обоих случаев – опасные химические вещества, присутствующие в количествах, превышаю-

щих значения концентраций, указанные в стандартах, включенных в перечень документов по стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований настоящего технического регламента.

Так, например, для ингибиторов коррозии «Нефтегаз-1» подходит следующий код ТН ВЭД: 3403990000. Возможно, также подходят следующие коды ТН ВЭД: 2710199200 (составы для обработки металлов, масла для смазывания форм, антикоррозионные масла), 2710199800 (прочие смазочные масла и прочие масла), 3214900009, 3403199000 (материалы смазочные, содержащие нефть или нефтепродукты, полученные из битуминозных пород: прочие), 3403990000 (материалы смазочные: прочие), 3906909009 и другие.

«Ингибиторы коррозии» прослеживаются в гармонизированной номенклатуре грузов, имеющих свой код и, соответственно, товарное наименование, которые не согласуются с товарной номенклатурой внешнеэкономической деятельности.

Анализируя организацию процесса таможенного контроля при декларировании товаров по ТН ВЭД и Единой тарифно-статистической номенклатуре грузов в части, касающейся классификации антикоррозионных материалов – ингибиторов коррозии, было определено, что они относятся к товарам, классификация которых возможна с различными ставками в разных группах и товарных позициях, что является одной из категорий рисков в таможенной сфере.

Таблица 1.

Позиции по гармонизированной номенклатуре и по единой тарифно-статистической номенклатуре

Позиция по Гармонизированной номенклатуре грузов (ГНГ)	
Код	Наименование
38119000	Антиоксиданты, ингибиторы смолообразования, загустители, антикоррозионные вещества
34031980	Материалы смазочные, содержащие нефть или нефтепродукты, полученные из битуминозных пород прочие, кроме поименованных выше
Позиция по Единой тарифно-статистической номенклатуре грузов (ЕТСНГ)	
753216	Ингибитор
753288	Ингибиторы коррозии «Инфангаз»
753235	Ингибитор коррозии ИК5-2, ИКБ-4
753248	Ингибитор коррозии КХО-1
753254	Ингибитор коррозии типа СНПХ
753273	Ингибитор коррозии «Амфикор»
753292	Ингибиторы коррозии «Нефтегаз-1»
753305	Ингибиторы коррозии и солеотложений ВФИКС
753339	Ингибиторы, н.п.

В связи с этим для предотвращения нарушений таможенных правил в части недостоверной классификации антикоррозионных материалов – ингибиторов коррозии согласно ТН ВЭД, связанных с занижением таможенных платежей, ухода от их уплаты и от нетарифных мер регулирования, наиболее целесообразной и научно обоснованной можно считать химическую или нормативную-техническую классификацию (технические условия, технологический регламент и др.) с целью технического регулирования, совокупность которых позволяет изучить зависимость между используемыми реагентами первичных, вторичных и напрямую отходов производств и химической структурой, физико-химическими свойствами ингибиторов коррозии.

Так, в соответствии с ТН ВЭД ингибиторы коррозии как отдельный вид антикоррозионных материалов не классифицируется ни в одной из товарных подсубпозиций, а это приводит, как известно, к некоторым неточностям при ведении таможенной статистики и определении ставок таможенных пошлин и акцизных налогов.

По этой причине в ходе исследования предложена детализация в отдельные товарные подсубпозиции химической продукции – ингибиторов коррозии на основе первичных реагентов и сырья, ингибиторы коррозии на основе вторичного сырья, отходы производства без какой-либо модификации – ингибиторы коррозии, с единым кодом, например, в группе 38 Прочие химические продукты.

Изучение и систематизация результатов исследования позволяют разработать алгоритм оценки подлинности антикоррозионных материалов – ингибиторов коррозии с целью их однозначной классификации в соответствии с ТН ВЭД Республики Узбекистан, а также выявления фактов фальсификации при таможенном оформлении данной категории товаров.

Выводы

На основе научных исследований по совершенствованию классификации антикоррозионных материалов – ингибиторов коррозии в соответствии с товарной номенклатурой внешнеэкономической деятельности необходимо:

- 1) внедрение в таможенную практику новых кодовых номеров для антикоррозионных материалов – ингибиторов коррозии, вводимых в товарную номенклатуру внешнеэкономической деятельности. В результате появится возможность предотвращения возможного ущерба экономике за счет упорядочивания кодовых номеров для ингибиторов коррозии;
- 2) внедрение в таможенную практику наработанных экспресс-методов по проведению таможенной экспертизы, разработанной для определения кодовых номеров ингибиторов коррозии и возможности быстрого и качественного анализа ингибиторов коррозии.

Список литературы:

1. Абрамова М.И., Косоруков И.А. Процедура регистрации по REACH // Методы оценки соответствия. – 2008. – № 9. – С. 12–13.
2. Алцыбеева А.И., Левин С.З. Ингибиторы коррозии металлов : справочник. – Л. : Химия, 1968. – 264 с.
3. Вторичные материальные ресурсы и разработка технологии получения олигомерных ингибиторов коррозии металлов на их основе / М.Р. Содикова, А.Т. Джалилов, М.К. Абдумавлянова, Р.К. Мурзаев [и др.] // Композиционные материалы. Узбекский Научно-технический и производственный журнал. – 2020. – № 2. – С. 116–122.
4. ГОСТ Р 57443-2017 Идентификация химической продукции. Общие положения. – М. : Стадартинформ, 2017.
5. Данякин В., Сигида А.А. Современные летучие ингибиторы атмосферной коррозии (обзор) // Auditorium. Электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2017. – № 1 (13). – С. 18–22.
6. Иванов Е.С. Ингибиторы коррозии металлов в кислых средах : справочник. – М. : Металлургия, 1986. – 175 с.
7. Содикова М.Р. Олигомерные соединения – ингибиторы коррозии, выбор доступных реагентов и составов // Всероссийская научно-практическая конференция «Современные достижения химической технологии в производстве текстиля, синтеза и применения химических продуктов и красителей», тезисы докладов (Санкт-Петербург, 29–30 октября 2019 г.). – С. 43–44.
8. Содикова М.Р., Содиков Т.С., Абдумавлянова М.К. Ингибиторы коррозии металлов многоцелевого назначения ARIN & M // XIV Международная научно-практическая конференция. «Инновационные технологии современной научной деятельности: стратегия, задачи, внедрение» (Пермь, 5 июля 2020 г.). – С. 12–14.

ВТОРИЧНЫЕ МАТЕРИАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И ИНГИБИТОРЫ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛОВ НА ИХ ОСНОВЕ

Соди́кова Муни́ра Рустамбековна

соискатель,
Ташкентский химико-технологический институт (ТХТИ),
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: munsod@mail.ru

Джали́лов Абдула́хат Тура́нович

д-р хим. наук, проф., акад.,
директор ГУП ТНННХТ,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: gup_tnnht@mail.ru

Абду́мавлянова Ма́мура Косимовна

канд. хим. наук, доц.,
Ташкентский химико-технологический институт (ТХТИ),
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: mamura@mail.ru

Соди́ков Тиму́р Садирханович

специалист «Узбекнефтегаз»,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: munsod@mail.ru

Мурза́ев Рустам Ками́лович

соискатель, Ташкентский химико-технологический институт (ТХТИ),
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: hartum83@mail.ru

Таджи́ходжаев Заки́рходжа Абдусаттарович

д-р техн. наук, проф.,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: zakirhodja@gmail.com

SECONDARY MATERIAL RESOURCES AND METAL CORROSION INHIBITORS BASED ON THEM

Munira Sodikova

Applicant of the Tashkent Chemical Technology Institute,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Abdulahat Jalilov

Doctor of chemical sciences, professor, academician,
Director of the SUE TSRICT,
Republic of Uzbekistan, Tashkent region

Mamura Abdumavlyanova

Cand. chem. sci., associate professor,
Tashkent Chemical Technology Institute,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Timur Sodikov

Specialist «Uzbekneftegaz»,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Rustam Murzaev*Applicant of the Tashkent Chemical Technology Institute,
Republic of Uzbekistan, Tashkent***Zakirkhodja Tadjikhodjaev***Doctor of technical sciences, professor,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматриваются вопросы использования вторичного сырья в качестве альтернативной ресурсной базы для получения химической продукции – ингибиторов коррозии многоцелевого назначения, представляющей интерес с технологической точки зрения и расширения ассортимента антикоррозионных материалов.

ABSTRACT

This article discusses the use of secondary raw materials as an alternative resource base for the production of chemical products – multipurpose corrosion inhibitors, which are of interest from a technological point of view and the expansion of anti-corrosion materials.

Ключевые слова: синтез, олигомеры, вторичные материальные ресурсы, химическая продукция, ингибиторы коррозии, отходы, защитный эффект.

Keywords: synthesis, oligomers, secondary material resources, chemical products, corrosion inhibitors, waste, protective effect.

Введение

Научно-технический прогресс благодаря открытиям в химии, биологии и других науках намного расширил возможности использования природных ресурсов, внося весьма заметные и непредвиденные изменения в экологические системы, в регуляцию биосферы в целом. Объемы и темпы техногенного загрязнения окружающей среды достигли такого уровня, что это превратилось в одну из важнейших проблем современности. В связи с этим все большую актуальность и значимость приобретает возможность техноэкологизации производственных объектов, а именно совершенствование существующих технологий, разработка новых малоотходных технологических процессов, соответствующих требованиям ресурсосбережения.

Промышленность основного органического синтеза, масложирового производства и другие из-за технологической отсталости способствуют образованию жидких и твердых токсичных отходов, которые зачастую являются экотоксикантами и ведут к потерям значительного количества ценных компонентов. Разработка малоотходных ресурсосберегающих технологий позволит снизить затраты энергии, сократить нормы расхода сырья и уменьшить нагрузку на окружающую среду.

Использование вторичного сырья в качестве новой ресурсной базы – одно из наиболее динамично развивающихся направлений разработки и переработки материалов в мире. Узбекистан имеет значительные не реализованные до сегодняшнего дня ресурсы вторичного сырья (каолин, вторичные продукты переработки хлопчатника, отходы основного органического синтеза и химических предприятий и др.), которые можно характеризовать как нереализованные сырьевые, материальные и топливно-энергетические ресурсы [7].

Вторичное сырье – вторичные материальные ресурсы, которые в настоящее время могут повторно использоваться в отраслях промышленности и производств. В свою очередь, вторичные материальные ресурсы – отходы производства и потребления, которые образуются в различных отраслях. Образование отходов – это неустрашимый процесс, который неизбежно сопутствует производственной деятельности и жизнедеятельности человечества [7]. Целями развития рынка вторичных ресурсов являются формирование и поддержание устойчивого спроса потребителей вторичных материальных ресурсов и обеспечение стабильной их реализации при создании новых материалов и продукции. Качество вторичного сырья ниже качества аналогичного первичного сырья, что, соответственно, оказывает воздействие и на качество продукции, выпускаемой из вторичного сырья или с его использованием.

Однако новые технические и технологические решения позволяют производить переработку вторичного сырья химических производств на уровне качества предлагаемой продукции, так, например, химическая переработка вторичного сырья (отходы, обрезки, скрап и др.) из полиэтилентерефталата и получение на его основе присадочных и антикоррозионных материалов способствуют развитию ассортимента новых материалов и продукции с его использованием.

Вторичные материальные ресурсы (отходы) можно разделить на следующие группы:

- отходы как вторичные материальные ресурсы, используемые в качестве добавки или полностью взамен первичного сырья и материалов;
- отходы как вторичные материальные ресурсы, предназначенные для использования частично или полностью взамен первичного сырья (например, антикоррозионные материалы – ингибиторы коррозии,

из вторичного сырья (отходы, обрезки, скрап и др.) из полиэтилентерефталата при производстве различных присадочных материалов);

- отходы, образующиеся в виде использованного в основном технологическом процессе сырья или материалов, как вторичное сырье для использования в другом технологическом цикле;

- отходы как сырье и материалы, придающие принципиально новые свойства реализуемым материалам (вторичные полимерные отходы (ВПЭТФ и др.) могут быть использованы в качестве пленкообразующего элемента в получении антикоррозионных материалов, в том числе ингибиторов коррозии).

Развитие области использования вторичных материальных ресурсов позволит совершенствовать механизмы их применения и, соответственно, формирования спроса на вторичные материальные ресурсы и продукцию, изготовленную из них или с их использованием взамен первичных дорогостоящих реагентов. Реализация вторичных материальных ресурсов даст толчок систематизации и созданию баз данных по источникам образования вторичных материальных ресурсов и предприятий, имеющих нереализованное вторичное сырье. Направление по использованию вторичных материальных ресурсов позволит пересмотреть закономерности их классификации, стандартизации и сертификации по товарной номенклатуре внешнеэкономической деятельности (ТН ВЭД) исходя из их природы, состава, происхождения и других показателей.

Экспериментальная часть

В настоящей работе изучены защитные свойства по отношению к различным агрессивным средам полученных олигомерных ингибиторов коррозии многоцелевого назначения. Ингибиторы коррозии были получены [1; 3–5] путем:

- синтеза олигомерного соединения на основе аддукта (смесь фосфорной кислоты и карбамида) и солей молибдена (СМ) ARIN & M-1-1. Основа раз-

работки этого класса ингибиторов коррозии заключается в расширении сырьевой базы и ассортимента ингибиторов коррозии, упрощения технологии их получения, доступность реагентов. Получение ингибитора коррозии заключается в том, что проводят реакцию взаимодействия фосфорной кислоты, карбамида и солей молибдена в расчетном соотношении взятых компонентов;

- также были синтезированы олигомерные соединения на основе аддукта (смесь фосфорной кислоты и карбамида) и вторичных продуктов солей молибдена ARIN & M-1-3;

- смолы госсиполовой ARIN & M-1-4;

- смолы госсиполовой: ДЖК хлопкового соапстока ARIN & M-5;

- смолы госсиполовой: ВППК ARIN & M-7.

В работе также получены и изучены олигомерные соединения на основе смолы госсиполовой, активным компонентом которой являются алифатические карбоновые кислоты и ($\geq 50\%$) с некоторыми алифатическими ди- (ДЭА) и полиаминами (ПЭПА) ARIN & M-8. Вышеуказанные олигомерные соединения были модифицированы с химически переработанным бытовым отходом из полиэтилентерефталата, а также с химически переработанным (хлорирование, аминирование и др.) [2; 6] вторичным полиэтиленом ARIN & M-1-2, ARIN & M-1-3, ARIN & M-1-6, ARIN & M-1-9 при 130–150 °С в течение 15–20 минут. Изучены защитные свойства ингибиторов коррозии.

Применение химически модифицированных продуктов вторичного полиэтилентерефталата и полиэтилена, являющегося дешевым и доступным вторичным сырьем, объясняется его целевым назначением при создании ингибирующих композиций.

Результаты и их обсуждение

Синтез олигомерных ингибиторов коррозии металлов на основе доступных и вторичных материальных ресурсов (ВМР) органического и неорганического происхождения представлен в таблице 1.

Таблица 1.

Синтез олигомерных ингибиторов коррозии металлов на основе доступных и вторичных материальных ресурсов (ВМР) органического и неорганического происхождения

№	Ингибиторы коррозии	Состав и количество вводимого компонента, мас. %			
1	ARIN & M-1-1	АДДУКТ	СМ	Na ₂ S ₄	1,0 : 0,04–0,1 : 0,05
	ARIN & M-1-2	АДДУКТ	СМ	ВПЭТФ/ ВХПЭ	1,0 : 0,04–0,1 : 0,01–0,05
2	ARIN & M-1-3	АДДУКТ	ВП СМ	ВПЭТФ/ ВХПЭ	1,0 : 0,5–1,0 : 0,1–0,5
3	ARIN & M-1-4	АДДУКТ	СГ		1,0 : 0,01–0,05
4	ARIN & M-1-5	АДДУКТ	СГ : ДЖК	–	1,0 : 0,01–0,05; 0,01–0,05
5	ARIN & M-1-6	АДДУКТ	СГ	ВПЭТФ/ ВХПЭ	1,0 : 0,5–1,0 : 0,1–0,5
6	ARIN & M-1-7	АДДУКТ	СГ/ ВППК	–	1,0 : 0,01–0,05; 0,01–0,05
7	ARIN & M-1-8	СГ	ПЭПА/ЭДА	–	0,25–1,25 : 1,0
8	ARIN & M-1-9	СГ	ПЭПА/ЭДА	ВПЭТФ/ ВХПЭ	0,25–1,25 : 1,0; 0,01–0,05
СГ, СЖК, ДЖК		ВМР масложирового производства			
ВППК		ВМР производства капролактама стадии окисления толуола			
ОПВПЭТФ		Олигомерный продукт вторичного полиэтилентерефталата			
ВХПЭ		Вторичный хлорированный полиэтилен			

Объектами исследования являлись ингибиторы коррозии металлов, в том числе и олигомерные ингибиторы. Исследовались азот и фосфорсодержащие ингибиторы с применением в их составе вторичных продуктов производств и потребления при различных температурах и концентрациях. Коррозионное поведение стали изучали на образцах в форме пластин. Исследования проводились в фоновых растворах, соответствующих агрессивным средам, используемым:

- при травлении углеродистых и низколегированных сталей используют (15–25 %-ные (по массе) растворы хлороводородной и серной кислот);
- при транспортировке нефти содержащие сероводород и углекислый газ;
- при транспортировке самих агрессивных компонентов и др.

Методика эксперимента

Коррозионное поведение углеродистой стали Ст3 изучали в модельных растворах. а в качестве ингибиторов исследовали разработанные композиции ARIN & M-1 – ARIN & M-8, которые представляли собой смеси фосфоразотсодержащих соединений – аддукты, имеющие в своем составе также вторичные продукты и вторичные модифицированные полимеры. Коррозионные испытания проводили гравиметрическим методом в статистических условиях. Плоские образцы из стали изготавливали из Ст3 площадью $S = 10 \text{ см}^2$, обезжиривали этиловым спиртом, высушивали фильтровальной бумагой. Взвешенные образцы размещали на пластмассовом держателе, помещали в герметичные емкости 100–200 мл, куда заливали рабочий раствор (агрессивная среда) и добавляли ингибитор в различных концентрациях. После проведения испытаний поверхность образцов очищали от продуктов коррозии с помощью ластика. Затем образцы промывали водой, ополаскивали дистиллированной водой, сушили фильтровальной бумагой и взвешивали для определения потери массы. Скорость коррозии оценивали по трем параллельным образцам. Ингибирующее действие композиций оценивали степенью защиты Z : $Z = [(K_0 - K)/K_0] \cdot 100 \%$, где K и K_0 – скорости коррозии в присутствии ингибитора и без него, $\text{г}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$.

Обсуждение результатов

Предметом исследования являлись ресурсосберегающие технологии получения новых олигомерных ингибиторов коррозии на основе доступного и вторичного сырья различных производств с введением в структуру ингибитора химически переработанных отходов термопластов полиэтилена и полиэтилентерефталата.

Определение защитного эффекта ингибирующих композиций класса ARIN & M-1-1 – ARIN & M-1-3 (таблица) проводили в водно- (СМЛ) нефтяной эмульсии (ВНЭ 50:50) и газоконденсате с содержанием H_2S 50 $\text{мг}/\text{л}$, при концентрации тестируемых растворов 50 $\text{мг}/\text{л}^{-1}$, 100 $\text{мг}/\text{л}^{-1}$, 200 $\text{мг}/\text{л}^{-1}$. Солевой модельный раствор (СМР) $\text{NaCl} + \text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} +$

MgSO_4 приготовлен в следующих количественных соотношениях компонентов ($\text{г}/\text{л}$): 163:34:0,14 при комнатной температуре.

Результаты исследований свидетельствуют, что при концентрации ингибитора ARIN & M-1-1 от 50 до 200 $\text{мг} \cdot \text{л}^{-1}$ защитное действие от коррозии составляет 79,8–93,4 % при 20–60 °С.

Аналогичная картина наблюдается и при исследованиях в модельной воде с H_2S (125 мл) в присутствии газоконденсата (125 мл), так, результаты исследований свидетельствуют, что при концентрации ингибитора ARIN & M-1-1 от 50 до 200 $\text{мг} \cdot \text{л}^{-1}$ в данной среде защитное действие от коррозии возрастает и достигает 78,0–89,1 % при 20–60 °С. Немаловажным свойством ингибиторов коррозии является сохранение защитного действия при повышенных температурах. Из данных таблицы видно, что защитное действие с повышением температуры (от 20 до 60 °С) незначительно уменьшается, но проявляет необходимую эффективность. Результаты исследований ARIN & M-1-2 свидетельствуют, что при концентрации ингибитора от 50 до 200 $\text{мг} \cdot \text{л}^{-1}$ защитное действие от коррозии составляет 84,8–93,9 % при 20–60 °С. Аналогичные свойства видны и при исследованиях в модельной воде с H_2S (125 мл) в присутствии газоконденсата (125 мл), так, результаты исследований свидетельствуют, что при концентрации ингибитора ARIN & M-1-2 от 50 до 200 $\text{мг} \cdot \text{л}^{-1}$ в данной среде защитное действие от коррозии возрастает и достигает 81,8–90,0 % при 20–60 °С. Немаловажным свойством ингибиторов коррозии является сохранение стабильного защитного действия в исследуемых температурах. Из данных таблицы видно, что стабильное защитное действие наблюдается в исследуемом ингибиторе ARIN & M-1-2 и объясняется наличием в составе композиции вторичного полиэтилентерефталата и хлорированного вторичного полиэтилена, которые способствуют получению эффективного, стабильного во времени и температурном режиме ингибитора кислотной коррозии, стабильность которых predetermined образованием дополнительного пленкообразования.

Защитные свойства ингибитора ARIN & M-1-3 и результаты исследований в исследуемых растворах свидетельствуют, что при концентрации ингибитора ARIN & M-1-3 от 50 до 200 $\text{мг} \cdot \text{л}^{-1}$ защитное действие от коррозии составляет 77,8–92,5 % при 20–60 °С. При этом аналогичная картина наблюдается и при исследованиях в модельной воде с H_2S (125 мл) в присутствии газоконденсата (125 мл), так, результаты исследований свидетельствуют, что при концентрации ингибитора ARIN & M-1-3 от 50 до 200 $\text{мг} \cdot \text{л}^{-1}$ в данной среде защитное действие от коррозии составляет 76,4–87,7 % при 20–60 °С. Из данных таблицы видно, что по защитным свойствам действие ингибитора ARIN & M-1-3 незначительно уступает ингибитору ARIN & M-1-1, и объясняется это применением вторичных продуктов солей молибдена взамен чистых солей молибдена.

Таблица 2.

Защитные свойства ингибиторов коррозии ARIN & M по отношению к углеродистым и низколегированным сталям в различных агрессивных средах

Агрессивная среда		С _{инг} * мг·л ⁻¹ / мас. %	Защитное действие, %, при температуре, °С		
СМР содержащий 50 мг·л ⁻¹ H ₂ S в присутствии нефти/газоконденсата			20	40	60
ARIN & M- 1-1					
Модельная вода, содержащая 50 мг·л ⁻¹ H ₂ S (125 мл) + нефть (125 мл)	50 мг·л ⁻¹	85,8	81,6	79,8	
	100 мг·л ⁻¹	90,0	86,0	82,2	
	200 мг·л ⁻¹	93,4	91,8	90,2	
Модельная вода, содержащая 50 мг·л ⁻¹ H ₂ S (125 мл) + газоконденсат (125 мл)	50 мг·л ⁻¹	81,6	78,6	78,0	
	100 мг·л ⁻¹	85,8	83,0	82,2	
	200 мг·л ⁻¹	89,1	86,2	85,7	
ARIN & M- 1-2					
Модельная вода, содержащая 50 мг·л ⁻¹ H ₂ S (125 мл) + нефть (125 мл)	50 мг·л ⁻¹	86,2	86,0	84,8	
	100 мг·л ⁻¹	90,0	89,6	87,2	
	200 мг·л ⁻¹	93,9	93,0	91,2	
Модельная вода, содержащая 50 мг·л ⁻¹ H ₂ S (125 мл) + газоконденсат (125 мл)	50 мг·л ⁻¹	82,8	82,6	81,8	
	100 мг·л ⁻¹	87,0	86,5	86,3	
	200 мг·л ⁻¹	90,0	88,2	87,4	
ARIN & M- 1-3					
Модельная вода, содержащая 50 мг·л ⁻¹ H ₂ S (125 мл) + нефть (125 мл)	50 мг·л ⁻¹	85,0	80,2	77,8	
	100 мг·л ⁻¹	89,0	85,4	80,4	
	200 мг·л ⁻¹	92,5	91,0	88,2	
Модельная вода, содержащая 50 мг·л ⁻¹ H ₂ S (125 мл) + газоконденсат (125 мл)	50 мг·л ⁻¹	80,0	78,1	76,4	
	100 мг·л ⁻¹	84,4	82,2	80,2	
	200 мг·л ⁻¹	87,7	85,0	83,9	
ARIN & M-1-4					
4 н. HCl / 4 н. H ₂ SO ₄	100 мг·л ⁻¹	82,8 / 82,6	82,0 / 81,8	—	
	200 мг·л ⁻¹	86,0 / 85,9	85,8 / 85,0	—	
	300 мг·л ⁻¹	86,0 / 85,8	86,0 / 85,2	—	
	400 мг·л ⁻¹	85,9 / 85,7	85,3 / 85,2	—	
ARIN & M-1-5					
4 н. HCl / 4 н. H ₂ SO ₄	100 мг·л ⁻¹	82,0 / 82,0	81,2 / 81,0	—	
	200 мг·л ⁻¹	85,1 / 85,2	84,8 / 84,0	—	
	300 мг·л ⁻¹	85,1 / 85,0	84,3 / 84,2	—	
	400 мг·л ⁻¹	85,0 / 84,7	84,0 / 83,4	—	
ARIN & M-1-6					
4 н. HCl / 4 н. H ₂ SO ₄	100 мг·л ⁻¹	83,4 / 83,1	83,0 / 82,7	—	
	200 мг·л ⁻¹	86,5 / 86,4	86,1 / 86,0	—	
	300 мг·л ⁻¹	86,5 / 86,3	86,0 / 86,0	—	
	400 мг·л ⁻¹	86,4 / 86,2	86,1 / 85,7	—	
ARIN & M-1-7					
4 н. HCl / 4 н. H ₂ SO ₄	100 мг·л ⁻¹	84,1 / 83,8	83,8 / 82,8	—	
	200 мг·л ⁻¹	87,3 / 87,0	87,0 / 86,1	—	
	300 мг·л ⁻¹	88,0 / 86,8	87,2 / 86,2	—	
	400 мг·л ⁻¹	87,2 / 87,0	87,0 / 86,8	—	
ARIN & M-1-8					
4 н. HCl / 4 н. H ₂ SO ₄	0,2 %	96,5 / 93,5	—	93,5 / 90,5	
	0,25 %	96,9 / 93,8	—	93,9 / 90,8	
	0,35 %	97,7 / 93,7	—	94,7 / 90,7	
	0,4 %	98,5 / —	—	95,5 / —	
	0,5 %	99,3 / —	—	95,3 / —	
ARIN & M-1-9					
4 н. HCl / 4 н. H ₂ SO ₄	0,2 %	96,8 / 93,7	—	96,0 / 93,0	
	0,25 %	97,7 / 94,3	—	97,1 / 92,7	
	0,35 %	98,2 / 94,4	—	97,8 / 93,6	
	0,4 %	98,7 / —	—	97,7 / —	
	0,5 %	99,6 / —	—	97,9 / —	

Ингибиторы коррозии ARIN & M-1-4 – ARIN & M-1-7 (таблица) были исследованы в 4н растворах соляной и серной кислот при концентрации ингибиторов 100 mg/l^{-1} – 400 mg/l^{-1} . Исследованные ингибиторы коррозии проявили эффективность защиты металлов от коррозии, и защитный эффект составил 81,0–88,0 % при исследовании их при температурах 40–60 °C при вышеуказанных концентрациях. Наиболее высокие защитные свойства наблюдаются в ингибиторах ARIN & M-1-6 и ARIN & M-1-7, и объясняется это применением при получении данных ингибиторов в первом случае вторичных полимеров, во втором случае применением BMP производства капролактама стадии окисления толуола. Ингибиторы коррозии ARIN & M-1-8 и ARIN & M-1-9 (таблица) были исследованы также в 4н растворах соляной и серной кислот при концентрации ингибиторов 0,2–0,5 %. Исследованные ингибиторы коррозии проявили эффективность защиты металлов от коррозии, и защитный эффект составил 81,0–88,0 % при исследовании их при температурах 40–60 °C при вышеуказанных концентрациях.

В предлагаемых композициях наличие смолы госсиполовой и ВППК способствует формированию пленки, т.е. обеспечивает адсорбцию и экранирование поверхности металла, обеспечивающий барьер на границе металл – агрессивная среда. Наличие в композициях ARIN & M-1-7 и ARIN & M-1-8 вторичных и третичных аминогрупп, а также имидазольных групп способствует проявлению синергетического эффекта в исследуемой коррозионно-активной среде. Использование вторичного полиэтилентерефталата и хлорированного вторичного полиэтилена способствует получению эффективного, стабильного во времени ингибитора кислотной коррозии, стабильность которого предопределена образованием дополнительного пленкообразования, а также расширению

ассортимента выпускаемых конкурентоспособных ингибиторов коррозии, решению экологической проблемы в вопросе утилизации вторичных отходов, в том числе вторичного полиэтилентерефталата и полиэтилена. В целом можно предположить, что предлагаемые ингибиторы коррозии класса ARIN & M обладают свойствами так называемого внутримолекулярного синергизма ввиду того, что композиции содержат противоположные по заряду или полярности группы, каждая из которых способна к адсорбционному взаимодействию с поверхностью корродирующего металла. Основная причина высокой эффективности предлагаемых композиций – это создание плотного адсорбционного слоя на поверхности корродирующего металла за счет дополнительного введения в композицию продуктов химического превращения вторичных полимеров и возможного сложения нескольких ингибирующих эффектов.

Выводы

1. Синтезированные ингибиторы коррозии класса ARIN & M на основе азотсодержащих соединений – аддукта мочевины (тиомочевины) с различными соединениями в условиях сероводородной и кислотной коррозии стали обеспечивают высокую степень защиты ($Z = 79,8\text{--}93,9\%$).

2. Предложен способ утилизации вторичных продуктов производств и термопластов (полиэтилена и полиэтилентерефталата) путем применения их при получении ингибиторов коррозии, обеспечивающий создание ресурсосберегающей технологии.

3. Для повышения эффективности и стабильности во времени ингибитора кислотной коррозии дополнительно используются вторичные термопласты в качестве пленкообразующего компонента при получении ингибиторов коррозии многоцелевого назначения.

Список литературы:

1. Вторичные материальные ресурсы и разработка технологии получения олигомерных ингибиторов коррозии металлов на их основе / М.Р. Содикова, А.Т. Джалилов, М.К. Абдумавлянова, Р.К. Мурзаев [и др.] // Композиционные материалы. Узбекский научно-технический и производственный журнал. – 2020. – № 2. – С. 116–122.
2. Модификация полимеров и изучение их структуры ИК-спектроскопическим методом / М.Р. Содикова, А.Т. Джалилов, М.К. Абдумавлянова [и др.] // Universum: Технические науки: электронный научный журнал. – 2018. – № 9. – С. 58–59.
3. Содикова М.Р. Защита металлов ингибиторами коррозии и повышение ресурса безопасной эксплуатации технологического оборудования и технических конструкций // Сборник материалов III Международной научно-практической конференции «Современные пожаробезопасные материалы и технологии» (Иваново, 11 декабря 2019 г.). – С. 519–523.
4. Содикова М.Р. Разработка и расширение ассортимента ингибиторов коррозии и их электрохимические исследования // Международная научно-техническая конференция молодых ученых «Инновационные материалы и технологии-2020» (Беларусь, 9–10 января 2020 г.). – С. 509–511.
5. Содикова М.Р., Содиков Т.С., Абдумавлянова М.К. Ингибиторы коррозии металлов многоцелевого назначения ARIN & M // XIV Международная научно-практическая конференция. «Инновационные технологии современной научной деятельности: стратегия, задачи, внедрение» (Пермь, 5 июля 2020 г.). – С. 12–14.
6. Способ получения депрессорной присадки // Патент РУ № UZ IAP 05151. 2016. Бюл. № 1 / Джалилов А.Т., Барханаджян А.Л., Вафаев О.Ш [и др.].
7. Фатхуллаев Э. Комплексное использование вторичных продуктов переработки хлопчатника при получении полимерных материалов / Э. Фатхуллаев, А.Т. Джалилов, К.С. Минскер, А.П. Марьян. – Ташкент : Фан, 1988. – 180 с.

**ПОЛУЧЕНИЕ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ ИЗ СГУЩЕННОГО
ОСАДКА ФОСФОРНОКИСЛОТНОГО ОБОГАЩЕНИЯ ФОСКОНЦЕНТРАТА
ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ**

Умаров Шавкат Исомиддинович

докторант

Ташкентского химико-технологического института,

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: shumarov1981@mail.ru

Волынскова Надежда Владимировна

начальник технического отдела АО "Аммофос-Махат",

Республика Узбекистан, г. Алмалык

Содыков Баходир Багирович

директор по производству АО "Аммофос-Махат",

Республика Узбекистан, г. Алмалык

Мирзакулов Холтура Чориевич

проф. Ташкентского химико-технологического института,

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: khchmirzakulov@mail.ru

Усманов Ильхам Икрамович

старший научный сотрудник

Ташкентского химико-технологического института,

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: ift2015@mail.ru

**OBTAINING EXTRACTION PHOSPHORIC ACID FROM THE THICKENED SEDIMENT
OF PHOSPHORIC ACID ENRICHMENT OF THE PHOSCONCENTRATE
OF CENTRAL KYZYLKUM**

Shavkat Umarov

Doctoral student,

Tashkent institute of chemical technology,

Republic of Uzbekistan, Tashkent

Nadejda Volinskova

Head of technical department JC "Ammonofos-Maxam"

Uzbekistan, Almalyk

Bakhodir Sodikov

Director for manufacturing JC "Ammonofos-Maxam"

Uzbekistan, Almalyk

Kholtura Mirzakulov

Professor

of Tashkent institute of chemical technology,

Republic of Uzbekistan, Tashkent

Ilham Usmanov

Senior scientific employee

of Tashkent institute of chemical technology,

Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты исследований получения экстракционной фосфорной кислоты из сгущенного осадка, полученного после обработки мытого обожженного фосконцентрата Центральных Кызылкумов экстракционной фосфорной кислотой. Показана возможность улучшения технологических показателей производства. Предварительная обработка мытого обожженного фосконцентрата позволяет снизить кальциевый модуль сырья и, соответственно, норму расхода серной кислоты и выход фосфогипса. Уменьшение содержания свободного оксида кальция в сгущенном осадке мытого обожженного фосконцентрата снижает температуру в экстракторе и коррозионную активность фосфорной кислоты, увеличиваются коэффициенты извлечения отмывки и выхода P_2O_5 .

ABSTRACT

The article presents the results of researcher of obtaining extraction phosphoric acid from a thickened sludge obtained after processing the washed burnt phosconcentrate of Central Kyzylkum with extraction phosphoric acid. The possibility of improving the technological indicators of production is shown. Pretreatment of the washed burnt phosconcentrate reduces the calcium modulus of the raw material and, accordingly, the rate of consumption of sulfuric acid and the yield of phosphogypsum. A decrease in the content of free calcium oxide in the thickened sludge of the washed burnt phosconcentrate reduces the temperature in the extractor and the corrosiveness of phosphoric acid, and the coefficients of the extraction of washing and the yield of P_2O_5 increase.

Ключевые слова: мытый обожженный фосконцентрат, экстракционная фосфорная, серная кислоты, технологические показатели экстракции.

Keywords: washed burnt phosconcentrate, extraction phosphoric acid, sulfuric acid, technological parameters of extraction.

Введение. Сельское хозяйство Узбекистана было односторонним и направлено на выращивание хлопка-сырца. Почвенно-климатические условия большей части орошаемой территории Республики требуют особого внимания к повышению плодородия почв и, прежде всего, усилению подкормки их полноценным питанием - минеральными и органическими удобрениями.

Если азотными и калийными удобрениями республика обеспечивает свои потребности, то в фосфорсодержащих удобрениях осуществляется резкая их нехватка, что объясняется дефицитом фосфатного сырья и низким его качеством. Химическая промышленность производит фосфорсодержащие удобрения, кормовые фосфаты аммония, соли фосфорной кислоты, используя фосфориты Центральных Кызылкумов (ЦК) – единственное фосфатное сырье, добываемое в промышленном масштабе [1, 2, 6, 10]. По своим физико-химическим характеристикам оно относится к высококарбонатным и бедным по P_2O_5 . Для обогащения руды, кроме сухих методов, применяют водную промывку от хлора и термохимическое удаление диоксида углерода. Получаемое сырье – мытый обожженный фосконцентрат (МОФК) содержит 26% P_2O_5 , хлора не более 0,04% и имеет кальциевый модуль $2,0 \pm 0,15$ [4, 12].

Отмывка фосфорита от хлора существенно снижает коррозионную активность фосфорной кислоты, но не решает проблему снижения температуры в экстракторе.

Термодинамическими расчетами установлено, что тепловой эффект взаимодействия МОФК с серной кислотой составляет 938 кДж/кг, из которых на фторкарбонат апатит приходится 47,71% и свободный оксид кальция 45,01% [2].

Установлено также, что свободный оксид кальция легко вступает во взаимодействие с водой, азотной и фосфорной кислотами [8].

Избавившись, даже частично, от свободного оксида кальция в МОФК можно снизить кальциевый модуль и температуру разложения в экстракторе. Исследования по обогащению МОФК экстракционной фосфорной кислотой показали возможность снижения кальциевого модуля с 2,02 до 1,56 и получения сгущенного осадка, пригодного для получения ЭФК [7, 9].

Методы и материалы. Для получения экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК) из обогащенного МОФК использовали сгущенный осадок, после отделения жидкой фазы, состава (масс. %): $P_2O_{5\text{общ.}}$ – 24,14; $P_2O_{5\text{водн.}}$ – 2,96; $CaO_{\text{общ.}}$ – 34,44; $CaO_{\text{водн.}}$ – 0,47 с кальциевым модулем 1,61, серную кислоту с концентрацией 93%, в качестве оборотной использовали ЭФК.

Важнейшими характеристиками производственного процесса получения ЭФК являются химический состав, скорости фильтрации фосфогипса, а также коэффициенты разложения фоссырья, отмывки фосфогипса и выхода P_2O_5 . Поэтому проведены исследования влияния технологических параметров - температуры, Ж:Т и содержания свободной серной кислоты на технологические показатели производства ЭФК путем разложения сгущенного осадка, полученного при фосфорнокислотном обогащении МОФК ЦК.

Разложение сгущенного осадка обогащения МОФК проводили на лабораторной установке непрерывного действия при температурах 85 и 90°C, соотношении жидкой и твердой фаз 2,5; 3,0; 3,5 и содержании свободной серной кислоты 1,5; 2,5 и 3,5% в пересчет на SO_3 .

Продолжительность процесса разложения составляла 30 минут с учетом получения кислоты концентрации 18% P_2O_5 .

После завершения процесса разложения сгущенного осадка, полученную в дигидратном режиме пульпу фильтровали на вакуум фильтре.

Химический анализ исходных, промежуточных и конечных продуктов проводили известными методами химического анализа [3, 5, 11].

На основе химического анализа твердой и жидкой фаз и полученным результатам рассчитывали коэффициенты разложения, отмывки, извлечения.

Результаты и обсуждения. Результаты исследования по получению ЭФК с содержанием 18% P_2O_5 из сгущенного осадка обогащения МОФК и влияния технологических параметров на химический состав

кислоты приведены в таблице 1. Из таблицы видно, что с увеличением Т:Ж с 2,5 до 3,5 и содержания свободной серной кислоты от 1,5 до 3,5% наблюдается тенденция некоторого роста содержания P_2O_5 .

В кислоте, с расчетной концентрацией 18% P_2O_5 , наибольшее количество P_2O_5 содержится, в основном, при содержании в пульпе 3,5% SO_3 . При Ж:Т = 3,0 и температуре 85°C оптимальным является содержание свободной серной кислоты 2,5% в пересчете на SO_3 , а при Т:Ж = 3,5 - 3,5% SO_3 .

Таблица 1.

Влияние технологических параметров на химический состав ЭФК с содержанием 18% P_2O_5 при температуре 85°C

	Ж:Т	$SO_{3св.}$	Химический состав, масс. %					
			P_2O_5	CaO	MgO	Al_2O_3	Fe_2O_3	F
1	2,5	1,5	18,24	0,21	0,76	1,19	0,57	1,32
2	2,5	2,5	18,31	0,24	0,72	1,28	0,55	1,39
3	2,5	3,5	18,43	0,28	0,81	1,26	0,57	1,42
4	3,0	1,5	18,45	0,22	0,72	1,24	0,53	1,39
5	3,0	2,5	18,56	0,27	0,74	1,29	0,59	1,42
6	3,0	3,5	18,54	0,29	0,75	1,26	0,68	1,39
7	3,5	1,5	18,55	0,21	0,75	1,32	0,56	1,49
8	3,5	2,5	18,68	0,27	0,78	1,28	0,66	1,38
9	3,5	3,5	18,81	0,31	0,80	1,36	0,71	1,31

Повышение температуры с 85°C до 90°C также способствует увеличению концентрации получаемой кислоты (табл. 2).

Оптимальными параметрами получения кислоты при Т:Ж = 3,0 является содержание SO_3 3,5%, тогда как это концентрация P_2O_5 в кислоте достигается при Т:Ж = 3,5 при содержании свободной SO_3 2,5-3,5%.

Содержания в кислоте оксида кальция независимо от технологических параметров процесса составляет 0,21-0,31% при температуре 85°C и 0,23-0,39% при температуре 90°C, оксида магния 0,72-0,81% и 0,78-0,91%, фтора 1,42-2,03% и 1,53-2,04%, соответственно.

Таблица 2.

Влияние технологических параметров на химический состав ЭФК с содержанием 18% P_2O_5 при температуре 90°C

	Ж:Т	$SO_{3св.}$	Химический состав, масс. %					
			P_2O_5	CaO	MgO	Al_2O_3	Fe_2O_3	F
1	2,5	1,5	18,28	0,23	0,83	1,33	0,66	1,42
2	2,5	2,5	18,39	0,38	0,78	1,31	0,54	1,48
3	2,5	3,5	18,73	0,31	0,85	1,34	0,61	1,46
4	3,0	1,5	18,36	0,23	0,89	1,24	0,57	1,39
5	3,0	2,5	18,43	0,33	0,85	1,27	0,64	1,44
6	3,0	3,5	18,79	0,28	0,90	1,37	0,65	1,41
7	3,5	1,5	18,44	0,26	0,83	1,26	0,61	1,37
8	3,5	2,5	18,66	0,39	0,85	1,40	0,70	1,41
9	3,5	3,5	18,85	0,33	0,91	1,40	0,56	1,36

В таблице 3 приведены результаты влияния Ж:Т и SO_3 свободной при температуре 85°C на технологические показатели производства ЭФК. Повышение Ж:Т с 2,5 до 3,5 и $SO_{3св.}$ с 1,5 до 3,5 способствуют

повышению $K_{разл.}$ и тем больше, чем выше содержание $SO_{3св.}$.

Так при содержании $SO_{3св.}$ 1,5 K_p составляет 95,96-96,64, тогда как при $SO_{3св.}$ 3,5% эти показатели равны 97,26-98,41%.

Таблица 3.

**Влияния технологических параметров на технологические показатели получения ЭФК
с содержанием 18% P₂O₅ при температуре 85°C**

№	Ж:Т	SO _{3св.}	K _{разл.}	K _{отм.}	K _{вых.}	Скорость фильтрации, кг/м ² ·ч	
						р-р	с.о.
1	2,5	1,5	95,96	96,19	92,48	2169	538
2	3,0	1,5	96,12	96,46	93,23	2216	660
3	3,5	1,5	96,64	96,64	93,44	2357	736
4	2,5	2,5	96,42	97,81	94,28	1199	327
5	3,0	2,5	96,64	97,77	93,31	2341	497
6	3,5	2,5	97,89	98,45	96,39	3421	708
7	2,5	3,5	97,26	97,64	95,34	1890	457
8	3,0	3,5	97,71	98,01	96,51	1981	561
9	3,5	3,5	98,41	99,95	97,41	2108	725

Повышенно Ж:Т с 2,5 до 3,5 при содержание SO_{3св.} 1,5% приводит к увеличению K_{отм.} с 96,19% до 96,64% и K_{вых.} с 92,48% до 93,23%. Увеличение содержания свободной кислоты в пересчете на SO₃ до 3,5% повышает K_{отм.} до 97,64 – 99,95% и K_{вых.} до 95,34 – 97,41%.

Скорости фильтрации с увеличением Т:Ж и свободной серной кислоты повышаются и максимальные их значения составляют при 1792 – 1292 кг/м²·ч по сухому остатку и 1981-2351 кг/м²·ч по раствору.

В таблице 4 приведены данные влияния Ж:Т на технологические показатели процесса получения ЭФК при постоянных значениях SO_{3св.}. Увеличение Ж:Т при постоянных значениях SO_{3св.} приводит к повышению всех коэффициентов.

Также наблюдается повышение всех коэффициентов производства ЭФК с повышением содержания свободной кислоты.

Таблица 4.

**Влияния технологических параметров на технологические показатели получения ЭФК
с содержанием 18% P₂O₅ при температуре 90°C**

№	Ж:Т	SO _{3св.}	K _{разл.}	K _{отм.}	K _{вых.}	Скорость фильтрации, кг/м ² ·ч	
						р-р	с.о.
1	2,5	1,5	97,17	96,83	94,22	1568	522
2	3,0	1,5	98,18	97,41	96,88	1783	606
3	3,5	1,5	98,64	98,48	96,17	1981	747
4	2,5	2,5	97,73	98,59	94,28	1588	531
5	3,0	2,5	96,78	99,65	96,57	1794	509
6	3,5	2,5	98,84	99,41	97,32	2178	747
7	2,5	3,5	98,50	97,78	96,31	1327	564
8	3,0	3,5	98,38	98,01	96,42	1683	659
9	3,5	3,5	98,95	99,93	98,28	1841	729

Скорости фильтрации по раствору и сухому остатку повышаются с увеличением Ж:Т и снижаются с увеличением содержания SO_{3св.}.

Выводы. Таким образом, проведенные исследование показали возможность повышения технологических показателей производства ЭФК из МОФК

путем использования стуженного осадке после фосфорнокислотной обработки МОФК.

При этом снижаются температура в экстракторе до нужных 80-85°C, выход фосфогипса и нормы расхода серной кислоты.

Список литературы:

1. Беглов Б.М., Намазов Ш.С. Фосфориты Центральных Кызылкумов и их переработка. Ташкент. - 2013. – 460 с.
2. Волынскова Н.В. Разработка и усовершенствование технологии производства экстракционной фосфорной кислоты из фосфоритов Центральных Кызылкумов. Дисс. ... докт. техн. наук. Ташкент. - 2019. - 196 с.
3. Кельман Ф.Н., Бруцкус Е.Б., Ошерович Р.И. Методы анализа при контроле производства серной кислоты и фосфорных удобрений. –М: Госхимиздат, 1982. 352 с.
4. Кучерский Н.И., Толстов Е.А., Михин О.А., Мазуркевич А.П., Смирнов Ю.М. Комбинированная технология обогащения зернистых фосфоритов. Ж. «Горная промышленность», 2001, № 4. С. 1-4.
5. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов // М.М. Винник, Л.Н. Урбанов и др. –М.: Химия. 1975. 218 с.
6. Мирзакулов Х.Ч. Физико-химические основы и технология переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов. Ташкент. - 2019. – 416 с.
7. Насридинов А.У., Умаров Ш.И., Усманов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Обогащение мытого обожженного фосконцентрата Центральных Кызылкумов растворами фосфорной кислоты. Узбекский химический журнал. – Ташкент, 2016. – № 3. – С. 62-65.
8. Умаров Ш.И. Разработка эффективной технологии обогащения фосфоритов Центральных Кызылкумов азотной и фосфорной кислотами. Дисс. ... д.ф.(PhD) по т.н. Ташкент. - 2018. 120 с.
9. Умаров Ш.И., Меликулова Г.Э., Усманов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Исследование процесса переработки фосфорнокислых растворов обогащения фосконцентрата Центральных Кызылкумов. Universum: Технические науки: электрон. Научн. журн. 2018. № 6(51). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/6088>.
10. Шамшидинов И.Т. Разработка усовершенствованной технологии производства экстракционной фосфорной кислоты и получения концентрированных фосфорсодержащих удобрений из фосфоритов Каратау и Центральных Кызылкумов. Дисс. ... докт. техн. наук, Ташкент, 2017. - 193 с.
11. Шварценбах Х.Г., Флашка Г. Комплексометрическое титрование. М.: Химия. 1970. 360 с.
12. O'z DSt 2825:2014. Фосфоритная продукция Ташкура. Общие технические условия.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЕ ОПЫТНЫХ ПАРТИЙ КОМПОЗИЦИОННОГО
СТРОИТЕЛЬНОГО БИТУМА МАРКИ БН 90/10 С ДОБАВЛЕНИЕМ ЭКСТРАКТНОГО
ОСТАТКА, НЕФТЕШЛАМА И ОТБЕЛИВАЮЩЕЙ ГЛИНЫ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ
В СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТАХ**

Хамидов Босит Набиевич

*д-р техн. наук, профессор,
Академия Наук Республики Узбекистан,
Институт общей и неорганической химии,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Аликабулов Шухрат Абдумаликович

*докторант,
Академия Наук Республики Узбекистан,
Институт общей и неорганической химии,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Рахимов Бекзод Бахтиёрвич

*мл. науч. сотр.,
Академия Наук Республики Узбекистан
Институт общей и неорганической химии,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: raximov2021@inbox.ru*

**COMPARATIVE TESTING OF EXPERIMENTAL BANDS OF COMPOSITE BUILDING
BITUMEN BRAND BN 90/10 WITH ADDITION OF EXTRACT RESIDUE, OIL SLUDGE
AND BLEACHING CLAY FOR APPLICATION IN CONSTRUCTION SITES**

Bosit Khamidov

*Dr. Tech. sciences, professor,
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Institute of General and Inorganic Chemistry,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Shukhrat Alikabulov

*Doctoral student,
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Institute of General and Inorganic Chemistry,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Bekzod Rakhimov

*Junior researcher,
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В данной статье приведены результаты сравнительных испытаний опытных партий композиционного строительного битума марки БН 90/10 с добавлением экстрактного остатка, нефтешлама и отбеливающей глины.

ABSTRACT

This article presents the results of comparative tests of experimental batches of composite construction bitumen of the PB 90/10 brand with the addition of extract residue, oil sludge and bleaching clay.

Ключевые слова: строительный битум марки БН 90/10 с добавлением экстрактного остатка, нефтешлам, отбеливающая глина.

Keywords: construction bitumen grade BN 90/10 with the addition of an extract residue, oil sludge, bleaching clay.

Современные композиционные строительные материалы представляют собой сложные системы, свойства и эксплуатационные характеристики которых зависят как от свойств применяемых сырьевых материалов в отдельности (заполнители, наполнители, вяжущие и т.д.), так и от характера их совмещения, т.е. особенностей контактной зоны между компонентами [1]. Технология окисления сырья при изучении режима температура процесса 250 °С, расход воздуха на окисление 2,0 л на 1 кг сырья в мин. Подачу воздуха на окисление начинали при достижении температуры сырья 200 °С. Далее отключается нагрев, уменьшают объем расхода воздуха на определенное время, т.е. создается индукционный период. Через некоторое время в окисляемое сырье добавляют в качестве «пластификатора» газойлеву фракцию при температуре > 400 °С. В итоге был получен продукт со следующими основными техническими характеристиками: температура размягчения – 35,5 °С; пенетрация при 25 °С - 105 °С; пенетрация при 0 °С - 36 °С; дуктильность при 25 °С - 126 °С; дуктильность при 0 °С - 14 °С; температура хрупкости – минус 27,2 °С; температур вспышки - 225 °С [2]. Промышленные и кровельные сорта битумов получают путем продувки смеси битум/полимер. Однако на практике данные битумные композиции не подходят для строительных покрытий из-за их высокой температуры размягчения и относительно высокой пенетрации [3].

Проведены сравнительные эксплуатационные испытания опытных партий композиционного строительного битума марок БН 90/10, БН 90/10 с добавлением 3% экстрактивного остатка, БН 90/10 с добавлением 5% шлама, БН 90/10 с добавлением 5% отбеливающей глины, БН 90/10 с добавлением 5% экстрактивного остатка, БН 90/10 с добавлением 10% шлама, БН 90/10 с добавлением 10% отбеливающей глины разработанных Институтом общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан (ИОНХ АН РУз) для надежного кровельного покрытия, коммуникации, гидроизоляции фундаментов.

Образец №1 - опытная партия композиционного строительного битума марки БН 90/10;

Образец №2 - опытная партия композиционного строительного битума марки БН 90/10 с добавлением 3% экстрактивного остатка;

Образец №3 - опытная партия композиционного строительного битума марки БН 90/10 с добавлением 5% шлама;

Образец №4 - опытная партия композиционного строительного битума марки БН 90/10 с добавлением 5% отбеливающей глины;

Образец №5 - опытная партия композиционного строительного битума марки БН 90/10 с добавлением 5% экстрактивного остатка;

Образец №6 - опытная партия композиционного строительного битума марки БН 90/10 с добавлением 10% шлама;

Образец №7 - опытная партия композиционного строительного битума марки БН 90/10 с добавлением 10% отбеливающей глины.

Опытные партии композиционного строительного битума в количестве 100 кг изготовленные в соответствии ГОСТ 6617-76. Кровельного покрытия, коммуникации, гидроизоляции фундаментов опытным образцом №1 композиционного строительного битума марки БН 90/10 с добавлением 3% экстрактивного остатка в количестве 100 кг и направлен на эксплуатационные испытания на запланированном строительном объекте ответственным руководством ООО «Иштихон Транс Сервис». Аналогичным образом проводили испытания с образцами №2, №3, №4, №5, №6, №7 в реальных условиях эксплуатации для испытания их сравнительных качественных эксплуатационных показателей. После проведенных испытаний, были отобраны образцы композиционного строительного битума марки БН 90/10 с добавлением экстрактивного остатка, нефтешлама и отбеливающей глины и изучены их физико-химические характеристики в лабораторных условиях Ферганского НПЗ. Сравнительные результаты исследования представлены в таблице.

Таблица 1.

Сравнительные результаты испытаний композиционного строительного битума БН 90/10 с добавлением экстрактивного остатка, нефтешлама и отбеливающей глины в эксплуатационных условиях

Наименование показателей	Глубина проникания иглы при 25°С, 0,1 мм.	Температура размягчения по кольцу и шару, °С	Растяжимость при 25 °С, не менее	Растворимость, %, не менее	Изменение массы после прогрева, %, не более	Температура вспышки, °С не ниже	Массовая доля воды
Норма по ГОСТ 6617-76	5-20	90-105	1,0	99,5	0,5	240	Следы
Образец №1 до испытаний	10	100	1,0	99,5	0,3	250	Следы
Образец №1 после испытаний	15	105	1,5	99,5	0,3	245	Следы
Образец №2 до испытаний	16	95	2,0	99,5	0,4	240	Следы
Образец №2 после испытаний	18	95	2,0	99,5	0,4	245	Следы

Образец №3 до испытаний	20	90	3,0	99,5	0,5	240	Следы
Образец №3 после испытаний	20	95	2,5	99,5	0,5	240	Следы
Образец №4 до испытаний	10	95	2,0	99,5	0,4	245	Следы
Образец №4 после испытаний	15	100	2,5	99,5	0,5	245	Следы
Образец №5 до испытаний	20	90	3,0	99,5	0,5	240	Следы
Образец №5 после испытаний	20	95	3,0	99,5	0,5	245	Следы
Образец №6 до испытаний	28	85	3,0	99,5	0,5	235	Следы
Образец №6 после испытаний	25	90	2,5	99,5	0,5	240	Следы
Образец №7 до испытаний	5	100	2,0	99,5	0,4	245	Следы
Образец №7 после испытаний	7	100	2,5	99,5	0,5	245	Следы

Анализируя результаты этой таблицы, было установлено, что после использования строительного битума марки БН 90/10 и другие образцы на запланированном строительном объекте ответственным руководством ООО «Иштихон Транс Сервис», испытываемые образцы по физико-химическим характеристикам: глубина проникновения иглы, температура размягчения по кольцу и шару, растяжимость, растворимость, изменение массы после прогрева, температура вспышки на несколько пунктов оказались лучше, и все ещё соответствует стандартным требованиям, а также имеют полезный и надежный рабо-

чий ресурс. Установлено, что опытные образцы композиционного строительного битума удовлетворяют требованиям эксплуатации и обладают высокими качественными характеристиками в сравнении с стандартными строительными битумами и соответствуют современным требованиям, предъявляемым к битуму. Следует отметить, что получаемые образцы строительных битумов, нетоксичные являются “экологически чистыми”. Композиционные строительные битумы могут применяться для кровельного покрытия, коммуникации, гидроизоляции фундаментов с целью повышения качественной изоляции и покрытия сооружения.

Список литературы:

1. Воробьев А.Е., Тчаро Х., Воробьев К.А. Современное производства битума: Технологии и оборудование. Издательские решения, 2018. - 412с.
2. Худович И.М. Получения битумов с улучшенными свойствами / И.М. Худович, С.М. Ткачев, Е.В. Сюзарева // Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. В, Прикладные науки. – 2009. – N 2. – С. 137-142.
3. Шион Жак; Моризюр Мари-Франсуаз. Битумные композиции и способ их получения // Патент РФ №2181130, 2002.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИКО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛЕССОВЫХ ПОРОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДАШНАБАД ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНОГО КИРПИЧА

Хамидова Хабиба Мурат кизи

докторант, Ташкентского химико-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: x.x.m@mail.ru

Абдусаттаров Шокир Мамаджанович

доцент, Ташкентского химико-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: abdusattarov@rambler.ru

APPLICATION OF THE CLAY OF THE MAY DEPOSIT IN THE MANUFACTURE OF CONSTRUCTION CERAMIC TILES

Habiba Khamidova

Doctoral student of Tashkent institute of chemical technology,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Abdusattarov Shokir Mamajanovich

Senior teacher
of Tashkent institute of chemical technology,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Исследовано физико-механические свойства глины месторождения Дашнабад в Сурхандарьинской области. Свойство глины не отвечает требованиям ГОСТа 530-95, предъявляемым к керамическому кирпичу. Но полученной сырью в результате добавление пластичных компонентов может привести к уменьшению появления высолов и улучшению механических свойств керамических изделий.

ABSTRACT

Physicomechanical properties are presented of Dashnabad fog of the Surkhandarya region. Properties of the soil can not conforming of GOST 530-95 for the manufacturing of ceramic bricks, but there is presented possibility the manufacturing of ceramic bricks that brings high mechanic properties and less salinization from the grain received by way of adding of special softener.

Ключевые слова: керамические материалы, строительный кирпич, глина, месторождения Дашнабад, обжиг, пластичность, пластификатор.

Keywords: ceramic material, building brick, deposit of Dashnabad, burning, plasticity, softener.

Одним из часто используемых материалов сферы строительства является строительный кирпич, на который всегда имеется большой спрос. Строительство новых заводов по производству керамического кирпича начинается с поиска новых месторождений глинистого сырья. Перед нами была поставлена задача определить пригодность сырья и разрабо-

тать технологию производства качественного строительного кирпича, отвечающего требованиям ГОСТа 530-95 «Кирпич и камни керамические».

Проведены испытания с целью определения пригодности лессовидных суглинков для производства керамического кирпича методом пластического формования.

Таблица 1.

Содержание крупнозернистых включений

Технологическая проба	Общий остаток, % на сите с размером отверстий 0,5 мм	Остатки на ситах с размером отверстий; мм, %			Характеристика остатка
		5,0	2,0	0,5	
Лессовидные породы месторождения Дашнабад	0,33	-	0,04	0,29	Глинистые частицы, сляда

Лессовидные породы месторождения Дашнабад представлены породой светло-коричневого цвета, рыхлой структуры. При взаимодействии с 10%-ным раствором соляной кислоты вскипают, что указывает на присутствие карбонатных включений. Глинистые пробы подвергались усреднению для определения химического состава и изучения технологических свойств.

Результаты гранулометрического анализа лессовидных пород месторождения Дашнабад приведены в табл. 1 и 2. Ситовой анализ показывает, что по количеству включений пробы относятся к сырью со средним содержанием включений – 0,33%. По виду – с карбонатными, гипсовыми кварцем обломками горных пород и органическими включениями.

Таблица 2.

Гранулометрический состав сырья

Технологическая проба	Размер фракции (мм) содержание фракций (%)					Сумма
	1,00-0,063	0,063-0,010	0,010-0,005	0,005-0,001	Менее-0,001	
Гранулометрический состав лессовидных пород	1,0	57,5	14,9	13,8	12,8	100,0

Результаты гранулометрического анализа лессовидных пород месторождения Дашнабад приведены в табл. 2. По содержанию тонкодисперсных фракций

(частиц размером менее 0,001 мм) – 12,8 %, пробы относятся к группе низкодисперсного глинистого сырья.

Таблица 3.

Химический состав лессовидных пород месторождения Дашнабад

Массовая доля оксидов, %												
	п.п.п.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Σ
Химический состав лессовидных пород	12,4	53,0	10,74	4,31	0,51	10,3	4,72	0,58	0,61	2,66	0,17	100
Химический состав сырья в пересчете на прокаленное вещество		60,43	12,25	4,89	0,55	11,85	5,44	0,59	0,71	3,04	0,20	100

Результаты химического анализа приведены в таблице 3. По содержанию оксида алюминия в прокаленном состоянии (12,25 %) проба относится к кислому глинистому сырью. По содержанию красящих оксидов железа и титана – 4,89 % и 0,55 %, проба относится к сырью с высоким содержанием красящих оксидов.

Число пластичности лессовых пород Дашнабад составляет 6,5 и относится к малопластичным глинам.

Число пластичности лессовых пород Дашнабад составляет 6,5 и относится к малопластичным глинам.

Таблица 4.

Чувствительность к сушке

Номер технологической пробы	Потеря влаги при 100 °С	Потеря влаги при 200 °С	K min	Категория глинистого сырья
1	9,83	9,80	0,8	Малочувствительное к сушке
2	9,99	9,87		
3	9,85	9,96		
ср.	9,89	9,87		

Огнеупорность исходной лессовой породы Дашнабад составил 1160 °С и относится к легкоплавкому сырью.

Подготовка массы и изготовление лабораторных образцов

Предварительно высушенную пробу до влагосодержания 3-4 % размалывали в шаровой мельнице до полного прохождения через сито с диаметром отверстий 3 мм. Измельченная и усредненная проба

перемешивалась в смесителе и замачивалась водой из расчета получения массы нормальной формовочной влажности.

Из массы формировали:

- кубики размером 50 x 50 x 50 мм – 25 штук для определения предела прочности при сжатии;
- балочки размером 135 x 30 x 15 мм - 25 штук для определения предела прочности при изгибе;

• кирпичики размером 60 x 30 x 10 мм - 15 штук для определения воздушной и общей усадок и водопоглощения.

Сушка лабораторных образцов проводилась на стеллажах при комнатной температуре, а затем – в сушильном шкафу при температуре 105-100 °С.

Таблица 5.

Результаты испытаний при формировке и сушке

Номер технологической пробы	Формовочная влажность, %	Воздушная усадка, %	Предел прочности, МПа	
			при сжатии	при сжатии
1	20,0	3,86-3,84	2,4	2,0
2	20,1	3,65-3,70	2,1	1,1
3	20,2	3,70-3,84	2,1	1,1
ср.	20,1	3,76	2,2	1,4

По механической прочности на изгиб в сухом состоянии пробы относятся к сырью с низкой механической прочностью.

Изучение физико-механических и термических свойств лессовидных пород месторождения Дашнабад показало, что породы по показателю огнеупорности относятся к легкоплавким, малочувствительным к сушке породам (температура падения конуса 1160 °С).

По показателю пластичности – проба малопластичная (число пластичности 6,5). По механической прочности на изгиб в сухом состоянии пробы относятся к сырью с низкой механической прочностью. Результаты физико-механических испытаний, обожженных при различных температурах образцов приведены в таблице 6.

Таблица 6.

Физико-механические свойства обожженных образцов

№	Температура обжига, °С	№ пробы	Водопоглощение, %	Общая усадка, %	Предел прочности, МПа		Ожидаемая прочность Кирпича
					при сжатии	при сжатии	
1	950	1	22,1	4,62-3,70	8,8	4,7	75
		2	21,0	4,45-3,6	8,7	4,8	
		3	20,2	4,2-3,5	8,9	5,8	
2	1000	1	21,3	4,75-3,60	11,4	5,4	100
		2	20,8	4,80-3,41	12,2	5,5	
		3	20,6	4,20-3,80	11,8	6,5	
3	1050	1	21,3	4,80-3,50	12,4	5,4	125
		2	20,6	4,58-3,52	12,8	6,2	
		3	21,1	4,10-3,80	12,6	8,7	

Обжиг лабораторных образцов производили в муфельной печи при температурах: 950, 1000, 1050 °С. На образцах обожженных проб после испытания на капиллярный подсос имеется солевой налет.

Предел прочности лабораторных образцов, обожженных при температуре 1000 и 1050 °С (8,8-12,6) МПа отвечает требованиям ГОСТа 530-95, предъявляемым к керамическому кирпичу.

Анализ технологических и физико-химических свойств лессовидных пород месторождения Дашнабад и обожженных керамических материалов

на их основе показал, что полученные материалы обладают достаточной механической прочностью. Сырье является малопластичным и на готовых изделиях возможно образование солевого налета. Для устранения перечисленных недостатков будут проведены дополнительные исследования по разработке новых материалов с корректирующими добавками. К примеру, добавление пластичных компонентов может привести к улучшению механических свойств керамических изделий и снижению технологических отходов.

Список литературы:

1. ГОСТ 530-95 Кирпич и камни керамические.
2. ГОСТ 21.216.4-93. Подготовка к испытаниям, макроскопическое описание проб – п. 5.1 «Методики».
3. ГОСТ 21.216.4-93. Гранулометрический состав сырья – п. 5.4 «Методики».
4. ГОСТ 21.216.4-93. Чувствительность к сушке – п. 5.8 «Методики».
5. ГОСТ 21.216.4-93. Изготовление лабораторных образцов – п. 5.10 «Методики».

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ СГУЩЕННОГО ОСАДКА КРЕМНЕФТОРИДА НАТРИЯ ИЗ ФОСФОРИТОВ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ

Ходжамкулов Сахомиддин Зоирович

доцент Термезского государственного университета,
Республика Узбекистан, г. Термез
E-mail: saxomiddin@mail.ru

Меликулова Гавхар Эшбоевна

ст. преподаватель
Ташкентского химико-технологического института
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: melikulova@mail.ru

Мирзакулов Холтура Чориевич

профессор
Ташкентского химико-технологического института
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: khchmirzakulov@mail.ru

RESEARCH OF THE PROCESS OF PROCESSING THICKENED SEDIMENT OF SODIUM SILICON FLUORIDE FROM PHOSPHORITES OF CENTRAL KYZYLKUM

Sakhomiddin Khodjamkulov

Associate professor Termez state of university,
Republic of Uzbekistan, Termez,

Gavkhar Melikulova

Senior teacher of Tashkent institute of chemical technology,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Kholtura Mirzakulov

Professor of Tashkent institute of chemical technology,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена переработке сгущенного осадка кремнефторида натрия, полученного осаждением из экстракционной фосфорной кислоты на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов смесью метасиликата и карбоната натрия и переработке на кремнефториды натрия более высокой чистоты, кремнефторид и фторид аммония, белую сажу. Установлены оптимальные технологические параметры разложения сгущенного осадка кремнефторида натрия, при которых достигается степень выделения фтора в газовую фазу 96,64% улавливания фтора растворами гидроксидов натрия и аммония. Показано, что при этом чистота кремнефторида натрия превышает 90%. Нейтрализацией растворов кремнефторида и фторида аммония получен оксид кремния.

ABSTRACT

The article is devoted to the processing of thickened sodium silicofluoride precipitate obtained by precipitation from extraction phosphoric acid based on phosphorites of Central Kyzylkum with a mixture of metasilicate and sodium carbonate and processing into higher purity sodium silicofluorides, silicon fluoride and ammonium fluoride, white soot. The optimal technological parameters of the decomposition of the thickened precipitate of sodium silicofluoride, at which the degree of fluorine release into the gas phase of 96.64% of fluorine capture by solutions of sodium and ammonium hydroxides is achieved. It is shown that the purity of sodium silicofluoride exceeds 90%. Silicon oxide was obtained by neutralizing solutions of silicon fluoride and ammonium fluoride.

Ключевые слова: экстракционная фосфорная кислота, обесфторивание, кремнефториды натрия, аммония, фторид аммония, оксид кремния.

Keywords: extraction phosphoric acid, defluorination, sodium silicofluorides, ammonium, ammonium fluoride, silicon oxide.

В мире большое внимание уделяется охране от загрязнения окружающей среды различными техногенными продуктами, в том числе и фтористыми соединениями [5]. Низкая растворимость фторсодержащих минералов в значительной мере препятствует выносу фтора из почв талыми и дождевыми водами, а так же усвояемости растительными организмами, что позволяет поддерживать в природе экологическое равновесие. Однако оно может существенно измениться в случае появления в гидросфере, литосфере и атмосфере легкоусвояемых растений и животными форм фтора, образующихся в результате деятельности человека. По данным специалистов фтористые соединения оказывают самое вредное воздействие на растительный мир. Достаточно отметить, что для растений безопасной концентрацией фтористых соединений является $0,00017-0,00023 \text{ мг/м}^3$ в пересчете на фтор, что значительно ниже ПДК ($0,005 \text{ мг/м}^3$) [7, 8]. Основное количество фтора в природе сосредоточено в фосфатном сырье – апатитах и фосфоритах, которые перерабатываются на экстракционную фосфорную кислоту и фосфорные удобрения [1, 4, 11]. Апатиты и фосфориты в среднем содержат 2,7-3% фтора, а получаемая из них фосфорная кислота содержит до 15% различных примесей, из которых содержание фтора составляет 1,2-1,5% [2]. Фтористые соединения присутствуют в виде фтористоводородной, кремнефтористоводородной кислот и сложных соединений.

Одним из перспективных способов утилизации фтора при производстве фосфорных удобрений является обесфторивание экстракционной фосфорной кислоты солями натрия или калия с одновременным получением ценных продуктов – кремнефторидов натрия или калия. [6, 10, 12]. Кремнефторид натрия является ценным химическим сырьем для получения оксида кремния и фторида аммония. Несмотря на большой спрос в кремнефториде натрия и фториде аммония они не производятся в Республике. Это связано с отсутствием приемлемой технологии получения кремнефторида натрия и фторида аммония при переработке фосфатного сырья Центральных Кызылкумов (ЦК).

Методы исследований. Для обесфторивания использовали экстракционную фосфорную кислоту (ЭФК), полученную на основе фосфоритов ЦК следующего химического состава (масс. %): P_2O_5 – 20,89; CaO – 0,24; MgO – 0,87; Al_2O_3 – 1,33; Fe_2O_3 – 0,65; F – 1,21; SO_3 – 3,46; Na – 0,12; SiO_2 – 0,13.

Очистку ЭФК проводили метасиликатом и карбонатом натрия из расчета 40% метасиликата и

60% карбоната натрия на связывание фтора в кремнефторид натрия [9]. Сгущенный осадок кремнефторида натрия подвергали термообработке при температуре $200-300^\circ\text{C}$, а выделяющиеся газы абсорбировали растворами гидроксидов натрия и аммония. Кремнефторид натрия, полученный после фильтрации сгущенного осадка, содержит без промывки в пересчете на сухое вещество (масс. %): CaO – 10,58; MgO – 0,44; Na_2O – 28,63; P_2O_5 – 29,4; $\text{SO}_{3\text{общ}}$ – 2,25; F – 38,70; Al_2O_3 – 0,5; Fe_2O_3 – 0,35.

Опыты проводили на лабораторной установке, состоящей из кварцевого трубчатого реактора, снабженного винтовой мешалкой и помещенного в электрическую печь. Скорость вращения электродвигателя регулировали реостатным устройством и измеряли тахометром ТМ-3м с использованием датчика Д-1 мм. Температуре электропечи, нагревающей реактор, поддерживали с помощью контактного термометра ТК-300 и электронного реле РТ-230 с точностью до $+1^\circ\text{C}$. В реактор загружали расчетное количество ЭФК и кремнефторида натрия. К реактору присоединяли последовательно поглотительные системы, состоящие из склянок Дрекселя, заполненных 10%-ым раствором гидроокиси натрия или аммония для поглощения выделяющихся из зоны реакции HF , SiF_4 . Для смещения равновесия процесса в сторону образования продуктов разложения из сферы реакции отводили газообразные продукты, протягивая через всю систему воздух вакуумным насосом, создавая при этом в реакторе слабое разряжение порядка $3,1 - 4,2 \cdot 10^3 \text{ Па}$. После опытов в поглотительных системах и в продуктах разложения определяли содержание фтора и по нему рассчитывали степень выделения фтора в газовую фазу. Химический анализ исходных, промежуточных и конечных продуктов проводили известными методами анализа [3].

Результаты и их обсуждение. Разложение кремнефторида натрия (сгущенного фторсодержащего осадка) при низких массовых соотношениях ЭФК: осадок (2,4-3,4):1 не приводит к интенсивному выделению фтора в газовую фазу. Реакционная масса при температурах $160 - 180^\circ\text{C}$ загустевает, затем происходит комкообразование, в результате чего реакция между ЭФК и кремнефторидом натрия протекает не до конца. Это обстоятельство объясняется отрицательным влиянием примесей, в частности, соединений магния, железа и алюминия.

Исходя из вышеизложенного опыты по разложению осадка кремнефторида натрия ЭФК проводили при массовых соотношениях ЭФК: осадок (3,5-8,5):1. Полученные результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1.

**Химический состав продуктов разложения фторсодержащего, сгущенного осадка ЭФК
в зависимости от соотношения ЭФК: осадок и температуры**

№ обр.	Массовое соотношение ЭФК : осадок	Состав продуктов разложение, %				P ₂ O ₅ полн	Степень удаление фтора, %
		P ₂ O ₅ общ.	P ₂ O ₅ орто.	F	Na ₂ O	P ₂ O ₅ общ %	
Температура – 200°C							
1	3,5:1	36,86	17,02	0,600	2,15	53,82	93,80
2	4,7:1	38,01	16,59	0,456	1,73	56,34	94,01
3	6,0:1	38,97	17,41	0,364	1,47	55,31	94,19
4	6,7:1	39,97	18,42	0,328	1,38	53,91	94,40
5	7,3:1	40,52	20,05	0,308	1,31	50,51	94,51
6	8,5:1	41,38	22,79	0,26	1,20	44,91	94,70
Температура – 225°C							
7	3,5:1	38,26	15,90	0,443	2,27	50,50	95,70
8	4,7:1	40,33	15,53	0,329	1,84	61,50	95,91
9	6,0:1	40,93	16,36	0,254	1,55	60,04	96,14
10	6,7:1	41,84	18,21	0,222	1,45	58,40	96,38
11	7,3:1	42,24	18,60	0,180	1,37	55,97	96,64
12	8,5:1	43,95	22,05	0,166	1,27	49,81	96,81
Температура – 250°C							
13	3,5:1	40,03	13,21	0,419	2,33	67,00	96,01
14	4,7:1	40,76	13,41	0,308	1,86	67,10	96,21
15	6,0:1	41,70	14,64	0,220	1,57	64,90	96,71
16	6,7:1	42,90	15,87	0,190	1,49	63,01	97,00
17	7,3:1	44,45	17,87	0,160	1,44	59,80	97,32
18	8,5:1	44,67	21,16	0,130	1,3	52,80	97,57
Температура – 275°C							
19	3,5:1	41,38	7,55	0,412	2,41	81,74	96,21
20	4,7:1	42,22	6,63	0,295	1,92	84,30	96,49
21	6,0:1	42,47	5,32	0,210	1,6	83,70	96,91
22	6,7:1	43,79	8,01	0,180	1,52	81,71	97,21
23	7,3:1	45,38	8,89	0,150	1,47	80,40	97,48
24	8,5:1	45,80	12,14	0,120	1,3	73,51	97,84
Температура – 300°C							
25	3,5:1	41,78	4,20	0,380	2,43	89,94	96,50
26	4,7:1	42,74	3,68	0,280	1,9	91,04	96,70
27	6,0:1	43,64	4,06	0,220	1,64	90,7	96,85
28	6,7:1	44,45	4,85	0,170	1,54	89,09	97,29
29	7,3:1	46,20	5,59	0,150	1,48	87,9	97,65
30	8,5:1	46,70	8,17	0,110	1,35	82,5	97,92

Как видно из данных таблицы процесс разложения кремнефторида натрия ЭФК, в значительной степени зависит от температуры и массовых соотношений ЭФК : осадок. Результаты химического анализа продуктов разложения ЭФК при ее избытки от стехиометрии и повышенных температурах показывают, что происходит практически полное удаление фтора в газовую фазу и образуются полифосфаты натрия. Фосфатная часть плава практически полно-

стью растворяется в воде, т.е. после отделения сульфата кальция (фосфогипса) жидкая фаза представляет собой фосфорнокислые растворы фосфатов натрия.

Результаты опытов показывают, что при ведении процесса разложения кремнефторида натрия ЭФК при соотношения ЭФК:осадок 7,3:1 и температура 225°C степень выделения фтора в газовую фазу достигает 96,64%, а полученные плавы кислых продуктов обладают хорошей текучестью. Дальнейшее увеличение массового соотношения ЭФК:осадок

выше 7,3:1 является не целесообразным, поскольку оно не приводит к ощутимому возрастанию степени разложения Na_2SiF_6 .

На рисунке представлены результаты влияния температуры разложения сгущенного осадка для со-

отношений 3,5:1 и 7,3:1, из которого видно, что увеличение соотношения в два с лишним раза не приводит к существенному повышению степени удаления фтора из осадка.

Рисунок. Влияние температуры и соотношения Ж:Т на степени удаления фтора и сгущенного осадка:
1 - Ж:Т=3,5:1, 2 - Ж:Т=7,3:1

Для получения фторида аммония, кремнефторида натрия и аморфного оксида кремния проведены исследования по улавливанию выделяющихся фтористых газов при термическом разложении кремнефторида натрия ЭФК растворами гидроксида натрия и аммония.

В газовой фазе с изменением технологических параметров могут протекать различные сложные химические реакции. При разложении фтористых солей фосфорной кислотой в газовую фазу выделяются HF , SiF_4 , H_2O и при этом могут протекать реакции:

При улавливании фтористых газов растворами гидроксида натрия наблюдаем образование в твердой

фазе кремнефторида натрия с чистой более 90% основного вещества и раствора фторида натрия.

Выделяющиеся при разложении кремнефторида натрия фтористые газы улавливали растворами гидроксида аммония в растворе образуются кремнефторид аммония и фтористый аммоний. Образующиеся растворы для выделения оксида кремния дополнительно нейтрализовали, а аморфный осадок оксида кремния фильтровали, промывали и высушивали. Маточный раствор выпаривали до выделения фторида аммония. При улавливании фторсодержащих газов после их поглощения растворами гидроксидов натрия или аммония целесообразно использовать воду. При этом суммарная степень улавливания фтора достигает 98-99%. В таблице 2 проведены результаты химического анализа продуктов термического разложения сгущенного осадка кремнефторида натрия в ЭФК после отмытки ацетоном и водой.

Таблица 2.

Химический состав продуктов разложения и отмытых осадков

Номера из табл. 1	Содержание компонентов, масс. %							
	Na_2O	CaO	MgO	Al_2O_3	Fe_2O_3	P_2O_5	SO_3	F
7	2,286	9,15	3,54	1,93	1,99	39,26	13,57	0,44
11	1,367	5,05	3,74	1,95	1,92	42,24	7,77	0,18
23	1,468	5,43	4,01	2,10	2,06	45,38	8,34	0,15
Продукты разложения отмыты ацетоном								
7	6,39	10,64	4,12	2,24	2,31	36,04	15,78	0,56
11	3,92	6,56	4,86	2,53	2,49	37,22	10,01	0,23
23	3,86	6,46	4,77	2,59	2,45	42,78	9,93	0,20
После отмытки продуктов разложения водой								
23	0,11	40,14	-	-	-	0,31	57,4	0,01

Из таблицы видно, что в водную вытяжку, после промывки ацетоном твердой фазы, переходит

97,15% Na_2O , 99,28% P_2O_5 , 95,00% фтора и полностью соединения магния, алюминия и железа.

Твердая фаза представлена, в основном, гипсом с примесью на значительных количествах Na_2O , P_2O_5 и фтора.

Таким образом, при улавливании фторсодержащих газов после их поглощения растворами гидроксидов натрия или аммония целесообразно использовать воду. При разложении кремнефторида натрия

ЭФК при соотношении ЭФК:осадок 7,3:1 и температуре 225°C степень выделения фтора в газовую фазу достигает 96,64%. Проведенные исследования показали принципиальную возможность получения растворов кремнефторидов натрия, аммония, фторида аммония, белой сажи.

Список литературы:

1. Беглов Б.М., Намазов Ш.С. Фосфориты Центральных Кызылкумов и их переработка. Ташкент, 2013, 460 с.
2. Кочетков С.П., Смирнов Н.Н., Ильин А.П. Концентрирование и очистка экстракционной фосфорной кислоты: Монография / ГОУВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т. -Иваново, 2007. 304 с.
3. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов // Винник М.М., Ербакова Л.Н., Зайцев Г.И. – М.: Химия, 1975. – 218 с.
4. Мирзакулов Х.Ч. Физико-химические основы и технология переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов. - Ташкент, изд. «Навруз», 2019, 412 с.
5. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов в Республике Узбекистан – 2008. (Ретроспективный анализ за 1988-2007 гг.). / Под. ред. Алиханова Б.Б. – Ташкент: Chinor ENK, 2008. – 298 с.
6. Пат. 2492142 Российская федерация, МПК C01B33/10. Способ получения кремнефторида натрия. Т.В. Шарипов, А.Г. Мустафин, Д.И. Шаяхметов; Опубл. 10.09.2013. Бюлл. № 33.
7. Степень и экономические последствия фторидного загрязнения. Обзорная информация. Вып. 1. Обнинск, 1983. 55 с.
8. Халитов А.Х., Розин В.И. О необходимости исключения фтора из состава минеральных удобрений / В кн.: Интенсификация сельскохозяйственного производства и проблемы защиты окружающей среды. – М.: Наука, 1980. – 296 с.
9. Хужамкулов С.З., Асамов Д.Д., Бардин С.В., Мирзакулов Х.Ч. Обесфторивание экстракционной фосфорной кислоты Центральных Кызылкумов в присутствии силиката натрия. Журнал. «Химия и химическая технология». – Ташкент 2008. № 4. – С. 6-9.
10. Хужамкулов С.З., Меликулова Г.Э., Мирмусаева К.С., Мирсаидов М.Х., Мирзакулов Х.Ч. Исследование процесса осаждения кремнефторида натрия из экстракционной фосфорной кислоты на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов // Журнал «Химическая технология. Контроль и управление». – Ташкент, 2016. № 1. С. 34-40.
11. Шамшидинов И.Т. Разработка усовершенствованной технологии производства экстракционной фосфорной кислоты и получения концентрированных фосфорсодержащих удобрений из фосфоритов Каратау и Центральных Кызылкумов. Дисс. ... докт. техн. наук, - Ташкент, 2017. 193 с.
12. Шарипов Т.В. Переработка фосфоритов Каратау в гексафторсиликат натрия. Дисс. канд. тех. наук, - Уфа, 2014. 180 с.

НОВЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ РЕАГЕНТЫ ДЛЯ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ БУРЕНИИ НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН

Эгамбердиев Баходир Шамсиддинович

докторант Государственное унитарное предприятие «Фан ва тараккиёт»
Ташкентского государственного технического университета им. А.Р. Беруний,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: bakhodir_egamberdiev@mail.ru

Комила Сойибжоновна Негматова

д-р техн. наук, профессор
Государственное унитарное предприятие «Фан ва тараккиёт»
Ташкентского государственного технического университета имени А.Р. Беруний,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Сайибджан Садилович Негматов

Академик академии наук Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

NEW COMPOSITE POLYMERIC REAGENTS FOR DRILLING SOLUTIONS USED IN DRILLING OIL AND GAS WELLS

Egamberdiev Bakhodir

Doctoral student
of State Unitary Enterprise "Fan va Tarakkiyot"
Tashkent State Technical University named after A.R. Beruniy,
Uzbekistan, Tashkent

Komila Negmatova

Doctor of technical sciences,
professor of State Unitary Enterprise "Fan va Tarakkiyot"
Tashkent State Technical University named after A.R. Beruniy,
Uzbekistan, Tashkent

Sayibjan Negmatov

Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Разработаны оптимальные составы и технологии получения многофункциональных композиционных химических реагентов, позволяющих получать стабилизированные облегченные, усредненные и утяжеленные буровые растворы для использования при бурении нефтяных и газовых скважин.

Благодаря хорошей растворимости в воде разработанных композиционных реагентов, проявлению гидрофобности и высокого смазывающего эффекта, а также хорошему физико-химическому взаимодействию с компонентами установлено снижение коэффициента фильтрации и образование корки, что в свою очередь, обеспечивает высокий стабилизирующий эффект на свойства облегченных, усредненных и утяжеленных буровых растворов.

Улучшение качества улавливания шлама из-под долота, увеличение механической скорости бурения до 10-15%, увеличение вскрытия продуктивных горизонтов на нефть и газ до 30-35% и, наконец, показаны обеспечение экономической эффективности и экологической безопасности.

ABSTRACT

The optimal compositions and technologies for producing multifunctional composite chemical reagents have been developed, which allow obtaining stabilized lightweight, averaged and weighted drilling fluids for use in drilling oil and gas wells.

Due to the good solubility in water of the developed composite chemicals, the manifestation of hydrophobicity and a high lubricating effect, as well as good physical-chemical interactions with the components, a decrease in the filtration coefficient and crust formation was established, which, in turn, provides a high stabilizing effect on the properties of lightweight, averaged and heavier drilling fluids.

The improvement of the quality of enveloping of the cuttings from under the bit, the increasing of the mechanical drilling speed to 10-15%, the increasing of the opening of productive horizons for oil and gas to 30-35%, and finally, the ensuring of economic efficiency and environmental safety are shown.

Ключевые слова: композиция, химический реагент, буровая скважина, буровой раствор, долото, плотность, статическое напряжение сдвига, условная вязкость.

Keywords: composition, chemical reagent, borehole, drilling mud, bit, density, static shear stress, conditional viscosity.

Введение. Известно, что для во всем мире и в нашей республики особо важное экономическое значение имеет интенсификация и развитие нефтегазовой промышленности. Для освоения нефтегазо-конденсатных месторождений Узбекистана необходимо пробурить несколько миллионов погонных метров, как разведочных, так и эксплуатационных скважин.

Бурение скважин на площадях Узбекистана проводится как в нормальных, так и в осложненных геологических условиях. Геологическое строение разбуриваемых площадей, глубина залегания продуктивных горизонтов, а также различие пластовых давлений и наличие зон осложнений требуют качественного бурения. Для этого, прежде всего, требуются эффективные промывочные жидкости, хорошо очищающие забой скважины от выбуренной горной породы, образующие тонкую корку с гладкой поверхностью на стенках скважин по диаметру окружности скважины. При этом создается противодействие на стенках скважины и тем самым предупреждается обрушение горных пород. Благодаря особенностям физико-химических взаимодействий химических реагентов достигается качественное вскрытие продуктивных газоносных горизонтов.

В настоящее время при бурении нефтегазовых скважин применяется большое разнообразие химических реагентов, необходимых для стабилизации буровых растворов, как отечественного, так и зарубежного производства, такие как КМЦ, К-4, К-9, ГИ-ПАН, ССБ, КССБ, NaOH, CaCO₃, УЩР, сульфатол и многие другие, которые являются дорогостоящими и большинство из них завозятся в Узбекистан из-за рубежа.

Анализ имеющихся литературных материалов показывает, что зарубежные химические реагенты значительно дороже, а отечественные реагенты недостаточно эффективно выполняют свои функции под действием агрессивной среды, особенно при использовании минерализованных пластовых вод вследствие их нейтрализации. Для получения качественных буровых растворов требуется специальная обработка значительным количеством активных дорогостоящих химических реагентов. Как правило, качество буровых растворов существенно зависит от состава и структуры применяемых химических реагентов. Следует указать, что химические реагенты, применяемые в настоящее время для бурения скважин, в осложненных геологических условиях Узбекистана недостаточно эффективны и весьма дороги.

Необходимо отметить, что существует еще одна серьезная проблема – использование пластовых вод разведанных площадей для приготовления буровых

растворов. Рациональный выбор бурового раствора возможен при комплексном выявлении причин возникновения осыпей и обвалов стенок скважин. На основе изучения состава проходимых пород, минерализованных пластовых вод, имеющих в составе 20-25% хлоридов Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, а также существующей технологии проводки скважин установлено, что применяемые малоглинистые растворы, стабилизированные химическими реагентами не всегда обеспечивают качественное и безаварийное бурение скважин вследствие сильной минерализации пластовых вод ионами натрия, калия, кальция, магния.

Кроме того, наличие агрессивного действия минерализованных пластовых вод значительно повышает установленные нормы расхода химических реагентов при приготовлении буровых растворов. Вышеотмеченные настоятельно требуют разработки новых составов и освоения технологий получения высокоэффективных, импортозамещающих и экспортоориентированных, более дешевых многофункциональных композиционных химических реагентов для обработки буровых растворов с использованием как органических, так и неорганических ингредиентов на основе местного сырья и отходов производств.

Разработка и создания высококачественных многофункциональных композиционных химических реагентов и регулирования их свойств, позволяющие получать облегченные, усредненные и утяжеленные буровые растворы, работающие в сложных геологических условиях невозможно без проведения глубоких исследований физико-химических взаимодействий органоминеральных ингредиентов на основе местного и вторичного сырья и выявления закономерностей влияния их структуры, природы, вида, содержания и соотношения на физико-химических свойств реагентов и буровых растворов на их основе.

В связи с этим проведение глубоких исследований влияния природы, вида, содержания и соотношения органоминеральных ингредиентов на физико-химических свойств, позволяющих создать высокоэффективных многофункциональных композиционных химических реагентов на основе местного сырья и отходов производств, обеспечивающих получения стабилизированных облегченных, усредненных и утяжеленных буровых растворов, работающих в осложнено горно-геологических условиях на нефтегазоносных площадях Республики Узбекистан является актуальной проблемой.

Нами были исследованы зависимости плотности, водоотдачи, статического напряжения сдвига композиционного химического реагента от соотношения и содержания композиции СО-ХР и КМЦ.

На основе анализа результатов исследований структуры, состава и физико-химических свойств органоминеральных ингредиентов из местного сырья и отходов производств, а также результатов

предварительных исследований их водного раствора нами разработаны специальные составы композиционных химических реагентов и облегченных буровых растворов на их основе, результаты которых приведены в работе [2] и физико-химические и технологические их свойства приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Физико-химические и технологические характеристики 10%-ного бурового раствора на основе разработанных композиционных составов химических реагентов типа СО-ХР-1

Характеристики буровых растворов	СО-ХР-1-1	СО-ХР-1-2	СО-ХР-1-3	СО-ХР-1-4	СО-ХР-1-5
Внешний вид	порошок темно-коричневого цвета				
Водорастворимость (10% водный раствор)	растворим в воде				
Плотность, γ , г/см ³	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87
Условная вязкость 10% водного раствора по СПВ-5, Т, с, не менее	29	35	46	64	88
Водоотдача 10% водного раствора по прибору ВМ-6, В, см ³ /30мин	8,5	8	7	6	5,5
Статическое напряжение сдвига, СНС, 1/10мин, мг/см ²	18	23	28	34	41
Водородный показатель, рН	9	9	9	9	9
Толщина корки, мм	следы	следы	следы	следы	Следы

Как видно из таблицы 1, свойства предлагаемые составы и свойства разработанных композиционных химических реагентов отвечает требованиям, предъявляемым композиционным химическим реагентам, позволяющих приготовления облегченных буровых растворов при бурении нефтегазовых скважин с низким пластовым давлением.

На рис. 1 приведены зависимости физико-химических свойств 10% буровых растворов, полученных с использованием реагентов СО-ХР и Na-КМЦ, приготовленных на минерализованной воде месторождения Северный Бердах.

Рис. 1 - Зависимость плотности (1), вязкости (2), водоотдачи (3) и СНС (4) от соотношения СО-ХР и Na-КМЦ. В числителе - содержание Na-КМЦ, в знаменателе - содержание СО-ХР

Из хода кривых рис. 1 видно, что 10% буровые растворы, в зависимости от соотношения СО-ХР и

Na-КМЦ и их содержания, имеют различные физико-химические свойства. Легко заметить, что с увеличением количества СО-ХР в буровом растворе

наблюдается снижение всех показателей, кроме показателя водоотдачи. При увеличении же количества Na-КМЦ наблюдается обратная зависимость, т.е. рост указанных показателей. Так, при изменении соотношения СО-ХР и Na-КМЦ от 2/98 до 20/80 плотность буровых растворов лежит в пределах 0,8 – 0,89 г/см³, вязкость – от 22 до 144 с, водоотдача снижается от 11,5 до 4,0 см³/30 мин и СНС – от 10 до 56 мг/см².

Наиболее приемлемыми из этих рецептур являются те, которые содержат СО-ХР от 86 до 92% и Na-КМЦ от 8 до 14%. При содержании Na-КМЦ в составе композиции от 2 до 6% вязкость и СНС 10%-ного бурового раствора сравнительно низкие и неспособны обеспечить полного выброса бурового шлама. При указанных выше концентрациях водоотдача довольно высокая, что достаточно повышает проницаемость бурового раствора в пласт, естественно, его расход будет значительным.

При увеличении содержания Na-КМЦ в композиции от 6 до 14% все технологические показатели буровых растворов нормализуются и их можно применять при бурении нефтегазовых скважин при проходке пластов с аномально низким пластовым давлением. При дальнейшем росте количества Na-КМЦ более 14%, несмотря на то, что плотность и СНС повышаются, а водоотдача снижается, увеличение значений вязкости приводит к снижению скорости бурения и производительности труда, особенно при бурении скважин с аномально низким пластовым давлением. Следовательно, можно заключить, что в зависимости от условий бурения можно выбрать нужный состав из вновь разработанных рецептур для практического использования.

Таким образом, разработаны специальные основные составы композиционных химических реагентов на основе органоминеральных ингредиентов из местного сырья и отходов производств и приготовлены облегченные буровые растворы эксплуатирующихся при бурении нефтегазовых скважин с низкими пластовыми давлениями.

На основе результатов исследований, подробно описанных выше, был разработан ряд рецептур и технология получения эффективных композиционных химических реагентов, используемых для приготовления буровых растворов, способных эксплуатироваться при различных геолого-технических условиях бурения нужного качества. Было установлено, что при создании эффективных рецептур композиционных химических реагентов важно использовать СО-ХР. Исходным сырьем для его производства, как показали наши исследования, может служить госсиполовая смола - отход масложирового производства после модификации с каустической и кальцинированной содой. Было показано, что для окончательного решения проблемы чрезвычайно важно пользоваться отходами производств переработки вторичных цветных металлов-алюмаком, а также недопалом, являющимся отходом заводов химических удобрений, с добавкой карбоксиметилцеллюлозы - Na-КМЦ.

Нами разработаны композиционные химические реагенты для усредненных буровых растворов на основе органоминеральных ингредиентов с использованием недопала, отхода химических производств, состав которых приведены в работе [3], а физико-химические и технологические характеристики приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Физико-химические и технологические характеристики 10%-ного бурового раствора на основе разработанных композиционных химических реагентов типа СС-ХР

Характеристики буровых растворов	СС-ХР -1	СС-ХР -2	СС-ХР -3	СС-ХР -4	СС-ХР -5
Плотность, γ , г/см ³	0,90	0,92	0,97	1,05	1,11
Условная вязкость 10% водного раствора по СПВ-5, Т, с, не менее	31	37	49	67	90
Водоотдача 10% водного раствора по прибору ВМ-6, В, см ³ /30 мин	8,2	8	6,5	5,8	5,2
Статическое напряжение сдвига, СНС, 1/10 мин, мг/см ²	20	25	30	37	44
Водородный показатель, pH	12	12	12	12	12
Толщина корки, мм	0,1	0,3	0,6	0,8	1,0

Сравнивая данные, приведенные на рис.1 и в таблицах 1 и 2, необходимо отметить, что в увеличении вязкости, водоотдачи и статического напряжения сдвига основную роль играет Na-КМЦ. Наличие же недопала способствует в основном повышению плотности буровых растворов.

Исходя из совокупности проведенных исследований о зависимостях плотности, вязкости, водоотдачи и СНС 10%-ных буровых растворов с различ-

ным соотношением СС-ХР с Na-КМЦ, а также с различным количеством содержания недопала, можно сделать следующее заключение: путем подбора соответствующего соотношения СС-ХР с Na-КМЦ и количества недопала можно получать буровые растворы с требуемыми физико-химическими свойствами.

Они вполне способны эксплуатироваться при бурении нефтегазовых скважин в осложнено-геологических условиях и прохождении пластов, как с низким, так и со средним пластовым давлением.

Далее нами разработаны композиционные буровые реагенты на основе СУ-ХР с баритом, окалиной и гематитом для получения утяжеленных буровых

растворов, состав, который приведены в работе [4], а физико-механические и технологические характеристики приведены в таблицах 3,4 и 5.

В таблице 3, 4 и 5 приведены оптимальные составы и технологические параметры утяжеленных буровых растворов СУ-ХР с баритом, окалиной и гематитом.

Таблица 3.

Физико-механические и технологические характеристики композиционных химических реагентов и утяжеленных буровых растворов на их основе СУ-ХР и барита

Состав утяжеленного бурового раствора					Технологические параметры				
СУ-ХР, %	Нефть, %	Вода	Барит масс.ч	NaCl, %	γ , г/см ³	T ₅₀₀ , сек	В, см ³ /30 мин	К, мм	pH
10	10	остальное	100	-	1,65	60	0-1	0,3	10-11
10	10	Остальное	150	-	1,82	102	1-2	0,5	10-11
10	10	Остальное	200	-	2,02	260	2-3	0,8	10-11
10	10	Остальное	200	15	2,08	138	4-5	0,8	8-9
Нагрев при 100 ⁰ С на 2 часа					2,08	65	5-6	0,8	8-9

Таблица 4.

Физико-механические и технологические характеристики утяжеленного бурового раствора на основе СУ-ХР с окалиной

Состав утяжеленного бурового раствора					Технологические параметры				
№	СУ-ХР, %	Окалина масс.ч%	NaCl, %	Нефть, %	γ , г/см ³	T ₅₀₀ , сек	В, см ³ /30 мин	К, мм	pH
1	10	100	-	10	1,59	80	0-1	0,2	10
2	10	150	-	10	1,79	140	0-1	0,3	10
3	10	200	-	10	2,05	230	1-2	0,3	10
4	10	250	15	10	2,18	200	2-3	0,5	9
5	10	200	30	10	2,22	150	3-4	0,5	8-9
6	Нагрев при 100 ⁰ С на 2 часа				2,1	48	4-5	0,5	8-9

Таблица 5.

Физико-механические и технологические характеристики утяжеленного бурового раствора на основе СУ-ХР с гематитом

Состав утяжеленного бурового раствора					Технологические параметры				
№	СУ-ХР-2, %	Гематит, масс.ч	NaCl, %	Нефть, %	γ , г/см ³	T ₅₀₀ , сек	В, см ³ /30 мин	К, мм	pH
1	10	100	-	10	1,62	61	0-1	0,3	10
2	10	150	-	10	1,80	73	0-1	0,3	10
3	10	200	-	10	2,05	80	1-2	0,5	10
4	10	250	-	10	2,18	265	3-4	0,8	10
5	10	250	15	10	2,22	240	4-5	1,8	9
6	10	250	30	10	2,25	124	5-6	0,9	8-9
7	Нагрев при 100 ⁰ С на 2 часа				2,25	62	5-6	0,9	8-9

Исходя из выше изложенных результатов, можно сделать вывод, что эти новые композиционные химические реагенты пригодны для получения утяжеленных буровых растворов с плотностью от 1,60 до 2,25 г/см³, pH 9-1, вязкостью 60-200 с, водоотдачей

2-6 см³/30 мин при температуре 20-100 °С и минерализацией с NaCl до 30. Из таблицы 3 видно, что полученные утяжелённые буровые растворы на основе композиционных химических реагентов СУ-ХР с баритом приготовленные на пресной и соляной воде

дают возможность получать буровые растворы плотностью от 1,65 до 2,08 г/см³ и водоотдачей в пределах 1-6 см³/30 мин. Таблица 4 показывает, что полученные утяжелённые буровые растворы на основе СУ-ХР с окалиной, приготовленные на пресной и соляной воде дают возможность получать буровые растворы плотностью от 1,59 до 2,1 г/см³ и водоотдачей в пределах 1-5 см³/30 мин.

Заключение. Таким образом, как видно из физико-химических и технологических характеристик,

разработанные композиционные химические реагенты, позволяющих получить облегченные, усредненные и утяжеленные буровые растворы для применения их в процессе бурения нефтегазовых скважин в осложнено горно-геологических условиях нефтегазоносных площадях Республики и Узбекистан и сопредельных регионах Центральной Азии, вполне отвечают требованиям буровых организации.

Список литературы:

1. Европейский полимерный конгресс 2011. XII конгресс специализированной группы полимеров. / Программа конгресса, 26 июня-1 июля 2011 г., Гренада, Испания, с. 1018.
2. Негматова К.С. Роль промысловых растворов при бурении нефтяных и газовых скважин и перспективы разработки и применения композиционных химикатов для них. - Ташкент: ГУП «Фан ва тараккиёт», 2012. -59 с.
3. Негматова К.С. Технология приготовления композиционных химических реагентов и буровых растворов и их эффективность-Ташкент: ГУП «Фан ва тараккиёт», 2013. -60 с.
4. Негматова К.С., Шарифов Г.Н., Исаков Ш.С., Негматов С.С., Собиров А.Б., Рагимов Х.К. Полимерные реагенты для стабилизации буровых растворов, применяемых в процессе бурения нефтяных скважин.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

РАСЧЕТ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В СОЛЕНОИДЕ РАЗМАГНИЧИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА РЕЛЬСОВЫХ ПЛЕТЕЙ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ ЕГО НА ИМПУЛЬСНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Ортиков Мирношох Содикович

соискатель,

Ташкентский государственный транспортный университет,

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: halikov_abdulkhak@mail.ru

CALCULATION OF TRANSIENT PROCESSES IN A SOLENOID OF A DEMAGNETIZING DEVICE OF RAILWEATS WHEN SWITCHED ON TO A PULSE IMPACT

Mironshoh Ortiqov

Applicant,

Tashkent State Transport University,

Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются переходный процесс при включении соленоида с сердечником на первую гармонику напряжения, используя метод последовательных приближений и применением метода наложения для основного действия и первой и третьей гармонических составляющих тока определены вебер амперные характеристики соленоида с сердечником.

ABSTRACT

The article discusses the transient process when a solenoid with a core is turned on to the first harmonic of the voltage, using the method of successive approximations and applying the superposition method for the main action and the first and third harmonic components of the current determined the Weber ampere characteristics of the solenoid with a core.

Ключевые слова: переходный процесс; соленоид; размагничивающее устройство; импульсное воздействие; метод последовательных приближений; метод наложения.

Keywords: transitional process; solenoid; demagnetizing device; impulse impact; method of successive approximations; overlay method.

Любое импульсное воздействие представляет собой периодические несинусоидальные напряжения, токи, потокоцепление. Поэтому необходимо раскладывать в ряд Фурье импульсы в виде прямоугольника, треугольника, полуволны синусоид, следующих периодически. Для качественного размагничивающего устройства необходимо учесть импульсы в

виде прямоугольника и треугольника[4-7]. Формы показаны на рис.1.

Для расчетов используем реальные значения прямоугольного импульса параметрами: частота $\nu = 5\text{Гц}$; период $T = 0,2\text{с}$; длительность импульса $\tau_n = 30\text{мс}$; напряжение $U_m = 230\text{В}$.

Рисунок 1. Периодические функции несинусоидального напряжения в устройстве размагничивания.

а) прямоугольный импульс; б) треугольный импульс

Вначале рассмотрим разложение в ряд прямоугольного импульса, который запишется в виде:

$$u = \frac{U_m}{2} + \frac{2U_m}{\pi} \sin \omega t + \frac{2U_m}{3\pi} \sin 3\omega t + \frac{2U_m}{5\pi} \sin 5\omega t + \dots \quad (1)$$

С учетом цифровых данных можно записать:

$$u = 115 + 146 \sin 31,4t + 48,8 \sin 94,2t + 29,3 \sin 157t + \dots \quad (2)$$

Переходный процесс в соленоиде с сердечником на подачу напряжения прямоугольного импульса включает в себя расчет на постоянную, первую, третью и пятую гармонические составляющие разложенного в ряд Фурье напряжения [1-3]. Кроме того,

i, A	$\psi, Bб$	t, c
0	0	0
0,78	1,008	0,066
1,3	2,016	0,077
3,64	3,024	0,112
5,2	3,276	0,172
5,49	3,299	0,263

надо учесть, что переходный процесс на импульсное воздействие учитывает включение соленоида с сердечником до промежутка времени от $0 < t \leq \tau_{и}$ и отключение цепи при $\tau_{и} \leq t \leq T$. Рассмотрим процесс включения соленоида с сердечником на промежутке времени $0 < t \leq \tau_{и}$. Расчет включает постоянную составляющую, первую, третью и пятую гармонические составляющие напряжения. Затем применим метод наложения. Используем основную кривую намагничивания нелинейной индуктивности, аппроксимирую её выражением:

$$i = 0.0137 \Psi^4. \quad (3)$$

Кривая намагничивания представлена $\Psi(t)$ на рисунке 2.

Рисунок 2. График функции $\psi(t)$ включения соленоида с сердечником на постоянное напряжение

i, A

Рисунок 3. График функции $i(t)$ включения соленоида с сердечником на постоянное напряжение

Для определения времени используем известное выражение:

$$t = \frac{1}{\frac{3}{2} I_y^4 R_c k^{\frac{1}{4}}} \left(0.5 \ln \frac{1 + \sqrt[4]{\frac{i}{I_y}}}{1 - \sqrt[4]{\frac{i}{I_y}}} + \arctg \sqrt[4]{\frac{i}{I_y}} \right). \quad (4)$$

Расчет проведем по программе Excel, используя при этом данные:

$$I_y = 5,5A, R_c = 4,33 \text{ Ом}; k = 0,137 A/Bб^4.$$

При этом получены следующие результаты: $t = \tau_{и} = 0,263c$; $i = 5,49A$; $\Psi = 3,299Bб$; $L = 0,154Гн$.

Рассмотрим переходный процесс при включении соленоида с сердечником на первую гармонику

напряжения, используя метод последовательных приближений:

$$U_{(1)} = 147 \sin 108,3t. \quad (5)$$

Используем дифференциальное уравнение:

$$ri + \frac{d\Psi}{dt} = 147 \sin 108,3t. \quad (6)$$

Примем $L = \frac{\Psi_m}{I_m}$, тогда уравнение (3.44) преобразуется в новое:

$$r \frac{\Psi}{L} + \frac{d\Psi}{dt} = 147 \sin 108,3t. \quad (7)$$

Решением уравнения (3.45) будет:

$$\Psi = \Psi_{np} + Ae^{-\frac{t}{\tau}}. \quad (8)$$

Потокосцепления $\Psi_{пр} = \Psi_{уст} = -\Psi_m \cos \omega t$, где $\Psi_m = I_m L = \frac{U_m L}{\sqrt{r^2 + (\omega L)^2}} \approx \frac{U_m}{\omega} = 1,35 \text{ Вб}$, то есть мы получили цифровой ответ.

При $t = 0$ уравнение (8) будет: $\Psi = \Psi_y(0) + A$, откуда $A = -\Psi_{уст}(0) = -1,35$. Решение уравнения запишется:

$$\Psi = -1,35 \cos 108,3t + 1,35 e^{-\frac{t}{\tau}}, \quad \tau = 0,263 \text{ с.}$$

Полученные результаты предслены в таблице 1 и рис. 4 и 5.

Таблица 1.

Для первой гармонической составляющей графика

$\Psi, \text{Вб}$	$t, \text{с}$	$i, \text{А}$
0	0	0
-0,67	0,066	-4,35868
0,77	0,077	5,059136
-1,16	0,112	-7,58595
-1,30	0,172	-8,48683
1,32	0,263	8,581039

Рисунок 4. График $\Psi(t)$ для первой гармонической составляющей Рисунок 5. График $i(t)$ для первой гармонической составляющей

Для третьей гармонической составляющей напряжения имеем уравнение:

$$r \frac{\Psi}{L} + \frac{d\Psi}{dt} = 48 \sin 324t. \quad (9)$$

Решением данного уравнения будет:

$$\Psi = \Psi_{пр} + A e^{-\frac{t}{\tau}}. \quad (10)$$

Уравнение (10) преобразуем в следующий вид: $\Psi = -\Psi_m \cos 3\omega t + \Psi_m e^{-t/\tau}$, где $\Psi_m \approx \frac{U_m}{3\omega} = 48 \text{ Вб}$. Общее решение уравнения для переходного процесса имеем вид: $\Psi = -48 \cos 324t + 48 e^{-t/\tau}$, где $\tau = 0,263 \text{ с}$.

Результаты расчетов по 3-ей гармонической составляющей представлены в таблице 2. и на рис.6 и 7.

Таблица 2.

Для третьей гармонической составляющей графика

t, c	$\Psi, Bб$	i, A
0	0	0
0,066	46,70394	303,2724
0,077	-41,8647	-271,849
0,112	-5,67574	-36,8554
0,172	-32,3708	-210,2
0,263	44,44006	288,5718

Рисунок 6. График $\Psi(t)$ для третьей гармонической составляющей Рисунок 7. График $i(t)$ для третьей гармонической составляющей

Применим метод наложения для основного действия и первой и третьей гармонических составляющих:

$$\Psi(t) = \Psi_0(t) + \Psi_1(t) + \Psi_3(t)$$

$$i(t) = i_0(t) + i_1(t) + i_3(t) \quad (11)$$

в интервале $0 < t \leq \tau_{и}$, где $\Psi_0(t)$, $i_0(t)$ для постоянной составляющей; $\Psi_1(t)$, $i_1(t)$ для первой гармонической составляющей; $\Psi_3(t)$, $i_3(t)$ для третьей гармонической составляющей [9,10].

Таблица 3.

Для интервала $0 < t \leq \tau_{и}$, гармонической составляющей

t, c	$\Psi_0, Bб$	$\Psi_1, Bб$	$\Psi_3, Bб$	i_0, A	i_1, A	i_3, A
0	0	0	0	0	0	0
0,066	1,008	-0,67	46,70394	0,78	-4,35868	303,2724
0,077	2,016	0,77	-41,8647	1,3	5,059136	-271,849
0,112	3,024	-1,16	-5,67574	3,64	-7,58595	-36,8554
0,172	3,276	-1,30	-32,3708	5,2	-8,48683	-210,2
0,263	3,299	1,32	44,44006	5,49	8,581039	288,5718

Таблица 4.

Для переходного процесса при включении соленоида с сердечником

t, c	$\Psi, Bб$	i, A
0	0	0
0,066	47,04194	299,6937
0,077	-39,0787	-265,49
0,112	-3,81174	-40,8014
0,172	-30,3948	-213,487
0,263	49,05906	302,6428

Рисунок 8. Общий график $\Psi(t)$ переходного процесса при включении соленоида с сердечником

$\Psi, Bб$	i, A	$\Psi', Bб$
0	0	0,5
1,008	0,78	2
2	1,3	2,5
2,5	2,5	3
3,024	3,64	3,124
3,276	5,2	3,276
3,528	10,4	3,528
3,78	15,6	3,78
3,906	20,8	3,906
3,9816	26	3,9816

Рисунок 9. Общий график $i(t)$ переходного процесса при включении соленоида с сердечником

Рисунок 10. Вебер амперная характеристика соленоида с сердечником
 а-первоначальная кривая намагничивания; б-нисходящая ветвь убывания потока Ψ_0
 до остаточного значения Ψ_r .

Переходный процесс на участке $\tau_n \leq t < T$ будем рассматривать, как замыкание накоротко соленоида с сердечником, используя при этом нисходящую ветвь вебер-амперной характеристики (рис. 10). Нисходящую ветвь намагничивания выразим в аналитическом виде:

$$i = a'(\Psi - \Psi_r) + b'(\Psi - \Psi_r)^{n+1}. \quad (12)$$

Обозначим: $\Psi - \Psi_r = \psi$, $\Psi_0 - \Psi_r = \psi_0$, $\frac{\psi - \psi_r}{\psi_0 - \psi_r} = \frac{\psi}{\psi_0}$. При замыкания накоротко соленоида сердечника, уравнение короткого замыкания будет иметь вид:

$$\frac{d\Psi}{dt} + ri = 0. \quad (13)$$

t, c	Ψ , Вб
0	0
0,066	47,04194
0,077	-39,0787
0,112	-3,81174
0,172	-30,3948
0,263	49,05
0,3	1,01758
0,4	0,798168
0,466	47,04194
0,543	-39,0787
0,655	-3,81174
0,827	-30,3948
1,09	49,05
1,39	1,01758
1,79	0,798168

 Ψ , Вб Рисунок 11. Переходный процесс в соленоиде с сердечником $\Psi(t)$

Решением данного уравнения является:

$$\psi = \frac{\psi_0}{\sqrt[n]{\left(1 + \frac{b}{a}\right) e^{\frac{nar}{\psi_0} t} - \frac{b}{a}}}. \quad (14)$$

t, c	i, A
0	0
0,066	299,6937
0,077	-265,49
0,112	-40,8014
0,172	-213,487
0,263	302,6428
0,3	2,727105
0,4	1,275773
0,466	299,6937
0,543	-265,49
0,655	-40,8014
0,827	-213,487
1,09	302,6428
1,39	2,727105
1,79	1,275773
2,256	299,6937

Для соленоида с сердечником нисходящая характеристика удовлетворяется, если представить: $n = 6$; $a' = 1.274 \frac{A}{Вб}$; $b' = 1.27 \frac{A}{Вб^7}$, при этих значениях коэффициентов будем иметь: $\psi_0 = \Psi_0 - \Psi_r =$

$3.5 Вб$; $\frac{b}{a} = 3.67$; $\frac{nar}{\psi_0} = 33.09 \frac{1}{c}$. Переходный процесс для потокоцепления записывается уравнением:

$$\psi = \frac{3.5}{\sqrt[6]{4.67 e^{33.09t} - 3.67}}. \quad (15)$$

Общий график переходного процесса в соленоиде с сердечником, при включении на прямоугольный импульс показан на рис.11.

Общий переходный процесс в соленоиде с сердечником для тока показан на рис. 12.

Рисунок 12. Переходный процесс в соленоиде с сердечником $i(t)$

Заключение

На основании полученных результатов можно сделать заключение о том, что оптимальным для размагничивания будет применение импульсных воздействий, так как получается большое количество

максимумов и минимумов токов, как в отрицательных, так и в положительных областях. Понижение тока равносильно уменьшению насыщения стали сердечника, и экономии электроэнергии а следовательно приводит к размагничиванию стали рельсовых плетей.

Список литературы:

1. Колесников И.К., Курбанов Ж.Ф. Программное обеспечение системы управления единым пространственным полем // Современное состояние и перспективы применения информационных технологий в управлении, доклады республиканской научно-технической конференции, 5-6 сентября 2016г., Джизак.
2. Халиков А.А., Колесников И.К., Курбанов Ж.Ф. Исследование и разработка единого пространственного электромагнитного поля и устройств на их основе. / Монография. Издательства «Фан ва технология», 2019. – С.238.
3. Халиков А.А., Колесников И.К., Кадыров О.Х., Яронова Н.В. Влияния электромагнитного поля на свойства жидких и твердых тел // Наука образование техника №4, 2007г. Ош, Киргизия, – С.104-106.
4. Халиков А.А., Курбанов Ж.Ф., Ортиков М.С. Устройства намагничивания и размагничивания рельсовых плетей и их сравнительный анализ. // UNIVERSUM Технические науки. Москва– 2019. №10 (67) – С.78-80. Электронный научный журнал tech@7universum.com.
5. Халиков А.А., Курбанов Ж.Ф., Ортиков М.С. Параметры магнетизма, намагничивания и размагничивания материалов и рельсовых плетей. // UNIVERSUM Технические науки. Москва– 2019. №10 (67). – С.81-83. Электронный научный журнал. tech@7universum.com .
6. Халиков А.А., Мирсагдиев О.А. Разработка информационно-измерительных систем на основе волоконно-оптических датчиков. //ПРОБЛЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ, ОБРОБОТКИ И ПЕРЕДАЧИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ. II Международная научно-техническая конференция, посвященная 90-летию со дня рождения профессора Зарипова Мадияра Фахритдиновича. Уфа-2019. – С.207-212.
7. Халиков А.А., Ибрагимова О.А. Исследование устройств систем управления единым пространственным электромагнитным полем. Монография. / Под ред. проф. Халикова А.А. Ташкент–Тамбов: Консалтинговая компания Юком, 2020. 102 с. <https://ukonf.com/doc/mon.2020.05.01.pdf>. E-mail: mon@ukonf.com.
8. Khalikov A.A. Analysis of methods for determining the characteristics of a single spatial electromagnetic field. // Индонезия. Icon Beat 2019. icon-beat@umm.ac.id. International Conference on Bioenergy and Environmentally Sustainable Agriculture Technology. (Международная конференция)
9. Kurbanov J.F. The spectral characteristics of the new functional materials based on a single device spatial field // «American Journal of Science and Technologies» International collaboration in Eurasia // American Journal of Science and Technologies, «Hrinceton University Press», 2015, № 2(20). –P.11-16.
10. Kurbanov J.F., Khalikov A.A., Ortikov M.S. Devices for magnetization and demagnetization of rail lashes and their comparative analysis with existing. Сборник статей XXVIII международной научно-практической конференции «Технические науки: проблемы и решения». Сайт <https://internauka.org/>.

ОСОБЕННОСТИ ДЕФЕКТОСКОПИЯ ИЗДЕЛИЙ РЕЛЬСОВЫХ ПЛЕТЕЙ ПОСТОЯННЫМИ, ПЕРЕМЕННЫМИ И ИМПУЛЬСНЫМИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ ПОЛЯМИ

Ортиков Мирношох Содикович

соискатель,

Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

PECULIARITIES OF FLAW DETECTION OF PRODUCTS OF RAIL BEADS BY CONSTANT, VARIABLE AND PULSE ELECTROMAGNETIC FIELDS

Mironshoh Ortiqov

Applicant,

Tashkent State Transport University,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются особенности дефектоскопия изделий рельсовых плетей при различных электромагнитных полях и типы обнаружения дефектов. На основании анализов рельсовых плетей определены причины их дефектов постоянными магнитами, переменными и импульсными электромагнитными полями.

ABSTRACT

The article discusses the features of flaw detection of products of rail strings under various electromagnetic fields and the types of defects detection. On the basis of analyzes of rail strings, the causes of their defects with permanent magnets, alternating and pulsed electromagnetic fields are determined.

Ключевые слова: намагничивание, циркулярное движение, продольное, комбинированное, рельсовые плети.

Keywords: magnetization, circular motion, longitudinal, combined, rail lashes.

Детали и устройства могут намагничиваться постоянным магнитом, постоянным, переменным и импульсным током. Использование каждого из этих путей имеет свои положительные стороны. Применению постоянного тока способствует равномерное распределение магнитного потока вдоль внутреннего сечения деталей или изделий. С этой целью применяют генераторы с напряжением от 6 до 24В, при мощности аккумуляторных батарей от 8кВ·А до 20 кВ·А.[5-7] Иногда применяют выпрямленный переменный ток

мощными полупроводниковыми диодами и селеновыми выпрямителями. При намагничивании переменным током магнитный поток распределяется у поверхности намагничиваемого изделия. Это возникает потому, что наблюдается так называемый скин-эффект, то есть изменение плотности тока по сечению проводника. С этой целью применяют трансформаторы с напряжением от 80 до 500В. Имеется много способов намагничивания изделий. Они показаны в табл.1 [4].

Таблица 1.

Способы намагничивания изделий

Намагничивание	Способы
Циркулярное	Прохождение тока по всему сечению изделия
	Прохождение тока по определенной части изделия
	Прохождение тока по стержню, помещенному в отверстие изделия
	Индуктирование тока катушки, намотанной на изделие: от тороидальной обмотки, участка изделия
	Возбуждение тока в изделии
Продольное	Использование постоянного магнита
	Использование электромагнита
	Использование постоянного магнита с его перемещением
Комбинированное	Использования двух взаимно перпендикулярных токов через изделие
	Применение индуцированного тока в проводнике, помещенного в отверстие изделия
Во вращающемся магнитном поле	Применение катушек индуктивностей с вращающимся электромагнитным полем

Намагничивания бывают паразитные и с целью контроля. Паразитные намагничивания в рельсовых плетях возникают за счет обратного тягового тока: вращения колесных пар, применения электромагнитов при загрузке и выгрузке плетей рельсов, неоднородности рельсовых плетей, замыкания контактов на стыках, между постоянным и переменным током (железная стружка).

С целью контроля и обнаружения дефектов используют циркулярное, продольное и комбинированное намагничивание, как по всему объему, так и по частным сечениям изделия или плетей рельсов. Дефекты в рельсовых цепях обнаруживаются при направлениях перпендикулярно с намагничиванием.

Циркулярное намагничивание применяется при пропускании тока через изделие или проводник, помещенный в отверстие изделия или рельса. Как правило, полюсные намагничивания используются с помощью электромагнитов, постоянных магнитов и катушек индуктивностей. Комбинированное намагничивание производится при одновременном использовании двух и более изменяющихся электромагнитных полей. При контроле рельсовых плетей используется в основном продольное намагничивание катушек индуктивности. Намагниченность изделий зависит от напряженности намагничивающего поля. Продольное намагничивание позволяет определять дефекты перпендикулярные магнитному потоку.

Циркулярное намагничивание позволяет определить напряженность магнитного поля при пропускании по нему тока, то есть согласно закону полного тока. Намагничивающие поля должны иметь разные частоты. Более строгий и качественный контроль, имеющий высокую чувствительность, проводится на остаточную намагниченность. Способ контроля на остаточную намагниченность обладает преимуществами над всеми другими способами.

Намагниченность изделия определяется особой структурой, то есть если на изделие, не воздействует внешнее электромагнитное поле, то моменты атомов распределяются параллельно друг к другу, образуя домены – идеальные постоянные магниты. Домены образуют малые области, не соизмеримые с размерами атомов. Магнитные моменты доменов во внутри ориентированы одинаково, образуя область насыщения намагничивания – сильный постоянный магнит. Все магнитные материалы можно разделить на диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Они намагничиваются во внешнем магнитном поле по-разному.

Диамагнетики во внешнем поле намагничиваются, противоположно полю действуют парамагнетики, по направлению внешнего поля ферромагнетики самопроизвольно намагничиваются. Диамагнитные и парамагнитные материалы, имеющие магнитную проницаемость, мало отличающуюся от 1, слабо взаимодействуют с внешним полем, поэтому они оказываются равноценны в вакууме.

Иногда применяют намагничивание способом магнитного контакта. Особенно это необходимо при контроле систем обнаружения неисправностей.

Суть этого метода заключается в использовании постоянного магнита или электромагнита, который перемещают вдоль рельсовой плети. При этом площадь контроля соответствует ширине полюса магнита.

В депо и вагоноремонтных заводах также применяют намагничивание для контроля осей колесных пар и буксовых подшипников. Каждый вид намагничивания является эффективным, если в изделии получаются выгодные условия значений напряженности поля, при которых создается необходимая ориентация дефектов в изделиях и рельсовых плетях. Достоинством намагничивания постоянным полем является его стабильность и отсутствие вихревых токов. Намагничивание пульсирующим током даёт возможность обеспечить намагниченность всего изделия или рельсовой плети и обеспечить их (впоследствии), перемагничиванием.

Особенным предназначением намагничивания изделий и рельсовых плетей переменным электромагнитным полем являются исследования динамических характеристик нелинейной электромагнитной цепи. В этих цепях часть энергии электромагнитного поля тратится на тепло. Поэтому необходимо определять потери мощности.

Динамические процессы в соленоиде вызываются вихревыми токами. Ориентация магнитных доменов в электромагнитном поле определяет потери на гистерезисе. Магнитная индукция отстает от напряженности магнитного поля за счет влияния вихревых токов. Они препятствуют увеличению магнитной индукции, возникновению гистерезиса и вязкости. Угол между магнитной индукцией и напряженностью называется – углом магнитных потерь. Вихревые токи определяются вихревыми электродвижущими силами:

$$e_v = - \frac{d\Phi}{dt}. \quad (1)$$

Вихревые токи могут циркулировать вдоль стального сердечника, препятствием им является активное сопротивление в сердечнике:

$$r_v = \rho \frac{2h}{l dx}, \quad (2)$$

где dx – элементарный слой толщиной сердечника, по которому протекает вихревой ток, $l dx$ – поперечное сечение пути вихревого тока; ρ – удельное сопротивление материала, h – высота магнитной цепи вихревого тока [1-3].

Элементарный участок магнитопровода из листовой стали катушки индуктивности показан на рис.1.

Рисунок 1. Элементарный участок магнитопровода из листовой стали катушки индуктивности

Вихревые потери можно определить, если положить, что индукция распределена равномерно вдоль сечения магнитопровода и равна:

$$B = B_m \sin \omega t, \quad (3)$$

а ЭДС вихревых токов равны:

$$e_b = -h 2x \frac{dB}{dt} = -h 2x \omega B_m \cos \omega t = -E_{bm} \cos \omega t, \quad (4)$$

где $E_{bm} = 4h x \pi f B_m$.

Потери на вихревые токи определяться в виде мощности потерь на элементарном участке магнитопровода:

$$dp_b = \frac{E_b^2}{r_b} = \frac{(2\sqrt{2} \pi h x f B_m)^2 l dx}{\rho 2h} = \frac{4\pi^2 f^2 B_m^2 h l x^2 dx}{\rho}. \quad (5)$$

Мощность потерь в магнитопроводе составляет:

$$P_b = \int_0^{a/2} dp_b = \frac{4\pi^2}{\rho} h l f^2 B_m^2 \left| \frac{x^3}{3} \right|_0^{a/2} = \frac{\pi^2}{6\rho} h l a^3 f^2 B_m^2, \quad (6)$$

где a - толщина листа.

Полные удельные потери на вихревые токи равны:

$$p_b = \frac{P_b}{h l a \gamma} = \frac{\pi^2}{6\rho \gamma} a^2 f^2 B_m^2 = \sigma_b f^2 B_m^2, \quad (7)$$

где γ - плотность материала магнитопровода; σ_b - коэффициент, определяющий тип материала и толщину листа магнитопровода.

Потери, вызванные гистерезисом, равны:

$$p_r = (\sigma_{r1} B_m + \sigma_{r2} B_m^2) f, \quad (8)$$

где σ_{r1} и σ_{r2} - коэффициенты, определяющие тип материала магнитопровода.

Существуют также дополнительные потери, связанные с рассеянием магнитного потока в сердечнике соленоида. Дополнительные потери определяются выражением:

$$p_d = p - (p_r + p_b). \quad (9)$$

В нелинейном соленоиде с сердечником токи и напряжения являются несинусоидальными функциями, поэтому в расчетах используют метод эквивалентных синусоид. В этом случае, действующие значения токов и напряжений выбираются такими же, как и действующие значения несинусоидальной функции. При этом угол сдвига фаз находится из выражения:

$$\varphi = \arccos \frac{P}{UI}, \quad (10)$$

где P - активная мощность (несинусоидальной функции).

Так как поток магнитной индукции синусоидален, то вихревые токи отстают на угол $T/4$ от магнитной индукции. Возникающая намагничивающая сила из-за вихревых токов компенсирует часть намагничивающей силы катушки индуктивности. Для динамической петли гистерезиса, представляемой эквивалентным эллипсом, можно записать и параметрические уравнения:

$$h = H_m \sin \omega t, \quad (11)$$

$$b = B_m \sin(\omega t - \delta), \quad (12)$$

где h и b координаты параметрического уравнения.

Индукция B может быть разложена на две составляющие: на индукцию, совпадающую с напряженностью магнитного поля H , и индукцию B , отставшую от напряженности H на 90° . Таким образом, получим:

$$B_{m1} = B_m \cos \delta, \quad (13)$$

$$B_{m2} = B_m \sin \delta. \quad (14)$$

Эти составляющие связаны энергетическими соотношениями процессов перемагничивания при переменном токе. Кроме тех магнитных проницаемостей, которые были получены в предыдущем параграфе, для переменного тока вводятся понятия амплитудной магнитной проницаемости (полной) μ_n , упругой μ_1 , проницаемости потерь μ_2 и комплексной магнитной проницаемости $\underline{\mu}$. Амплитудная магнитная проницаемость представляет собой амплитуду комплексного числа и равна:

$$\mu_n = \frac{1}{\mu_0} \frac{B_m}{H_m}. \quad (15)$$

Упругая проницаемость потерь представляет собой действительную часть комплексной величины и равна:

$$\mu_1 = \frac{1}{\mu_0} \frac{B_{m1}}{H_m}. \quad (16)$$

Проницаемость потерь представляет собой мнимую часть комплексной величины и равна:

$$\mu_2 = \frac{1}{\mu_0} \frac{B_m^2}{H_m} \quad (17)$$

Полная комплексная проницаемость определяет процессы намагничивания в переменном электромагнитном поле и равна:

$$\underline{\mu} = \frac{1}{\mu_0} \cdot \frac{B_m e^{j(\omega t - \delta)}}{H_m e^{j\omega t}} = \mu_p e^{-j\delta} = \mu_1 - j\mu_2 \quad (18)$$

Квазиупругая магнитная проницаемость μ_1 и поглощающая μ_2 указывают на неоднозначность кривой намагничивания. Эта неоднозначность определяется петлёй гистерезиса, ширина которой увеличивается с увеличением частоты электромагнитного поля. Расширение петли гистерезиса происходит за счет динамических потерь. При воздействии переменных магнитных полей основное внимание уделяется потерям на вихревые токи и гистерезис. Основополагающими величинами при рассмотрении переменных электромагнитных полей являются потери в стали, угол потерь и комплексная магнитная проницаемость. Кроме этого, приходится пользоваться динамическими кривыми намагничивания и динамической петлёй гистерезиса. Все эти величины полностью не характеризуют всех процессов, происходящих в переменном магнитном поле, но по ним можно рассчитать параметры устройств [8-10].

Особенностью импульсного намагничивания является сочетание достоинств намагничивания постоянным и переменным электромагнитными полями. Существует несколько способов импульсного намагничивания. В этом случае происходит обмен энергией между накопителем и намагничивающими катушками. Такой способ позволяет получать кратковременные импульсы до десятков кА. Намагничивание деталей происходит стационарным или медленно меняющимся электромагнитным полем. Импульсное намагничивание является энерго- и ресурсосберегающей технологией.

Наиболее подходящей кривой для импульсного намагничивания считается прямоугольная петля гистерезиса, показанная на рис.2.

Рисунок 2. $B(H)$ с прямоугольной петлёй гистерезиса

Прямоугольная петля гистерезиса отличается от той, которая применялась при намагничивании переменным током. Во - первых, она имеет большой наклон в режиме намагничивания и малый в режиме насыщения. Поэтому она может быть заменена на прямоугольник. Прямолинейность участков ограничена индукциями B_2 , B_3 и B_1 , B_4 . Отношение остаточной индукции к амплитудному значению называют коэффициентом прямоугольности:

$$K_{пр} = \frac{B_r}{B_m} \quad (19)$$

Коэффициент, определяющий отношение индукции при $-\frac{4}{6}H_c$ к индукции при $\frac{4}{3}H_c$ называется коэффициентом квадратности:

$$K_{кв} = \frac{B_{(-\frac{4}{6}H_c)}}{B_{(\frac{4}{3}H_c)}} \quad (20)$$

Импульс, который направляется через катушки индуктивности, имеет, прямоугольную форму с периодом T больше, чем период перемагничивания, T_0 . Эффект перемагничивания определяется напряженностью магнитного поля:

$$H = \frac{iw}{l_{cp}} \quad (21)$$

где l_{cp} - средняя длина магнитопровода; w - число витков соленоида.

Время перемагничивания сердечника равно приближенно:

$$T_0 = \frac{a}{H-H_k} \quad (22)$$

где $a = 0,6 \div 1 \text{ А} \cdot \text{сек/м}$ определяет тип материала и диапазон температуры; $H_k = 50 \div 200 \text{ А/м}$ зависит от материала и скорости перемагничивания.

Сердечник при перемагничивании поглощает энергию:

$$W_p = \int_0^{T_0} iwS \frac{dB}{dt} dt = iwS(B_r + B_m) = H_m(B_r + B_m)l_{cp}S \quad (23)$$

Энергия рассеивается, часть ее уходит на нагревания сердечника, другая часть - на увеличение потенциальной энергии. После прекращения действия импульса с периодом T_0 индукция магнитного поля уменьшается от B_m до B_r , то есть сердечник размагничивается. Энергия, которая возвращается соленоиду в результате перемагничивания равно:

$$W_0 = l_{cp}S \int_{B_r}^{B_m} H dB \quad (24)$$

Учитывая участок петли гистерезиса между индукциями B_m - B_r как прямолинейный, мы получим:

$$W_0 = l_{cp}S \int_{B_r}^{B_m} B_m \frac{B-B_r}{B_m-B_r} dB = \frac{H_m}{2} (B_m - B_r)l_{cp}S \quad (25)$$

Таким образом, наибольшее намагничивание изделий и рельсовых плетей достигается с максимальной остаточной индукцией B_r при прямоугольной петле гистерезиса. При этом динамические характеристики импульсного намагничивания зависят от свойств материала, размеров, формы и частоты импульсов.

При импульсном намагничивании важную роль играют не только динамические характеристики, но статические, по которым определяют коэрцитивные силы, остаточную индукцию и коэффициент прямоугольности. Состояние магнитного материала определяется несимметричной петлей магнитного гистерезиса, представленной на рис.3.

Рисунок 3. Несимметричная петля магнитного гистерезиса, ΔB_{max} и ΔH_{max} – наибольшие приращения при намагничивании

При импульсном намагничивании основными динамическими характеристиками являются: импульсная магнитная проницаемость, импульсная кривая намагничивания, удельные потери на перемагничивание, время перемагничивания, коэффициент перемагничивания, скорость перемагничивания.

Импульсной магнитной проницаемостью называется отношение наибольшего приращения индукции к наибольшему приращению напряженности намагничивающего поля:

$$\mu_{имп} = \frac{\Delta B_{max}}{\Delta H_{max}} = F_1(\Delta H_{max}). \quad (26)$$

Зависимость максимального приращения магнитной индукции от наибольшего приращения напряженности называется импульсной кривой намагничивания и кратко записывается в виде:

$$\Delta B_{max} = F_2(\Delta H_{max}). \quad (27)$$

Удельные потери на перемагничивание зависят от наибольших изменений магнитной индукции:

$$p = F_3(\Delta H_{max}). \quad (28)$$

Длительность импульса определяется на уровне 0,1 амплитуды импульса τ и его зависимости от амплитуды намагничивающего поля H_{max} :

$$\frac{1}{\tau} = F_4(H_{max}). \quad (29)$$

Обычно пользуются импульсной характеристикой, показанной на рис.4.

Рисунок 4. Импульсная характеристика намагничивания материала

Зависимость $1/\tau$ от амплитуды намагничивающего поля линейна, точка пересечения линейной части характеристики с осью абсцисс представляет собой точку H_{CT} старта (начало, трогание) резкого изменения магнитного потока намагничивающего материала.

Коэффициент перемагничивания определяется импульсным полем, необходимым для изменения состояния материала от $-B_r$ до $+B_m$, и представляется выражением:

$$S_w = \int_0^{\tau} (H_m - H_{CT}) dt. \quad (30)$$

Для прямоугольного импульса:

$$S_w = (H_m - H_{CT})\tau. \quad (31)$$

Скорость перемагничивания тела, то есть скорость изменения магнитного потока, зависит от амплитуды напряженности намагничивающего поля:

$$\frac{dB}{dt} = F_5(H_m). \quad (32)$$

Заключения

Таким образом, картина состояния тела в режиме импульсного намагничивания определяется частным динамическим несимметричным циклом с наибольшими приращениями индукции и напряженности электромагнитного поля.

Достоинством намагничивания постоянным полем является его стабильность и отсутствие вихревых токов.

Намагничивание пульсирующим током даёт возможность обеспечить намагниченность всего изделия или рельсовой плети и обеспечить их переманчиванием.

На основании анализов рельсовых плетей определены причины их дефектов постоянными магнитами, переменными и импульсными электромагнитными полями.

Список литературы:

1. Колесников И.К., Курбанов Ж.Ф. Программное обеспечение системы управления единым пространственным полем // Современные состояние и перспективы применения информационных технологий в управлении, доклады республиканской научно-технической конференции, 5-6 сентября 2016г., Джизак.
2. Халиков А.А., Колесников И.К., Курбанов Ж.Ф. Исследование и разработка единого пространственного электромагнитного поля и устройств на их основе. / Монография. Издательства «Фан ва технология», 2019. – С. 238.
3. Халиков А.А., Колесников И.К., Кадыров О.Х., Яронова Н.В. Влияния электромагнитного поля на свойства жидких и твердых тел // Наука образование техника №4, 2007г. Ош, Киргизия, – С.104-106.
4. Халиков А.А., Курбанов Ж.Ф., Ортиков М.С. Устройства намагничивания и размагничивания рельсовых плетей и их сравнительный анализ. // UNIVERSUM Технические науки. Москва– 2019. №10 (67) – С.78-80. Электронный научный журнал tech@7universum.com.
5. Халиков А.А., Курбанов Ж.Ф., Ортиков М.С. Параметры магнетизма, намагничивания и размагничивания материалов и рельсовых плетей. // UNIVERSUM Технические науки. Москва– 2019. №10 (67). – С.81-83. Электронный научный журнал. tech@7universum.com.
6. Халиков А.А., Мирсагдиев О.А. Разработка информационно-измерительных систем на основе волоконно-оптических датчиков. //ПРОБЛЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ, ОБРОБОТКИ И ПЕРЕДАЧИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ. II Международная научно-техническая конференция, посвященная 90-летию со дня рождения профессора Зарипова Мадияра Фахритдиновича. Уфа-2019. – С.207-212.
7. Халиков А.А., Ибрагимова О.А. Исследование устройств систем управления единым пространственным электромагнитным полем. Монография. / Под ред.проф. Халикова А.А. Ташкент–Тамбов: Консалтинговая компания Юком, 2020. 102с. <https://ukonf.com/doc/mon.2020.05.01.pdf>. E-mail: mon@ukonf.com.
8. Khalikov A.A. Analysis of methods for determining the characteristics of a single spatial electromagnetic field. // Индонезия. Icon Beat 2019. icon-beat@umm.ac.id. International Conference on Bioenergy and Environmentally Sustainable Agriculture Technology. (Международная конференция).
9. Kurbanov J.F. The spectral characteristics of the new functional materials based on a single device spatial field // «American Journal of Science and Tehnologies» International collaboration in Eurasia // American Journal of Science and Tehnologies, «Hrinceton University Press», 2015, №2(20). –P.11-16.
10. Kurbanov J.F., Khalikov A.A., Ortikov M.S. Devices for magnetization and demagnetization of rail lashes and their comparative analysis with existing. Сборник статей XXVIII международной научно-практической конференции «Технические науки: проблемы и решения». Сайт <https://internauka.org/>.

ЭНЕРГЕТИКА**КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ МАГНИТНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ
ЛИНЕЙНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ С ПОДВИЖНЫМ ЭКРАНОМ
И РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ****Болтаев Отабек Таимухамматович**

канд. техн. наук, доцент,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: otash_be@mail.ru

Бедрицкий Иван Михайлович

канд. техн. наук, доцент,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: kaktus00@list.ru

Ахмедова Фируза Анваровна

ассистент,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: firuzaxmedova.83@mail.ru

**COMPUTER MODEL OF THE MAGNETIC CONVERTER OF LINEAR MOVING WITH
THE MOBILE SCREEN AND THE DISTRIBUTED PARAMETERS****Otabek Boltayev**

candidate of technical sciences, assistant professor,
Tashkent State Transport University,
Uzbekistan, Tashkent

Ivan Bedriskiy

candidate of technical sciences, assistant professor,
Tashkent State Transport University,
Uzbekistan, Tashkent

Firuzaxmedova

Assistant,
Tashkent State Transport University,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Рассматривается компьютерная модель преобразователя параметров линейного перемещения с подвижным экраном и распределенными параметрами. Сравниваются результаты компьютерных и экспериментальных исследований. Установлено, что разница между результатами этих видов исследований не превышает 8%, что позволяет применять компьютерное моделирование для исследования преобразователей параметров линейного перемещения.

ABSTRACT

A computer model of a linear motion parameter converter with a movable screen and distributed parameters is considered. The results of computer and experimental research are compared. It has been established that the difference between the results of these types of research does not exceed 8%, which makes it possible to use computer modeling to study transducers of linear displacement parameters.

Ключевые слова: компьютерная модель, подвижный экран, магнитные цепи с распределенными параметрами, преобразователь параметров линейного перемещения.

Keywords: computer model, movable screen, magnetic circuits with distributed parameters, transducer of linear displacement parameters.

В системах контроля и управления технологическими процессами и техническими устройствами в различных отраслях народного хозяйства, в том числе на железнодорожном транспорте, широко используются электромагнитные преобразователи с подвижными экранами и распределенными параметрами (ПЭРП), которые измеряют параметры линейного перемещения, колебательного движения, скорости, ускорения и их изменения. Эти преобразователи должны обладать высокой надежностью, чувствительностью и большой выходной мощностью в экстремальных условиях эксплуатации.

Основным преимуществом магнитных систем ПЭРП является то, что в большинстве случаев создаются одинаковые условия вдоль направления движения подвижной части, что приводит к линейным статическим характеристикам преобразователей.

Теоретические и экспериментальные исследования магнитных систем длинного ферромагнитного сердечника и преобразователей с подвижным экраном, измеряющих параметры движения, показали, что место установки движущегося экрана оказывает существенное влияние на основные технические характери-

стики (чувствительность, линейность статических характеристик, коэффициент использования энергии магнитного поля и т. д.). Однако, анализ опубликованной по теме исследований литературы [1, 2, 3, 4] показал недостаточную изученность данного вопроса. Поэтому значительный интерес представляют компьютерное и математическое моделирование процессов в длинных ферромагнитных сердечниках с подвижными экранами.

В статье представлены результаты исследований в этой области.

На рис.1 показана магнитная система датчика параметров движения ПЭРП. Рассматривается случай, когда магнитное сопротивление стального сердечника не зависит от величины индукции, то есть цепь является линейной с распределенным параметром. При этом не учитываются магнитные потоки, рассеянные по сторонам магнитной системы, продольные размеры катушки и движущегося экрана. Предполагается также что магнитное сопротивление движущегося экрана бесконечно велико. Эти ограничения в расчете не влияют существенно на его точность, но значительно упрощают анализ магнитных цепей.

Рисунок 1. Магнитная система для измерения параметров движения подвижного электромагнитного экрана: 1,2 - параллельные стержни ферромагнитного сердечника из тонких стальных листов; 3 – подвижной электромагнитный экран; 4,5 - соответственно, возбуждающая и измерительная катушки

Математическая модель данного устройства с получением теоретических выражений распределения магнитного потока в магнитной цепи рассмотрен в статьях [5, 6, 7], при этом использовался высокоточный метод расчленение магнитных цепей ПЭРП. Данная работа посвящена научным исследованиям по разработке компьютерной модели магнитной цепи преобразователя ПЭРП.

Для компьютерного моделирования процессов в магнитных преобразователях можно использовать программы Electronics Workbench, FEMM, Ansys Maxwell, ANSYS Multiphysics, COMSOL Multiphysics

и Matlab SimPowerSystem, Simscape. Однако, при анализе магнитных цепей ПЭРП в пакете SimPowerSystem программы Matlab и программы Electronics Workbench параметры в их схеме замещения рассматриваются как электрические величины. Это приводит к тому, что при моделировании магнитных цепей на основе этих программ значения рассеивающей индуктивности и рассеивающих магнитных потоков не учитываются, что негативно сказывается на уровне точности результатов расчетов.

Этих недостатков лишен пакет Simscape программы Matlab. Используя элементы пакета

Simscape, можно моделировать магнитные цепи любой сложной структуры [6, 2]. При разработке компьютерной модели на основе раздела Magnetic этого пакета параметры схем замещения ПЭРП рассматриваются как магнитные величины, что позволяет проводить прямой анализ магнитных цепей. Для этого достаточно ввести размеры стального сердечника и его значение относительной магнитной проницаемости, чтобы определить магнитное сопротивление генерируемой цепи магнитная схема замещения.

Компьютерная модель магнитного преобразователя линейного перемещения с подвижным экраном и распределенными параметрами, созданная с помощью пакета Simulink программы Matlab, показана на рис. 2.

Рисунок 2. Компьютерная модель ПЭРП

Кривая напряжения на измерительной катушке относительно положения подвижного экрана показана на рис.3. Анализ выходного напряжения ПЭРП по компьютерной модели показывает, что когда подвижной экран движется к измерительной обмотке, то наблюдается уменьшение напряжения на ней (из-

за уменьшения емкости воздушного зазора между стержнями ПЭРП), а при движении от измерительной обмотки наблюдается увеличение напряжения (из-за увеличения магнитной емкости воздушного зазора между стержнями ПЭРП).

Порты 1 и 2 катушки возбуждения, имитируемой первым электромагнитным конвертором, соединены с источником напряжения, а порты 3, 4 другого электромагнитного конвертора, имитирующего измерительную обмотку, используются для получения измеряемого напряжения в зависимости от положения экрана.

Рисунок 3. График зависимости напряжения ПЭРП измерительной катушки магнитопровода от смещения подвижного экрана: непрерывные кривые – на основе математической модели; точечная пунктирная кривая – на основе компьютерной модели; пунктирная кривая – экспериментальная

Используя компьютерную модель магнитной цепи ПЭРП, можно анализировать не только электрические параметры, но и ее магнитные параметры. Для этого измеряются магнитные потоки в каждой секции магнитопровода преобразователя и магнитные напряжения в воздушных зазорах. Для измерения магнитных потоков используется блок Flux Sensor в разделе Magnetic и графики зависимости

$Q_{\mu}(x^*) = f(x^*)$ строятся на основе результатов, полученных для различных значений коэффициента затухания β в случаях, когда подвижный экран расположен на стержнях 1 и 2 ПЭРП. Графики зависимости относительных магнитных потоков $Q_{\mu}(x^*)$ от координаты подвижного экрана x^* при различных значениях коэффициента затухания β показаны на рис. 4.

Рисунок 4. Графики зависимости магнитного потока от координаты подвижного экрана в ПЭРП: непрерывные кривые – на основе математической модели; точечная пунктирная кривая – на основе компьютерной модели; пунктирная кривая – экспериментальная

Анализ графиков зависимости магнитного потока от координаты подвижного экрана $Q_{\mu}(x^*) = f(x^*)$ и напряжения на измерительной обмотке от координаты подвижного экрана $U^*_{ул} = f(x^*)$ показал, что результаты, полученные с использованием компьютерной модели, очень близки к теоретическим результатам. Разница между компьютерной

моделью и экспериментальными результатами составляет от 8 до 11%, а компьютерными и математическими моделями разница не превышает 5 - 8%. Также подтверждена высокая линейность измеренных зависимостей в ПЭРП, что позволяет использовать данную цепь в качестве пропорциональных преобразователей линейных перемещений.

Список литературы:

1. Абдуллаев Я.Р. Теория магнитных систем с электромагнитными экранами. – М.: Наука, 2000. – 228 с.
2. Амиров С.Ф., Болтаев О.Т., Шарапов Ш.А. Влияние распределения магнитного потока на датчиках с подвижным электромагнитным экраном // Химическая технология. Контроль и управления. – Ташкент, 2015. – №5. – с. 50-54.
3. Болтаев О.Т. Структурные методы расчета магнитных цепей с подвижными электромагнитными экранами // X Международная молодежная конференция научных работ «Молодежь в науке: новые аргументы». 1 март 2019. – Липецк, Россия, 2019. – С. 21-24.
4. Amirov S.F., Boltayev O.T. Mathematical models of differential magnetic circuits of converters with movable screens and distributed parameters // Вестник ТашИИТ. – Ташкент, 2018. – №4. – с. 104-108.
5. Amirov S.F., Boltayev O.T., Axmedova F.A. Calculation of Magnetic Chains with 1 Mobile Screens // International Journal of Advanced Research in Science Engineering and Technology. India. - №6, Issue 5, May 2019 – pp. 9243-9245.
6. Bedritskiy I.M., Boltayev O.T. Modeling of sensors of the Hall in software Packages SIMSCAPE and SIMULINK // European Science Review. – Austria, 2019. – №1-2. – pp. 83-85.
7. Amirov S.F., Boltayev O.T., Axmedova F.A. New created mathematical models of movable screens and a scatter parameters converters // Jour of Adv Research in Dynamical & Control Systems, Vol. 12, Special Issue-02, 2020. pp. 122-126

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ BiTeSe-BiSbTe ПОД ДАВЛЕНИЕМ ИНЕРТНОГО ГАЗА**Латипова Мухайё Ибрагимжановна**

ассистент,
Ферганского политехнического института,
Республика Узбекистан, г. Фергана,
E-mail: muhayyo_0889@mail.ru

Якуб Усмонов

канд. техн. наук, доцент кафедры БЖД,
Ферганского государственного университета,
Республика Узбекистан, г. Фергана

Набиев Махмуд Базарович

канд. тех. наук, доцент кафедры Физика,
Ферганского государственного университета,
Республика Узбекистан, г. Фергана

TECHNOLOGY OF OBTAINING LOW-TEMPERATURE THERMOELECTRIC MATERIALS BASED ON BiTeSe-BiSbTe UNDER INERT GAS PRESSURE**Mukhayo Latipova**

Assistant, department of Electrical Power Engineering
Fergana Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Fergana city

Yakub Usmanov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Life safety,
Fergana State University,
Republic of Uzbekistan, Fergana city,

Makhmud Nabiev

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Physics,
Fergana State University,
Republic of Uzbekistan, Fergana city,

АННОТАЦИЯ

В данной статье приведены методы получения термоэлектрических материалов на основе висмута и сурьмы, степени очистки для получения такой концентрации носителей тока, которые должны быть на порядок меньше от необходимой концентрации носителей тока в материале. Описан метод выращивания кристаллов под давлением инертного газа, для получения основ различной чистоты для легирования путем добавления в стехиометрический состав халькогенидов в открытых и закрытых тиглях.

ABSTRACT

This article presents methods for obtaining thermoelectric materials based on bismuth and antimony, the degree of purification to obtain such a concentration of current carriers, which should be an order of magnitude less than the required concentration of current carriers in the material. A method for growing crystals under inert gas pressure described to obtain bases of various purities for alloying by adding chalcogenides to the stoichiometric composition in open and closed crucibles.

Ключевые слова: термоэлектрический материал висмута и сурьма, примеси, носители тока, стехиометрический состав, под давлением инертного газа, форвакуумной насос.

Keywords: thermoelectric material of bismuth and antimony, impurities, current carriers, stoichiometric composition, under inert gas pressure, foreline pump.

Как нам известно мы можем преобразовать электрическую энергии в тепловую с помощью любой электрической плиты, но существует и такая возможность что можно получить электрическую энергию непосредственно от источника тепла, так называемого термогенератора или термоэлектрического генератора (ТЭГ). Которые в свою очередь собираются из отдельных термоэлементов, собранных в термоэлектрический модуль.

Разнородными проводниками могут служить различные металлы либо полупроводники с разными типами проводимости (n-типа и p-типа). Суть эффекта в том, что энергия свободных электронов (как и энергия молекул любого газа), зависит от температуры – чем выше температура, тем выше энергия. При контакте двух проводников электроны перемещаются от проводника с электронами более высокой энергии к проводнику с электронами менее высокой энергии. Если такое устройство из двух проводников замкнуть на внешнюю нагрузку, в ней возникнет электрический ток, стремящийся выровнять энергию электронов в проводниках, чему можно воспрепятствовать постоянным подводом тепла к нагретому спаю и удержанием низкой температуры холодных свободных концов [1].

Есть и еще одна сфера, где работает эффект Зеебека. Это разнообразные тензорезисторы, датчики давления и температуры. Температурные датчики, основанные на возникновении электрического тока при нагревании, очень точны, а размер их весьма мал. Определение потерь тепла в различных производствах, регистрация тепловыделения животными и растениями в биологических опытах – все это случаи, где применяя такие датчики.

Сейчас производят такие устройства которые предназначены для туристов, при помощи которых можно подзарядить свой телефон от выделяющегося тепла костра. Но на термоэлектричество обращают пристальное внимание и крупные компании, выпускающие технику, снабженную двигателями внутреннего сгорания, например, в автомобилях выделяется достаточно много тепла, которое расходуется совершенно зря. Если же использовать его для генерации электроэнергии, автомобиль станет более экономичным, а также, активно используют термоэлектрогенераторы в нефте- и газодобыче. Там для выработки электроэнергии можно использовать даровое тепло от сжигания попутного газа. Устройства обеспечивают работу разнообразных систем дистанционного контроля, телемеханики и других аппаратов, которые должны долго функционировать без обслуживания людьми в отдаленных и труднодоступных районах.

Термоэлектрогенераторы могут применяться для автономного энергоснабжения добывающих платформ на арктическом шельфе. Они представляют собой надежные и долговечные устройства, не требующие дополнительных расходных материалов, регулярного технического обслуживания и ремонта [1,2].

Иоффе придумал материал теллурид висмута, его химическая формула — Bi_2Te_3 [1,2]. Он сам может быть термоэлектрическим материалом, но для того, чтобы повысить его эффективность, его легируют. На сегодняшний день 95% всех термоэлектрических материалов основаны на теллуриде висмута.

Получение однородных кристаллов термоэлектрических материалов висмута и сурьмы является достаточно сложной задачей. Различные примеси, которые попадают вместе с исходными компонентами или в процессе синтеза, существенно влияют на термоэлектрические свойства синтезируемых материалов. В зависимости от рода количества примесей они могут образовывать паразитные акцепторные или донорные уровни и создавать неоптимальную концентрацию носителей тока. Поэтому для получения носителей тока одного знака с контролируемой концентрацией исходные компоненты перед синтезом, а иногда и сам материал должны быть очищены от посторонних примесей. Степень очистки такова, чтобы концентрация носителей тока от посторонних примесей была на порядок меньше необходимой концентрации носителей тока в материале.

Оптимальные концентрации носителей тока нужного знака получается за счет нестехиометрии химического состава или путем введения легирующих добавок. Разнообразные методы, используемые в настоящее время, а именно методы порошковой металлургии, вертикальной зонной перекристаллизации, Бриджмена, Чохральского, экструзии и т.д. обладают как достоинствами, так и недостатками [2].

При получении монокристаллов Bi_2Te_3 методом Чохральского, расплав в лодочке находится в кварцевой трубе в атмосфере водорода. Труба, молибденовые нагреватели и экраны помещены в вакуумном колоколе. Шток, несущий затравку и выращиваемый кристалл, выведен из трубы через вакуумное уплотнение. Материал расплавляется и через отверстие в дне тигля вытекает в рабочий тигель, освобождаясь от пленки окислов. Затем вспомогательный тигель отводится в сторону. Плоскости спайности затравки должны быть расположены вертикально. При других ориентациях затравки происходит перестройка структуры выращиваемого кристалла так, что плоскости спайности располагаются вертикально.

Метод Бриджмена позволяет получать достаточно однородные по сечению слитки, состоящие из одного или нескольких кристаллических зерен. Метод Бриджмена дает при выращивании кристаллов с малой скоростью (~10-4 см/мин) значительное изменение свойств вдоль слитка, связанное с отеснением теллура фронтом кристаллизации. Перспективным методом получения более однородных термоэлектрических материалов является метод экструзии, который пока не получил широкого распространения вследствие трудностей реализации [2].

При выращивании кристаллов под давлением инертного газа можно получать, основы различной

чистоты для легирования путем добавления в стехиометрический состав халькогенидов в открытых и закрытых тиглях [4].

В стальную цилиндрическую рабочую камеру установки, работающей под инертным газом (аргон), помещается открытый кварцевый тигель с термоэлектрическим материалом, в свою очередь с помощью фор вакуумного насоса давление внутри рабочей камеры снижается до $5 \cdot 10^{-2}$ мм.рт.ст. Закрывается кранфор вакуумного насоса, вводится инертный газ (аргон) под давлением 1,5 атм. Когда температура нагревательной печи достигает $750-800^{\circ}\text{C}$, то давление аргона повышается до давления 4-4,5 атм. При этом время выдержки расплавленного термоэлектрического материала 20-30 минут. Отключается печь, стальная цилиндрическая рабочая камера охлаждается до комнатной температуры. Затем открывается стальной цилиндр, вынимается, кварцевый тигель с готовым полупроводниковым сплавом, изготавливаются методом порошковой металлургии и измеряются их электрофизические параметры.

При неисправности или отсутствии механического насоса можно получать образцы термоэлектрических материалов под давлением аргоном вакуумом. Процесс получения образцов термоэлектрических материалов осуществляется следующим путем. Во-первых, закрывается кран подачи воздуха в систему, открывается кран подачи аргона и в стальную цилиндрическую рабочую камеру подается аргон до давления 1,5 атм., затем закрывается кран запуска аргона с открытием крана запуска воздуха до неполного выхода аргона (процент выпуска аргона осуществляется до изменения звука в кране до свиста). Во-вторых, первый процесс повторяется, за счет этого достигается необходимый вакуум в стальной цилиндрической рабочей камере. Для получения расплава образцов термоэлектрических материалов в третий раз запускается аргон до давления 1,5 атм. и осуществляется выше приведенный технологический процесс [3-5].

Список литературы:

1. Иорданишвили Е.К. Термоэлектрические источники питания, М: Советское радио, 1968. – 183 с.
2. Охотин А.С., Ефремов А.А., Охотин В.С., Пушкарский А.С., Термоэлектрические генераторы, под редакцией Доктора. физ.-мат. наук А.Р. Регеля, Москва, Атом. Издат: 1971- 286 с.
3. Латипова М.И., Хомиджонов З.М., Усмонов Я., Набиев М.Б., Исследование термоэлектрических полупроводниковых материалов для высокоэффективных термоэлектродгенераторов. Научно-технический журнал Наманганского инженерно-технологического института, Том 5 - №1, 2020. – С.125-131.
4. Способ получения полупроводниковых материалов для термопреобразователей. Усмонов Я., Набиев М., Ахмедов Т., Набиева Н., Юлдашова И.И. «Актуальные вопросы высшего профессионального образования» сборник научных трудов Международной научно-методической конференции, Уфа, Издательство УГНТУ, 2017. – С. 108-112.
5. M.B. Nabyev., Z.M. Khomidzhonov., M.I. Latipova, A.A. Abdullaev Obtaining and researching of thermoelectric semiconductor materials for high-efficiency thermoelectric generators with an increased efficiency coefficient, Проблемы современной науки и образования. Научно-методический журнал, Часть-2, №12 (145), 2019. – С. 77-81.

Изменяя диаметр кварцевой ампулы (10 мм, 16 мм, 20 мм) мы увидели, что понижается α (термо-ЭДС) и увеличивается σ (электропроводность). Выращивая кристаллы под давлением инертного газа в открытых тиглях получаем возможность выращивания термоэлектрических материалов таких же свойств, как и полученные в закрытых тиглях, а также, этот метод дает возможность получать термоэлектрические материалы в одних и тех же тиглях по несколько раз.

Целью нашей работы является, выращивание термоэлектрических материалов в открытых тиглях и исследование влияния концентрации легирующей добавки и количества потерь на изменение термоэлектрических свойств основы для легирования $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Se}_3$. В качестве основы выбран состав твердого раствора, отвечающий 80% мол. Bi_2Te_3 и 20% мол. Bi_2Se_3 . При добавлении в состав $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Se}_3$ 0,24 вес.% т.е. получаем основу пригодную материала чтобы использовать для легирования имеющую свойства $\alpha = 200$ мкВ/град, $\sigma = 600$ ом $^{-1}$ · см $^{-1}$. Концентрация вводимой легирующей добавки TeJ_2 изменяется в пределах от 0,02 вес.% до 0,12 вес.% [3]. Из полученных сплавов были изготовлены полужелезники для генераторов на их основе. Которые являются областью, развивающей энергоэффективные технологии[5]. Обеспечивая рост коэффициента термоэлектрической добротности и по критериями Иоффе ZT, рост КПД и снижение удельной стоимости за кВт установленной мощности, термоэлектрические генераторы можно будет применять в новых областях науки, производства и быта, включая утилизацию низкопотенциального тепла, использование в автомобилестроении и, возможно, даже в солнечной энергетике как способ утилизации остаточного тепла от солнечных панелей, которые пагубно влияют на них.

**ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ, ВОПРОСЫ УСТОЙЧИВОСТИ
И СМЯГЧЕНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА****Нариманов Баходир Абсаломович***ст. преподаватель
Джизакского политехнического института,
Республика Узбекистан, г. Джизак***Арзикулов Фазлиддин Фахриддин угли***студент
Джизакского политехнического института,
Республика Узбекистан, г. Джизак
E-mail: arzikulovfazliddin1997@gmail.com***RENEWABLE ENERGY, SUSTAINABILITY AND CLIMATE CHANGE MITIGATION****Bakhodir Narimanov***Senior Lecturer
Jizzakh Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Jizzak***Fazliddin Arzikulov***Student
Jizzakh Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Jizzak***АННОТАЦИЯ**

Мир быстро превращается в глобальную деревню из-за возрастающей ежедневной потребности в энергии всего населения земного шара, в то время как земля в своей форме не может измениться. Растет потребность в энергии и связанных с ней услугах для обеспечения социально-экономического развития, благосостояния и здоровья людей. Возвращение к возобновляемым источникам энергии для смягчения последствий изменения климата - это отличный подход, который должен быть устойчивым, чтобы удовлетворить спрос на энергию будущих поколений.

ABSTRACT

The world is rapidly transforming into a global village due to the increasing daily energy demand of the entire population of the globe, while the earth in its form cannot change. There is a growing need for energy and related services to ensure socio-economic development, human well-being and health. Returning to renewable energies to mitigate climate change is an excellent approach that must be sustainable to meet the energy demand of future generations

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии; смягчение последствий изменения климата; вопросы устойчивого развития; чистая энергетика; углеродный след; инженерия экологической устойчивости.

Keywords: renewable energy sources; mitigating the effects of climate change; sustainable development issues; clean energy; carbon footprint; sustainability engineering.

Мир быстро превращается в глобальную деревню из-за возрастающей ежедневной потребности в энергии всего населения планеты, в то время как земля в своей форме не может измениться. Растет потребность в энергии и связанных с ней услугах для обеспечения социально-экономического развития, благосостояния и здоровья людей. Все общества призывают к энергетическим услугам для удовлетворения основных потребностей человека, таких как здоровье, освещение, приготовление пищи, космический комфорт, мобильность и коммуникация, а также служат генеративными процессами,

обеспечивающими энергоснабжение и сдерживающими энергетический вклад в изменение климата, - это две главные проблемы энергетического сектора на пути к устойчивому будущему. В современном мире чрезвычайно важно знать, что 1,4 миллиарда человек не имеют доступа к электричеству, в то время как 85% из них живут в сельской местности. В результате этого число сельских общин, полагающихся на традиционное использование биомассы, по прогнозам, вырастет с 2,7 миллиарда сегодня до 2,8 миллиарда в 2030 году

Исторически первая зарегистрированная коммерческая добыча угля произошла в 1750 году близ

Ричмонда, штат Виргиния. В настоящее время уголь стал наиболее предпочтительным топливом для паровых двигателей из-за его большей энергоемкости, чем соответствующие количества топлива на основе биомассы (дрова и древесный уголь). Примечательно, что уголь был сравнительно дешевым и гораздо более чистым топливом и в прошлые века. Доминирование производства электроэнергии на основе ископаемого топлива (уголь, нефть и газ) и экспоненциальный рост численности населения в течение последних десятилетий привели к росту спроса на энергию, что привело к глобальным проблемам, связанным с быстрым ростом выбросов углекислого газа (CO_2). Значительное изменение климата стало одной из самых серьезных проблем XXI века. Его серьезных последствий все еще можно избежать, если предпринять усилия по преобразованию существующих энергетических систем. Возобновляемые источники энергии обладают ключевым потенциалом для вытеснения выбросов парниковых газов от производства электроэнергии на основе ископаемого топлива и тем самым смягчения последствий изменения климата.

Устойчивое развитие в последнее время стало центром национальной политики, стратегий и планов развития многих стран. Генеральная Ассамблея ООН предложила рабочей группе открытого состава набор глобальных Целей устойчивого развития (ЦУР), который включал 17 целей и 169 задач в ООН в Нью-Йорке. Кроме того, в марте 2015 года был представлен предварительный набор из 330 indicators. ЦУР придают научному сообществу большую ценность и предъявляют к нему более высокие требования, чем цели в области развития, сформулированные в Декларации тысячелетия. При решении проблемы изменения климата возобновляемые источники энергии, продовольствие, здравоохранение и водоснабжение требуют скоординированного глобального мониторинга и моделирования многих социально-экономических и экологических факторов.

Исследования альтернативных источников энергии начались еще в конце 90-х годов, когда мир начал получать шок от добычи нефти с точки зрения роста цен. В литературе доказано, что замена источников энергии на основе ископаемого топлива возобновляемыми источниками энергии, которые включают в себя: биоэнергию, прямую солнечную энергию, геотермальную энергию, гидроэнергию, энергию ветра и океана (прилив и волна), постепенно поможет миру достичь идеи устойчивости. Правительства, межправительственные учреждения, заинтересованные стороны и отдельные лица в современном мире надеются на достижение устойчивого будущего благодаря созданным в последние десятилетия возможностям заменить нефтяные материалы из источников энергии, основанных на ископаемом топливе, альтернативными возобновляемыми источниками энергии. Недавний запуск комплекса глобальных ЦУР помогает обеспечить борьбу с изменением климата в XXI веке и его последствиями, а также обеспечить устойчивое будущее и сделать его завещанием для будущих поколений.

2. Возобновляемые источники энергии и устойчивое развитие

Возобновляемые источники энергии пополняются естественным путем, не истощаясь в земле; они включают биоэнергию, гидроэнергию, геотермальную энергию, солнечную энергию, энергию ветра и энергию океана (приливов и волн). Основные виды возобновляемых источников энергии и их использование представлены в.

Растущая потребность мира в энергии наряду с ростом численности населения привела к постоянному использованию источников энергии, основанных на ископаемом топливе (уголь, нефть и газ), что стало проблематичным, создав ряд проблем, таких как истощение запасов ископаемого топлива, выбросы парниковых газов и другие экологические проблемы, геополитические и военные конфликты, а также постоянные колебания цен на топливо. Эти проблемы создадут неустойчивые ситуации, которые в конечном итоге приведут к потенциально необратимой угрозе человеческим обществам (UNFCC, 2015). Несмотря на это, возобновляемые источники энергии являются наиболее выдающейся альтернативой и единственным решением растущих проблем. В 2012 году возобновляемые источники энергии обеспечивали 22% всего мирового производства энергии, что было невозможно десять лет назад.

Надежное энергоснабжение необходимо во всех экономиках для отопления, освещения, промышленного оборудования, транспорта и т. д. (Международное Энергетическое Агентство, 2014). Возобновляемые источники энергии значительно сокращают выбросы парниковых газов, если их заменить ископаемым топливом. Поскольку возобновляемые источники энергии получают естественным образом из текущих потоков энергии в нашем окружении, они должны быть устойчивыми. Для того чтобы возобновляемая энергия была устойчивой, она должна быть безграничной и обеспечивать безвредную доставку экологических товаров и услуг. Например, устойчивое биотопливо не должно увеличивать чистые выбросы CO_2 , не должно неблагоприятно влиять на продовольственную безопасность и не должно ухудшать биоразнообразие. Это действительно то, что происходит сегодня? Наверное, нет.

3. Возобновляемые источники энергии и технологии

Возобновляемые источники энергии - это источники энергии из естественного и постоянного потока энергии, происходящего в нашем непосредственном окружении. К ним относятся: биоэнергетика, прямая солнечная энергия, геотермальная энергия, гидроэнергетика, энергия ветра и океана (прилив и волна).

Гидроэнергетика - это важнейший источник энергии, получаемый из воды, перемещающейся с более высоких уровней на более низкие, главным образом для вращения турбин и выработки электроэнергии. Гидроэнергетические проекты включают в себя проект плотины с водохранилищами, проекты пролива реки и в потоке и охватывают широкий диапазон масштабов проекта. Гидроэнергетические

технологии являются технически зрелыми, и их проекты эксплуатируют ресурсы, которые временно изменяются. Эксплуатация гидроэнергетических водохранилищ часто отражает их многократное использование, например борьбу с наводнениями и засухами, ирригацию, питьевую воду и навигацию. Первичная энергия обеспечивается силой тяжести и высотой падения воды на турбину. Потенциальная энергия накопленной воды - это масса воды, коэффициент гравитации ($g = 9,81 \text{ МС}^{-2}$) и напор, определяемый как разница между уровнем плотины и уровнем хвостовой воды. Уровень водохранилища в некоторой степени изменяется вниз при сбросе воды и соответственно влияет на выработку электроэнергии. Турбины сконструированы для дополнительного потока воды. Гидроэлектростанция практически не загрязняет окружающую среду твердыми частицами, может быстро обновляться и способна накапливать энергию в течение многих часов.

Технический годовой потенциал гидроэнергетики составляет 14 576 ТВтч, а предполагаемый общий потенциал мощности - 3721 ГВт; но в настоящее время глобальная установленная мощность гидроэнергетики значительно меньше ее потенциала. Согласно отчету Всемирного энергетического совета, около 50% установленной мощности гидроэнергетики приходится на четыре страны, а именно Китай, Бразилию, Канаду и США (World Energy Council, 2013). Ресурсный потенциал гидроэнергетики может быть изменен в связи с изменением климата. В глобальном масштабе изменения, вызванные изменением климата в существующей системе производства гидроэнергии, оцениваются менее чем в 0,1%, хотя необходимы дополнительные исследования для снижения неопределенности прогноза projection.

Гидроэнергетика не производит парниковых газов и поэтому в основном называется зеленым источником энергии. Тем не менее, она имеет свои преимущества и недостатки. Она улучшает социально-экономическое развитие страны; но, также учитывая социальное воздействие, она вытесняет много людей из их домов, чтобы создать его. Хотя они получают компенсацию, но недостаточно. Эксплуатация участков для гидроэнергетики, таких как водохранилища, которые часто искусственно создаются, приводит к затоплению прежней природной среды. Кроме того, вода сливается из озер и водотоков и транспортируется по каналам на большие расстояния к трубопроводам и, наконец, к турбинам, которые часто видны, но они также могут проходить через горы по созданным внутри них туннелям. Гидроэлектростанции влияют на экологию речного тела, главным образом вызывая изменение его гидрологических характеристик и нарушая экологическую непрерывность переноса наносов и миграции рыбы через строительство плотин. В странах, где значительные растения или древесные покровы затоплены во время строительства плотины, может образоваться газ метан, когда растения начинают

гнить в воде, либо высвобождаемый непосредственно, либо когда вода обрабатывается в турбинах.

Биоэнергетика - это возобновляемый источник энергии, получаемый из биологических источников. Биоэнергия является важным источником энергии, которую можно использовать для транспорта с использованием биодизеля, выработки электроэнергии, приготовления пищи и отопления. Электричество из биоэнергетики привлекает большое количество различных источников, включая побочные продукты леса, такие как древесные отходы; сельскохозяйственные отходы, такие как отходы сахарного тростника; и остатки животноводства, такие как коровий навоз. Одно из преимуществ электроэнергии на основе биомассы заключается в том, что топливо часто является побочным продуктом, остатком или отходом от вышеуказанных источников. Важно отметить, что это не создает конкуренции между Землей за продовольствие и ли за топливо. В настоящее время мировое производство биотоплива сравнительно невелико, но постоянно растет. В 2006 году ежегодное потребление биодизеля в Соединенных Штатах составляло 15 миллиардов литров. Он растет со скоростью 30-50% в год, чтобы достичь годового целевого показателя в 30 миллиардов литров в конце 2012 года.

Использование биологических компонентов (растительных и животных источников) для производства энергии всегда вызывало беспокойство, особенно у широкой общественности, а также относительно того, следует ли использовать ее пищевые продукты в целях обеспечения топливом, поскольку во всем мире имеются случаи необходимости продовольственной помощи в обездоленных странах. Около 99,7% пищи человека получают из земной среды, а около 0,3% - из водной. Большая часть пригодных земель для производства биомассы уже используется. Современные исследования подчеркивают как положительные, так и отрицательные экологические и социально-экономические эффекты биоэнергетики

Слово "прямая" солнечная энергия относится к энергетической базе для тех технологий возобновляемых источников энергии, которые используют энергию Солнца непосредственно. Некоторые возобновляемые технологии, такие как ветер и океанская тепловая энергия, используют солнечную энергию после того, как она была поглощена на земле и преобразована в другие формы. Технология солнечной энергии получена из солнечного излучения для производства электроэнергии [2] с использованием фотоэлектрической и концентрирующей солнечной энергии (CSP), для производства тепловой энергии, для удовлетворения потребностей в прямом освещении и, потенциально, для производства топлива, которое может быть использовано для транспорта и других целей.

Геотермальная энергия добывается естественным путем из недр земли в качестве источника тепловой энергии. Происхождение тепла связано с внутренним строением планеты и физическими процессами,

происходящими на ней. Хотя тепло присутствует в земной коре в огромных количествах, не говоря уже о самых глубоких частях, оно неравномерно распределено, редко концентрируется и часто на глубинах, слишком больших, чтобы эксплуатироваться механически.

Геотермальный градиент в среднем составляет около 30 °C / км. Есть участки недр земли, которые доступны для бурения, и где градиент значительно выше среднего градиента. Тепло добывается из геотермальных резервуаров с помощью скважин и других средств. Резервуары, которые естественно достаточно горячие и проницаемые, называются гидротермальными резервуарами, в то время как резервуары, которые удовлетворительно горячие, но улучшаются с помощью гидравлической стимуляции, называются расширенными геотермальными системами (ЭСГ). После вытягивания на поверхность жидкости различной температуры могут быть использованы для выработки электроэнергии и других целей, требующих использования тепловой энергии.

Появление ветра в качестве важного источника мировой энергии заняло лидирующие позиции среди возобновляемых источников энергии. Ветер существует повсюду в мире, в некоторых местах со значительной плотностью энергии. Энергия ветра использует кинетическую энергию движущегося воздуха. Основное применение важности смягчения последствий изменения климата заключается в производстве электроэнергии из крупных турбин, расположенных на суше (суше) или на море (в море или пресной воде). Береговые ветроэнергетические технологии уже производятся и внедряются в больших масштабах. Ветряные турбины преобразуют энергию ветра в электричество.

Возобновляемые источники энергии и устойчивое развитие

Возобновляемые источники энергии напрямую связаны с устойчивым развитием, оказывая влияние на развитие человеческого потенциала и экономическую производительность. Возобновляемые источники энергии открывают возможности для энергетической безопасности, социально-экономического развития, доступа к энергии, смягчения последствий изменения климата и снижения воздействия на окружающую среду и здоровье человека.

Понятие энергетической безопасности широко используется, однако единого мнения о его точном толковании нет. Тем не менее, озабоченность в области энергетической безопасности основана на идее о том, что существует непрерывная поставка энергии, которая имеет решающее значение для функционирования экономики. Учитывая взаимозависимость экономического роста и потребления энергии, доступ к стабильному энергоснабжению имеет важное значение для политического мира и представляет собой техническую и денежно-кредитную проблему как для развитых, так и для развивающихся стран, поскольку продолжительное вмешательство породило бы серьезные экономические и основные функциональные трудности для большинства обществ. Возобновляемые источники энергии

равномерно распределены по всему земному шару по сравнению с ископаемыми и в целом меньше торгуются на рынке. Возобновляемые источники энергии сокращают импорт энергоносителей, способствуют диверсификации портфеля вариантов поставок, снижают уязвимость экономики к волатильности цен и открывают возможности для повышения энергетической безопасности во всем мире. Внедрение возобновляемых источников энергии также может внести свой вклад в повышение надежности энергетических услуг, особенно в тех областях, которые часто страдают от недостаточного доступа к сетям. Разнообразное портфолио источников энергии в сочетании с хорошим управлением и системным проектированием может помочь повысить безопасность.

В целом энергетический сектор воспринимается в качестве ключевого фактора экономического развития с сильной корреляцией между экономическим ростом и расширением потребления энергии. В глобальном масштабе доходы на душу населения положительно коррелируют с потреблением энергии на душу населения, и экономический рост можно определить как наиболее существенный фактор, определяющий рост потребления энергии в последние десятилетия. Это, в свою очередь, создает занятость; исследование по возобновляемым источникам энергии в 2008 году показало, что занятость от технологий возобновляемой энергии составила около 2,3 миллиона рабочих мест во всем мире, что также улучшило здравоохранение, образование, гендерное равенство и экологическую безопасность.

Цель 7 устойчивого развития (доступная и чистая энергия) направлена на обеспечение того, чтобы энергия была чистой, доступной, доступной и доступной для всех, и это может быть достигнуто с помощью возобновляемых источников энергии, поскольку они в целом распределены по всему миру.

Вывод

Энергетика является необходимым условием в нашей повседневной жизни как способ улучшения человеческого развития, ведущего к экономическому росту и производительности. Возвращение к возобновляемым источникам энергии поможет смягчить последствия изменения климата — это отличный способ, но он должен быть устойчивым, чтобы обеспечить устойчивое будущее для поколений для удовлетворения их энергетических потребностей. Знания о взаимосвязи между устойчивым развитием и возобновляемыми источниками энергии, в частности, все еще ограничены. Цель этого документа состояла в том, чтобы установить, являются ли возобновляемые источники энергии устойчивыми и каким образом переход от источников энергии, основанных на ископаемых энергиях будет способствовать сокращению масштабов изменения климата и его последствий. При рецензировании статей в рамках данного исследования использовалось качественное исследование. Тем не менее издержки, цены, политическая обстановка и рыночные условия стали барьерами, мешающими развивающимся, наименее развитым и развитым странам в полной

мере использовать свой потенциал. Таким образом, создание глобальных возможностей на основе международного сотрудничества, обеспечивающего поддержку наименее развитым и развивающимся странам в обеспечении доступности возобновляемых источников энергии, энергоэффективности, экологически чистых энергетических технологий и инвестиций в научно-исследовательскую и энергетическую инфраструктуру, позволит снизить стоимость возобновляемых источников энергии, устранить барьеры на пути повышения энергоэффективности (высокая ставка дисконтирования) и содействовать созданию новых возможностей для смягчения последствий изменения климата.

Это исследование позволило выявить возможности, связанные с возобновляемыми источниками энергии; энергетической безопасностью, доступом к энергии, социальным и экономическим развитием и смягчением последствий изменения климата и сокращением воздействия на окружающую среду и здоровье. Существуют проблемы, которые, как правило, препятствуют устойчивости возобновляемых источников энергии и ее способности смягчать последствия изменения климата. К этим проблемам относятся: сбои на рынке, нехватка информации, доступ к сырьевым материалам для будущего использования возобновляемых ресурсов и, что самое важное, наш (человеческий) способ неэффективного использования энергии.

На основе полученных результатов были сделаны следующие предложения, которые могут помочь улучшить проблемы устойчивого использования возобновляемых источников энергии, а также снизить темпы разрушения озонового слоя из-за выбросов парниковых газов, особенно углекислого газа (CO_2): Разработка политики и проведение обсуждений по всем секторам в целях совершенствования технологий в секторе возобновляемых источников энергии для их поддержания. Изменения в нашем использовании энергии более эффективным образом как отдельными лицами, странами, так и миром в целом. Во всем мире должны быть внедрены программы повышения энергоэффективности,

которые дают налоговые льготы фирмам, которые доказывают, что предоставляют инициативы в области энергоэффективности (энергоэффективные дома), проектирование продукции (энергоэффективное оборудование) и услуги (промышленная комбинированная теплоэнергетика). Внедрение концепции удобства использования, адаптивности и доступности в энергозависимый дизайн продукта — это способ продвижения энергоэффективного поведения. Я увеличиваю исследования в этих областях, так что страх перед некоторыми возобновляемыми источниками энергии, представляющими риски в будущем, ограничен. Я совершенствую образование, повышение осведомленности и человеческий институциональный потенциал в области смягчения последствий изменения климата, адаптации, сокращения воздействия и раннего предупреждения. Усилия в развивающихся странах, направленные на совершенствование институциональной подготовки кадров, укрепление институтов и укрепление потенциала исследований в области изменения климата, будут способствовать повышению осведомленности, адаптации и устойчивому развитию. Наименее развитые страны должны разработать и апробировать инструменты и методы при глобальной поддержке, которые направляют политику и принятие решений в области смягчения последствий изменения климата, адаптации к нему и раннего предупреждения. Поддержка глобального диалога на основе международного сотрудничества и партнерства с развитыми, развивающимися и наименее развитыми странами будет способствовать разработке, распространению и передаче экологически чистых технологий, инноваций и технологий, доступу к науке и, в частности, укреплению взаимного согласия в борьбе с изменением климата и его последствиями.

Если эти предложения будут реализованы, то будет рассмотрена устойчивость возобновляемых источников энергии, а также седьмая и тринадцатая цель устойчивого развития, которая направлена на обеспечение доступа к доступной, надежной, устойчивой, современной энергии для всех и борьбу с изменением климата

Список литературы:

1. Изменения климата и устойчивая энергетика (ИКУЭ) [электронный ресурс].-Режим доступа: <https://carecesco.org/main/activity/programs/ccse/> (дата обращения 10.10.2020);
2. Харченко Н.В. «Индивидуальные солнечные установки»
3. Изд. Энергоатомиздат, Москва, 1991 г. — 208 с.
4. Volker Quaschnig. «Understanding Renewable Energy Systems» Carl Hanser Verlag GmbH & Co KG, 2005 г.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ПРОМЫВОЧНОЙ ЖИДКОСТИ ПРИ ВСКРЫТИИ ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА

Умедов Шерали Халлокович

д-р техн. наук,
заведующий кафедрой Горной электромеханики ТашГТУ,
Республика Узбекистан, г. Ташкент,
E-mail: umedov.sherali@mail.ru

Акрамов Бахшилло Шафиевич

канд. техн. наук, профессор филиала
Российского Государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина в г. Ташкент,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: akramov_bahsh@mail.ru

Комилов Толиб Олимович

докторант, ТашГТУ,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Нуритдинов Жалолиддин Фазлиддин угли

инженер лаборатории «Нефтегазоносность орогенных регионов»
АО «ИГИРНИГМ»,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: jnuritdinov13@mail.ru

APPLICATION OF AN EFFECTIVE FLUSHING LIQUID FOR OPENING THE PRODUCTIVE FORMATION

Sherali Umedov

Dr. Tech. sciences, head of department Mining Electromechanics,
Tashkent State Technical University (TSTU),
Uzbekistan, Tashkent

Bakhshillo Akramov

PhD, professor of Russian Federation oil and gas university named after I.M. Gubkin,
branch filial in Tashkent,
Uzbekistan, Tashkent

Tolib Komilov

Doctoral student of department Mining
Electromechanics at TSTU,
Uzbekistan, Tashkent

Jaloliddin Nuritdinov

Engineer of the laboratory
"Oil and gas potential of orogenic regions" of JSC "IGIRNIGM",
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены эффективные методы применения промывочной жидкости при вскрытии продуктивного пласта. Дан подробный анализ влияния различных факторов на продуктивность скважин в процессе вскрытия пласта, указаны причины снижения продуктивности скважин и различные методы их повышения.

ABSTRACT

The article discusses effective methods of using a drilling fluid when opening a productive formation. A detailed analysis of the influence of various factors on the productivity of wells in the process of opening the formation, the reasons for the decrease in well productivity and various methods of increasing them are given.

Ключевые слова: промывочная жидкость, вскрытие пласта, продуктивность, горно-геологические условия, месторождение, твердые частицы, фильтрат.

Keywords: flushing fluid, formation opening, productivity, mining and geological conditions, field, solid particles, filtrate.

Анализ влияния различных факторов на продуктивность скважин в процессе вскрытия пласта показывает, что основной причиной снижения продуктивности скважин во всех горно-геологических условиях месторождений является проникновение в пласт твердых частиц и фильтрата промывочной жидкости.

Обычно сохранить естественную первоначальную проницаемость пород продуктивного горизонта после его вскрытия практически не удаётся. Применение утяжеленных растворов с большим количеством твёрдой фазы всегда приводит к закупориванию пор пород частицами глины и утяжелителя. Уменьшению проницаемости продуктивного горизонта также способствует проникновение жидкой фазы бурового раствора на значительные глубины, вследствие чего снижается продуктивность скважин, а в некоторых случаях отсутствует приток пластовых флюидов [1].

Разнообразие условий бурения требует в каждом конкретном случае регулирования технологических свойств промывочных жидкостей, в том числе и высококачественных термо- и солеустойчивых палыгорскитовых суспензий. Например, для получения специальных буровых растворов с высокими антрифильтрационными свойствами требуется обработка эффективными реагентами-стабилизаторами, большинство из которых относится к классу высокомолекулярных органических соединений (синтетических полиэлектролитов), являющихся поверхностно-активными веществами.

По результатам теоретических, лабораторных и промысловых исследований зарубежных и отечественных специалистов установлено что степень естественной проницаемости пласта зависит от физико-химического и гранулометрического состава горных пород, пластового флюида, типа и параметров промывочной жидкости, перепада давления (репрессий на пласт).

Эксплуатация скважин с дебитами, не соответствующими их максимальной продуктивности, снижает темпы отбора нефти и технико-экономические показатели разработки месторождения.

Поэтому разработка и выбор эффективных составов промывочной жидкости является одной из приоритетных задач бурения скважин на нефть и газ [2].

Несмотря на то, что снижение продуктивности скважин связано с проявлением различных геолого-промысловых факторов, в подавляющем большинстве рассмотренных работ, направленных на решение этой задачи, основной причиной ухудшения пласта указывается поражение её глинистым раствором [2].

Глинистый раствор представляет собой полидисперсную систему, дисперсной фазой которой является глина и частицы выбуренных горных пород. Внедрение глинистого раствора в пласт-коллектор происходит в ходе бурения скважины под действием репрессии на него.

Экспериментально установлено, что при высокой проницаемости $0,38-0,6 \text{ мкм}^2$ характерных для трещиноватых типов коллекторов, происходит наибольшая закупорка пор при скважинной зоне пласта и значительно затрудняется вымывание фильтрата и глинистых частиц из пласта при использовании методов воздействия на призабойную зону скважин.

При этом глубина зоны проникновения фильтрата при высоких репрессиях на пласт (порядка 15-20 Мпа) может достигать 10 и более метров.

Потери продуктивности скважины вследствие снижения проницаемости призабойной зоны пласта из-за проникновения промывочной жидкости в зависимости от типа используемого бурового раствора оценивается в широких пределах.

Наибольшее снижение продуктивности скважин наблюдается при бурении продуктивного горизонта гуманными буровыми растворами.

Даже после проведения кислотной обработки из-за низкого значения коэффициента восстановления первоначальной проницаемости пласта продуктивность скважин составляет 65-75% от их потенциальной величины.

Использование же полимерной промывочной жидкости позволяет после проведения кислотных обработок практически восстанавливать первоначальную продуктивность скважин, т.к. коэффициент восстановления проницаемости при бурении этим типом бурового раствора близок к единице.

Кольматирующая способность различных полимерных реагентов резко отличается от их плотности, применяемой концентрации и структуры молекул. При этом особого внимания заслуживают водополимерные растворы, которые независимо от концентрации полимера не создают ярко выраженные кольматации в пристволенной зоне скважины и сохраняют первоначальные фильтрационно-емкостные свойства коллектора, перемещаются по пласту, не создавая особых сопротивлений движению газа из пласта при вызове притока. Такие свойства раствора объясняются линейной структурой макромолекул полимера.

Для подтверждения этого нами был разработан и испытан полимерный реагент на основе ПАВ, при приготовлении безглинистой промывочной жидкости, предназначенной для вскрытия продуктивного горизонта на скв № 21 месторождения Гармистон (Республика Узбекистан).

Исходная безглинистая промывочная жидкость была приготовлена с применением гидрофобизирующего реагента 1РД-50 и принята для разбуривания цементного стакана и углубления ствола скважины со следующими технологическими параметрами: плотность-1010кг/м³; условная вязкость 17-18с; водоотдача 18-19 см³/30 мин; рН-7-8.

Продолжая процесс углубления ствола скважины, с глубины 3469 м начали производить обработку циркулирующей рабочей промывочной жидкости с новым полимерным реагентом на основе ПАВ.

После обработки рабочей безглинистой промывочной жидкости технологические параметры его стали следующими: плотность – 1020 кг/м³; условная вязкость- 42-43 с; водоотдача – 3,0-4,0 см³/30 мин; рН-12.

Положительный результат на скв №21 месторождения Гармистон позволяет рекомендовать новый полимерный реагент на основе ПАВ для приготовления и химической обработки безглинистых промывочных жидкостей с целью проведения капитального ремонта и освоения нефтяных и газовых скважин.

Список литературы:

1. Акрамов Б.Ш., Умедов Ш.Х., Хаитов О.Г., Нуриддинов Ж.Ф., Хамроев У., Зияева Н. Инновационная технология разработки нефте газовых залежей. Журнал «Наука техника и образование» №1, 2019.
2. Акрамов Б.Ш., Хайитов О.Г. Освоение нефтяных и газовых месторождений в условиях АВПД. Журнал «Збірник науково прац» Киев, 2003.
3. Акрамов Б.Ш., Умедов Ш.Х., Мирсаатова Ш.Х., Нуриддинов Ж.Ф., Комилов Т.О. Вскрытие продуктивного пласта с применением пен. Журнал “Технологии нефти и газа” №4, 2017г Москва
4. Нифантов В.И. Вскрытие продуктивных пластов при строительстве и ремонте скважин. Под ред. К.М. Тагирова-М: изд. ООО «ИРЦ Газпром», -2002.- 61 с.
5. Совершенствование технологии вскрытия продуктивных отложений на Карачаганакском ГКМ. К.М. Тагиров, Б.П. Ситков, С.Н. Гронович, В.И. Нифантов. Газовая промышленность, 1986.- № 8.-С. 13-14.
6. Тагиров К.М., Нифантов В.И., Акопов С.А. Определение градиента давления сдвига пены в пористой среде. Совершенствование техники и технологии строительства газовых и газоконденсатных скважин. Сб.науч.тр. ВНИИгаз-1989.-С.77-83.

ВЛИЯНИЕ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ НА СОЛНЕЧНУЮ БАТАРЕЮ**Хонбутаева Дилноза Алимжоновна**

исследователь,
Андижанский машиностроительный институт,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: neo5300@mail.ru

Козимжонов Нозимжон Азимжон угли

исследователь,
Андижанский машиностроительный институт,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: sciencehub@mail.ru

Абдувохидов Муроджон Комилович

PhD докторант,
Андижанский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: maueraa@gmail.com

Мирзаалимов Авазбек Алишерович

PhD докторант,
Андижанский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: avazbek.mirzaalimov@mail.ru

Мирзаалимов Наврузбек Алишер угли

PhD докторант,
Андижанский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: mirzaalimov90@mail.ru

Гуламов Жасурбек Журахон угли

исследователь,
Андижанский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: jasurbekgulomov@yahoo.com

INFLUENCE OF GAMMA RADIATION ON A SOLAR BATTERY**Dilnoza Khonbutayeva**

Researcher of Andijan State University,
Republic of Uzbekistan, Andijan

Nozimjon Kozimjonov

Researcher of Andijan State University,
Republic of Uzbekistan, Andijan

Murodjon Abduvokhidov

PhD doctoral student of Andijan State University,
Republic of Uzbekistan, Andijan

Avazbek Mirzaalimov

PhD doctoral student of Andijan State University,
Republic of Uzbekistan, Andijan

Navruzbek Mirzaalimov

*PhD doctoral student of Andijan State University,
Republic of Uzbekistan, Andijan*

Jasurbek Gulomov

*Researcher of Andijan State University,
Republic of Uzbekistan, Andijan*

АННОТАЦИЯ

В статье представлен теоретический анализ влияния гамма-излучения на кинетические характеристики и вольт-амперные характеристики кремниевых носителей заряда солнечных элементов и результаты, полученные на новой национальной технологической платформе.

ABSTRACT

The article presents a theoretical analysis of the effect of gamma radiation on the kinetic characteristics and current-voltage characteristics of silicon charge carriers of solar cells and the results obtained on the new national technological platform.

Ключевые слова: гамма-излучение, солнечный элемент, кремний, моделирование, диффузионная длина, вольт-амперная характеристика.

Keywords: gamma radiation, solar cell, silicon, modeling, diffusion length, current-voltage characteristic.

В то время, когда использование солнечных элементов расширяется, возникают проблемы с их использованием. Примеры включают отрицательное влияние температуры на солнечные элементы в высокотемпературных областях [4], отрицательное влияние гамма-излучения на эффективность солнечных элементов при использовании в качестве источников энергии на космических станциях, а также в пыльных областях с высоким уровнем загрязнения окружающей среды. [2-3]. Конечно, его стоимость и доступность сырья играют важную роль при производстве солнечных элементов [3]. Вот почему солнечные элементы на основе кремния в основном используются во всем мире. Изучение и устранение внешних неблагоприятных воздействий на кремниевые солнечные элементы - одна из актуальных задач в энергетическом секторе. Примером этого является негативное воздействие гамма-излучения.

Воздействие гамма-излучения на кремниевые солнечные элементы начинает ощущаться, когда количество излучения превышает 1 кР. Эксперименты показали, что из-за воздействия гамма-излучения на кремниевые солнечные элементы эффективность снижается в зависимости от дозы облучения [6].

Предположим, гамма-квант проходит через атом в узле кристаллической решетки, и в этом случае он вызывает колебания атома. Если частота колебаний из-за гамма-излучения равна частоте колебаний атома в узле кристаллической решетки, происходит резонансное событие и образуются пара электронов и полости [7].

Солнечные элементы имеют центры рекомбинации и генерации, расположение которых определяет диффузионную длину носителей заряда [5]. Когда солнечный элемент подвергается воздействию гамма-излучения, он создает дополнительные дефекты в солнечном элементе, изменяя центры генерации и рекомбинации. Это приводит к изменению диффузионной длины носителей заряда. Если, изменение длины диффузии на единицу дозы гамма-

излучения пропорционально 3-й степени диффузионной длины [1].

$$\frac{dL}{dD} \sim L^3 \quad (1)$$

$$\frac{dL}{dD} = -kL^3 \quad (2)$$

где: L - длина диффузии носителей заряда, D - доза гамма-излучения, а k - постоянный коэффициент.

Решая приведенное выше дифференциальное уравнение, мы можем определить длину диффузии носителей заряда при произвольной дозе гамма-излучения.

$$\int_{L_0}^L \frac{dL}{L^3} = -\int k dD$$

$$\frac{1}{L^2} - \frac{1}{L_0^2} = 2kD \quad (3)$$

В солнечных элементах фототок прямо пропорционален диффузионной длине носителей заряда.

$$I \sim L \quad (4)$$

Rosenzweig экспериментально нашел аналитическую формулу для определения тока короткого замыкания кремниевых солнечных элементов.

$$I_{sc} = SEL \frac{\rho e}{\varepsilon} \quad (5)$$

Здесь: S - площадь поверхности солнечного элемента, E - энергия света, поглощаемая солнечным элементом, r - плотность кремния, e - заряд электрона,

а ε - среднее количество энергии, необходимое для образования пары электронов и резонатора.

Если предположить, что гамма-излучение влияет только на длину диффузии носителей заряда и что остальные параметры в формуле 5 не изменяются, то между током короткого замыкания и длиной диффузии образуется линейная зависимость.

$$L_0 = I_0 \frac{\varepsilon}{\rho e S E} \quad (6)$$

$$L = I \frac{\varepsilon}{\rho e S E} \quad (7)$$

Здесь: L_0 - длина диффузии до воздействия гамма-излучения, L - длина диффузии после воздействия гамма-излучения.

$$\frac{1}{I^2} - \frac{1}{I_0^2} = 2 D k S^2 E^2 \frac{\rho^2 e^2}{\varepsilon^2}$$

$$\alpha \equiv 2 k S^2 E^2 \frac{\rho^2 e^2}{\varepsilon^2}$$

$$\frac{1}{I^2} = \frac{1}{I_0^2} + \alpha D$$

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{1 + \alpha D I_0^2}} \quad (8)$$

Соотношение между токами короткого замыкания до и после воздействия гамма-излучения определяется формулой (8). Это означает что, если доза облучения увеличивается, величина тока короткого замыкания будет уменьшаться, что приведет к снижению эффективности солнечного элемента.

Сегодня большая часть вычислительной работы выполняется с помощью цифровых технологий. Это увеличивает точность и скорость расчета. Для повышения эффективности научных работ в области физики полупроводников мы разработали национальную технологическую платформу под названием «SuntulipAGAUz». Используя эту платформу, мы можем в цифровом виде моделировать микро-, нано-электронные и фотоэлектрические устройства. Кроме того, мы можем получить многие характеристики моделей, которые мы создаем на этой платформе, с учетом влияния внешней среды.

Рисунок 1. Зависимость диффузионной длины носителей заряда в солнечном элементе на основе кремния от дозы гамма-излучения

С помощью платформы была создана модель солнечного элемента на основе кремния. Его параметры следующие: толщина 200 мкм, концентрация доноров $1 \times 10^{17} \text{ см}^{-3}$, концентрация акцепторов $1 \times 10^{15} \text{ см}^{-3}$, толщина антибликового слоя SiO_2 75 нм. И параметры эффектов: источник света - AM1.5D, температура 300К. Также было изучено влияние дозы гамма-излучения на эту модель. На графике 1. показано влияние гамма-излучения на диффузионную длину носителей заряда. На этом графике количество гамма-излучения принято, как десятичный логарифм.

Таким образом, влияние гамма-излучения на длину диффузии носителей заряда в солнечных элементах на основе кремния значительно влияет, когда эффект гамма-излучения превышает 1×8 рад. Это связано с тем, что проникаемость для гамма-излучения

кремния n и p типов составляет 10^3 -5. Из формул (4) и (8) можно понять, что ток короткого замыкания также резко падает. Это означает, что коэффициент полезной работы снижается, когда кремниевый солнечный элемент подвергается воздействию гамма-излучения. Это означает, что мы не можем использовать кремниевые солнечные элементы, которые мы используем сегодня, в качестве источника энергии в космосе. Потому что количество гамма-излучения в космосе очень велико. Чтобы уменьшить влияние гамма-излучения, следует использовать дополнительный слой, так как антиотражающий слой используется для поглощения большего количества солнечного света в солнечных элементах.

Список литературы:

1. F.H. ATTIX, Dosimetry by Solid State Devices, NRL Report 5777, June 15, 1962.
2. J. Barth, "Modeling Space Radiation Environment", 1997 IEEE NSREC Short Course.
3. M.A. Green, K. Emery, Y. Hishikawa, W. Warta, and E.D. Dunlop, "Solar cell efficiency tables (version 39)," Progress in Photovoltaics: Research and Applications, vol. 20, no. 1, pp. 12–20, Jan. 2012.
4. J.N. Shive, "Semiconductor Devices", Van Nostrand, 1959.
5. A.L. Fahrenbruch and R.H. Bube. "Fundamentals of Solar Cells". Academic Press, New York, 1983.
6. S. Witzack, R.D. Schrimpf, K.F. Galloway, D.M. Fleetwood, R.L. Pease, J.M. Puhl, D.M. Schmidt, W.E. Combs and J.S. Suehle, "Accelerated tests for simulating low dose rate gain degradation of lateral and substrate PNP bipolar junction transistors", IEEE Trans. Nucl. Sci., NS-43, 6, 3151 (1996).
7. V.A.J. Van Lint, T.M. Flanagan, R.E. Leadon, J.A. Naber and V.C. Rodgers, "Mechanisms of radiation effects in electronic materials", Vol 1, John Wiley, NewYork (1980).

ВЛИЯНИЕ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ НА СОЛНЕЧНЫЙ ЭЛЕМЕНТ**Хонбутаева Дилноза Алимжоновна**

исследователь,
Андижанский машиностроительный институт,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: neo5300@mail.ru

Козимжонов Нозимжон Азимжон угли

исследователь,
Андижанский машиностроительный институт,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: sciencehub@mail.ru

Абдувохидов Муроджон Комилович

PhD докторант,
Андижанский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: maueraa@gmail.com

Мирзаалимов Авазбек Алишерович

PhD докторант,
Андижанский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: avazbek.mirzaalimov@mail.ru

Мирзаалимов Наврузбек Алишер угли

PhD докторант,
Андижанский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: mirzaalimov90@mail.ru

Зийитдинов Жахонгир Норбоевич

PhD докторант,
Андижанский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: jahongir-ziyoidtinov@mail.ru

Гуламов Жасурбек Журахон угли

исследователь,
Андижанский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: jasurbekgulomov@yahoo.com

INFLUENCE OF GAMMA RADIATION ON A SOLAR CELL**Dilnoza Khonbutayeva**

Researcher of Andijan State University,
Republic of Uzbekistan, Andijan

Nozimjon Kozimjonov

Researcher of Andijan State University,
Republic of Uzbekistan, Andijan

Murodjon Abduvokhidov*PhD doctoral student of Andijan State University,
Republic of Uzbekistan, Andijan***Avazbek Mirzaalimov***PhD doctoral student of Andijan State University,
Republic of Uzbekistan, Andijan***Navruzbek Mirzaalimov***PhD doctoral student of Andijan State University,
Republic of Uzbekistan, Andijan***Jakhongir Ziyoiddinov***PhD doctoral student of Andijan State University,
Republic of Uzbekistan, Andijan***Jasurbek Gulomov***Researcher of Andijan State University,
Republic of Uzbekistan, Andijan***АННОТАЦИЯ**

В статье представлен теоретический анализ влияния гамма-излучения на кинетические характеристики и вольт-амперные характеристики кремниевых носителей заряда солнечных элементов и результаты, полученные на новой национальной технологической платформе.

ABSTRACT

The article presents a theoretical analysis of the effect of gamma radiation on the kinetic characteristics and current-voltage characteristics of silicon charge carriers of solar cells and the results obtained on the new national technological platform.

Ключевые слова: гамма-излучение, солнечный элемент, кремний, моделирование, диффузионная длина, вольт-амперная характеристика.

Keywords: gamma radiation, solar cell, silicon, modeling, diffusion length, current-voltage characteristic.

В то время, когда использование солнечных элементов расширяется, возникают проблемы с их использованием. Примеры включают отрицательное влияние температуры на солнечные элементы в высокотемпературных областях [4], отрицательное влияние гамма-излучения на эффективность солнечных элементов при использовании в качестве источников энергии на космических станциях, а также в пыльных областях с высоким уровнем загрязнения окружающей среды. [2-3]. Конечно, его стоимость и доступность сырья играют важную роль при производстве солнечных элементов [3]. Вот почему солнечные элементы на основе кремния в основном используются во всем мире. Изучение и устранение внешних неблагоприятных воздействий на кремниевые солнечные элементы - одна из актуальных задач в энергетическом секторе. Примером этого является негативное воздействие гамма-излучения.

Воздействие гамма-излучения на кремниевые солнечные элементы начинает ощущаться, когда количество излучения превышает 1 кР. Эксперименты показали, что из-за воздействия гамма-излучения на кремниевые солнечные элементы эффективность снижается в зависимости от дозы облучения [6].

Предположим, гамма-квант проходит через атом в узле кристаллической решетки, и в этом слу-

чае он вызывает колебания атома. Если частота колебаний из-за гамма-излучения равна частоте колебаний атома в узле кристаллической решетки, происходит резонансное событие и образуются пара электронов и полости [7].

Солнечные элементы имеют центры рекомбинации и генерации, расположение которых определяет диффузионную длину носителей заряда [5]. Когда солнечный элемент подвергается воздействию гамма-излучения, он создает дополнительные дефекты в солнечном элементе, изменяя центры генерации и рекомбинации. Это приводит к изменению диффузионной длины носителей заряда. Если, изменение длины диффузии на единицу дозы гамма-излучения пропорционально 3-й степени диффузионной длины [1].

$$\frac{dL}{dD} \sim L^3 \quad (1)$$

$$\frac{dL}{dD} = -kL^3 \quad (2)$$

где: L - длина диффузии носителей заряда, D - доза гамма-излучения, а k - постоянный коэффициент.

Решая приведенное выше дифференциальное уравнение, мы можем определить длину диффузии носителей заряда при произвольной дозе гамма-излучения.

$$\int_{L_0}^L \frac{dL}{L^3} = -\int kdD$$

$$\frac{1}{L^2} - \frac{1}{L_0^2} = 2kD \quad (3)$$

В солнечных элементах фототок прямо пропорционален диффузионной длине носителей заряда.

$$I \sim L \quad (4)$$

Rosenzweig экспериментально нашел аналитическую формулу для определения тока короткого замыкания кремниевых солнечных элементов.

$$I_{sc} = SEL \frac{\rho e}{\varepsilon} \quad (5)$$

Здесь: S - площадь поверхности солнечного элемента, E - энергия света, поглощаемая солнечным элементом, r - плотность кремния, e - заряд электрона, а ε - среднее количество энергии, необходимое для образования пары электронов и резонатора.

Если предположить, что гамма-излучение влияет только на длину диффузии носителей заряда и что остальные параметры в формуле 5 не изменяются, то между током короткого замыкания и длиной диффузии образуется линейная зависимость.

$$L_0 = I_0 \frac{\varepsilon}{\rho e S E} \quad (6)$$

$$L = I \frac{\varepsilon}{\rho e S E} \quad (7)$$

Рисунок 1. Зависимость диффузионной длины носителей заряда в солнечном элементе на основе кремния от дозы гамма-излучения

С помощью платформы была создана модель солнечного элемента на основе кремния. Его параметры следующие: толщина 200 мкм, концентрация доноров $1 \times 10^{17} \text{ см}^{-3}$, концентрация акцепторов 1×10^{15}

Здесь: L_0 - длина диффузии до воздействия гамма-излучения, L - длина диффузии после воздействия гамма-излучения.

$$\frac{1}{I^2} - \frac{1}{I_0^2} = 2DkS^2E^2 \frac{\rho^2 e^2}{\varepsilon^2}$$

$$\alpha \equiv 2kS^2E^2 \frac{\rho^2 e^2}{\varepsilon^2}$$

$$\frac{1}{I^2} = \frac{1}{I_0^2} + \alpha D$$

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{1 + \alpha D I_0^2}} \quad (8)$$

Соотношение между токами короткого замыкания до и после воздействия гамма-излучения определяется формулой (8). Это означает, что, если доза облучения увеличивается, величина тока короткого замыкания будет уменьшаться, что приведет к снижению эффективности солнечного элемента.

Сегодня большая часть вычислительной работы выполняется с помощью цифровых технологий. Это увеличивает точность и скорость расчета. Для повышения эффективности научных работ в области физики полупроводников мы разработали национальную технологическую платформу под названием «SuntulipAGAUz». Используя эту платформу, мы можем в цифровом виде моделировать микро-, нано-электронные и фотоэлектрические устройства. Кроме того, мы можем получить многие характеристики моделей, которые мы создаем на этой платформе, с учетом влияния внешней среды.

см^{-3} , толщина антибликового слоя SiO_2 75 нм. И параметры эффектов: источник света - AM1.5D, температура 300K. Также было изучено влияние дозы гамма-излучения на эту модель. На график 1. показано влияние гамма-излучения на диффузионную

длину носителей заряда. На этом графике количество гамма-излучения принято, как десятичный логарифм.

Таким образом, влияние гамма-излучения на длину диффузии носителей заряда в солнечных элементах на основе кремния значительно влияет, когда эффект гамма-излучения превышает 10^8 рад. Это связано с тем, что проникаемость для гамма-излучения кремния n и p типов составляет 10^3 -5. Из формул (4) и (8) можно понять, что ток короткого замыкания также резко падает. Это означает, что коэффициент

полезной работы снижается, когда кремниевый солнечный элемент подвергается воздействию гамма-излучения. Это означает, что мы не можем использовать кремниевые солнечные элементы, которые мы используем сегодня, в качестве источника энергии в космосе. Потому что количество гамма-излучения в космосе очень велико. Чтобы уменьшить влияние гамма-излучения, следует использовать дополнительный слой, так как антиотражающий слой используется для поглощения большего количества солнечного света в солнечных элементах.

Список литературы:

1. F.H. ATTIX, Dosimetry by Solid State Devices, NRL Report 5777, June 15, 1962.
2. J. Barth, "Modeling Space Radiation Environment", 1997 IEEE NSREC Short Course.
3. M.A. Green, K. Emery, Y. Hishikawa, W. Warta, and E.D. Dunlop, "Solar cell efficiency tables (version 39)," Progress in Photovoltaics: Research and Applications, vol. 20, no. 1, pp. 12–20, Jan. 2012.
4. J.N. Shive, "Semiconductor Devices", Van Nostrand, 1959.
5. A.L. Fahrenbruch and R.H. Bube. "Fundamentals of Solar Cells". Academic Press, New York, 1983.
6. S. Witzack, D. Schrimpf, K.F. Galloway, D.M. Fleetwood, R.L. Pease, J.M. Puhl, D.M. Schmidt, W.E. Combs and J.S. Suehle, "Accelerated tests for simulating low dose rate gain degradation of lateral and substrate PNP bipolar junction transistors", IEEE Trans. Nucl. Sci., NS-43, 6, 3151 (1996).
7. V.A.J. Van Lint, T.M. Flanagan, R.E. Leadon, J.A. Naber and V.C. Rodgers, "Mechanisms of radiation effects in electronic materials", Vol 1, John Wiley, New York (1980).

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научный журнал

**UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№ 10(79)
Октябрь 2020

Часть 3

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 – 54434 от 17.06.2013

Издательство «МЦНО»
123098, г. Москва, улица Маршала Василевского, дом 5, корпус 1, к. 74
E-mail: mail@7universum.com
www.7universum.com

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3
16+