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: 2(83)

Февраль 2021

Часть 3

Москва
2021

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:

Горбачевский Евгений Викторович, канд. техн. наук;

Демин Анатолий Владимирович, д-р техн. наук;

Елисеев Дмитрий Викторович, канд. техн. наук;

Звезда 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;

Мерганов Аваз Мирсултанович, канд. техн. наук;

Усманов Хайрулла Сайдуллаевич, канд. техн. наук;

Серегин Андрей Алексеевич, канд. техн. наук;

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

Tengiz Magradze, PhD in Power Engineering and Electrical Engineering.

U55 Universum: технические науки: научный журнал. – № 2(83). Часть 3, М., Изд. «МЦНО», 2021. – 96 с. – Электрон. версия печ. публ. – <http://7universum.com/ru/tech/archive/category/283>

ISSN : 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2021.83.2-3

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2021 г.

Содержание

Химическая технология	5
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВИХРЕВЫХ АППАРАТОВ С ЗАКРУЧЕННЫМ ПОТОКОМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ	5
Бахронов Хошим Шойимович Худойбердиева Назора Шарофовна Турдиева Одина Джураевна Файзуллоева Сарвиноз Собир кизи	
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ БИКАРБОНАТА КАЛИЯ ПО СИСТЕМЕ Et_2NH_2^+ , K^+ // HCO_3^- , Cl^- - H_2O	10
Бобокулов Акбар Носирович Эркаев Ақтам Улашевич Тоиров Зокир Каландарович	
СОСТАВ СУСПЕНДИРОВАННЫХ ЖИДКИХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ КЫЗЫЛКУМСКОЙ АММОФОСНОЙ ПУЛЬПЫ И НИТРАТА АММОНИЯ	14
Ганиева Назокат Мухторали кизи Намазов ШафаатСаттарович Сейтназаров Атаназар Рейпназарович Алимов Умарбек Кадырбергенович Номозов Шухратжон Юлдашали-угли	
ПОЛУЧЕНИЕ ГЛАУБЕРОВОЙ СОЛИ И СУЛЬФАТА НАТРИЯ ИЗ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ	19
Джураева Гулнора Хуррамовна Абдирахимов Илхом Эшбаевич Шоназаров Эркин Базарович	
ОТРАБОТАННЫЕ ЖИРНЫЕ ГЛИНЫ ОТБЕЛКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ - ЦЕННОЕ СЫРЬЁ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЫЛОПОДОБНЫХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ	23
Кадирова Нафиса Баннобовна Салиханова Дилноза Саидакбаровна Сагдуллаева Дилафруз Саидакбаровна Аноров Рустам Абдурахмонович Абдурахимов Саидакбар Абдурахмонович	
ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ОСНОВЫ МОЮЩЕГО СРЕДСТВА И ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ЕЁ СВОЙСТВ ПРИ ХРАНЕНИЕ	26
Мажидов Кахрамон Халимович Саидвалиев Саидазим Сайдиамирханович	
ИССЛЕДОВАНИЕ ИНГИБИРОВАННОЙ КОРРОЗИИ СТАЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВТОРИЧНЫХ ОТХОДОВ	31
Мисиров Зафар Холмуминович Бекназаров Хасан Сойибназарович Джалилов Абдулахат Турапович	
ТЕХНОЛОГИЯ РАЗДЕЛЕНИЯ МОНТМОРИЛЛОНИТА С НАНОЧАСТИЦАМИ ИЗ БЕНТОНИТОВОЙ ГЛИНЫ КАРАКАЛПАКСТАНА	36
Муфтуллаева Марзия Бегдуллаевна Искандеров Ахмет Максетаевич Ибадуллаев Ахмаджон Собирович	
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И СЭМ АНАЛИЗ ФОСФОР, АЗОТ И МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩЕГО ОРГАНИЧЕСКОГО ОЛИГОМЕРА	42
Набиев Дилмурод Абдуалиевич Тураев Хайит Худайназарович Джалилов Абдулахат Турапович	
СИНТЕЗ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ТИПОВ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ НА ОСНОВЕ КОРТОНАЛЬДЕГИДА	46
Нарзуллаев Акмал Холлинович Сирожиддинов Исмоил Луқмонович Мухсинова Наргиза Эркиновна Бекназаров Хасан Сойибназарович	

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЕ ОДНОСТОРОННИХ ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ ЦИКЛИЧЕСКИМ СПОСОБОМ	50
Рахимов Кодир Ислombaевич	
Намазов Шафоат Саттарович	
Сейлханова Айнура Нурниязовна	
Алимов Умарбек Кадырбергенович	
Сейтназаров Атаназар Рейпназарович	
Каймакова Дина Абдурахимовна	
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ ARIN&M ДЛЯ ЗАЩИТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ	55
Содикова Мунира Рустамбековна	
МОДИФИКАЦИЯ ПОЛИОЛЕФИНОВ С МЕТАЛОКСИДНЫМИ ОЛИГОМЕРНЫМИ МОДИФИКАТОРАМИ	58
Умаров Шухрат Шарипович	
Тураев Хайит Худайназарович	
Джалилов Абдулахат Туропович	
МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ АДСОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ ПАЛИГОРСКИТНОЙ ГЛИННОЙ	62
Холов Хуршид Муродиллаевич	
Собиров Боходир Бойпулатович	
Апланазаров Хасан	
Султонов Шавкат Абдуллаевич	
ПОЛИТЕРМА РАСТВОРИМОСТИ СИСТЕМ NH_4NO_3 - $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ - H_2O	67
Хошимханова Мухайё Абраловна	
Дехканов Зулфикахар Киргизбаевич	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ ИЗ МЫТЫХ ВЫСУШЕННЫХ ФОСФОРИТОВ	71
Хуррамов Наврузбек Ибраимович	
Нурмуродов Тулкин Исамуродович	
Эркаев Актам Улашевич	
ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА КОНВЕРСИИ ХЛОРИДА КАЛИЯ В ПРИСУТСТВИИ ДИЭТИЛАМИНА	77
Эшметова Дилафруз Зухриддиновна	
Джандуллаева Мунаввара Сапарбаевна	
Бобокулов Акбар Носирович	
Тоиров Зокир Каландарович	
Эркаев Актам Улашевич	
Хазратова Шахризода Ориф кизи	
Электротехника	83
ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗА СЧЕТ РАЗРАБОТКИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПОСРЕДСТВОМ ЭНЕРГОАУДИТА В ОБЩЕПРОМЫШЛЕННЫХ МЕХАНИЗМАХ	83
Гафуров Мирзохид Орифович	
Мухторов Абдулло Файзуллаевич	
Фаттоев Миржон Хусниддин угли	
Фармонов Фарход Ахмад угли	
СТАБИЛИЗАЦИЯ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ НА УСТРОЙСТВАХ С УНИВЕРСАЛЬНЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ	86
Сатторов Тошпулот Ахмад угли	
Чориев Маъруф Бахтиёрович	
Курбонова Дилноза Нуриддин кизи	
ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ХЛОПКА ОТ МАЛЫХ ЧАСТИЦ ПЫЛИ	90
Шарипов Шерзод Насим угли	
Худойназаров Фаррух Жуманазар угли	
Гозиев Рустам Турдимурод угли	
Хайитов Бехруз Халим угли	
Наврузов Ризокул Олимович	

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВИХРЕВЫХ АППАРАТОВ
С ЗАКРУЧЕННЫМ ПОТОКОМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ****Бахронов Хошим Шойимович**

*д-р техн. наук, проф. кафедры химической технологии,
Навоийский государственный горный институт,
Республика Узбекистан, г. Навои
E-mail: bahronav@mail.ru*

Худойбердиева Назора Шарофевна

*PhD доктор философии, доцент,
Навоийский государственный горный институт,
Республика Узбекистан, г. Навои,
E-mail: knazora@mail.ru*

Турдиева Одина Джурсаевна

*старший преподаватель
Навоийский государственный горный институт,
Республика Узбекистан, г. Навои*

Файзуллоева Сарвиноз Собир кизи

*студент,
Навоийский государственный горный институт,
Республика Узбекистан, г. Навои
E-mail: sarvinozfayzullayeva6@gmail.ru*

**STUDY OF EFFICIENCY OF THE EXHAUST EQUIPMENT WITH THE SWIRLED FLOW
OF HEAT CARRIERS****Khoshim Bakhronov**

*Doctor of Technical Sciences,
Professor of the Department of Chemical Technologies
Navoi State Mining Institute,
Uzbekistan, Navoi*

Nazora Khudoyberdieva

*Candidate of Philosophical Sciences,
Associate Professor of the Department of Chemical Technologies,
Navoi State Mining Institute,
Uzbekistan, Navoi*

Odina Turdieva

*Senior Lecturer, Navoi State Mining Institute,
Uzbekistan, Navoi*

Sarvinoz Fayzulloeva

*Student of Navoi State Mining Institute,
Uzbekistan, Navoi*

АННОТАЦИЯ

Приведены результаты экспериментальных исследований интенсификации теплообмена с использованием закрученных потоков газа и жидкости. Конструкции современных скоростных, реализующих газожидкостной

контакт в поле центробежных сил более просты, надежны и эффективны в плане промышленного использования. Решены вопросы, касающиеся равномерного распределения жидкости на контактных элементах, предотвращения брызгоуноса. Широкое внедрение вихревых аппаратов в промышленности в настоящее время сдерживается из-за недостаточной изученности гидродинамики вихревого потока, а также процессов тепломассообмена в центробежном поле. Поэтому исследование гидродинамики и процессов тепломассообмена вихревых аппаратов, а также разработка методов их конструктивного расчета и определения основных гидродинамических характеристик являются актуальными задачами. Закручивание потока теплоносителя в аппарате существенно интенсифицирует теплоотдачу. В закрученном потоке центробежные силы отбрасывают поток к стенке аппарата, при этом возникает вторичное поперечное течение среды и увеличение пристенной скорости потока (суммирование продольного и поперечного течений), что содействует улучшению теплообмена.

ABSTRACT

The results of experimental studies of heat transfer intensification using swirling gas and liquid flows are presented. The designs of modern high-speed vortex apparatuses that realize gas-liquid contact in the field of centrifugal forces are simpler, more reliable and effective in terms of industrial use, issues related to the uniform distribution of fluid on the contact elements, and the prevention of splashing water. The widespread introduction of vortex devices in industry is currently being restrained due to insufficient knowledge of the hydrodynamics of the vortex flow, as well as heat and mass transfer processes in a centrifugal field. Therefore, the study of hydrodynamics and heat and mass transfer processes of vortex apparatuses, as well as the development of methods for their constructive calculation and determination of the main hydrodynamic characteristics, are urgent tasks. Swirling the coolant flow in the apparatus significantly intensifies heat transfer. In a swirling flow, centrifugal forces push the flow to the wall of the apparatus, while a secondary transverse flow of the medium and an increase in the wall velocity (summation of the longitudinal and transverse flows) occur, which helps to improve heat transfer.

Ключевые слова: вихревой аппарат, тангенциальный завихритель, центробежная сила, плотность орошения, теплообмен, коэффициент теплопередачи, теплообменник смешения, интенсивность теплопередачи, поверхностных теплообменников, термическое сопротивление.

Keywords: vortex apparatus, tangential swirl, centrifugal force, irrigation density, heat transfer, heat transfer coefficient, mixing heat exchanger, heat transfer rate, surface heat exchangers, thermal resistance.

Теплопередача при непосредственном соприкосновении теплоносителей встречается значительно реже, чем через разделяющую их стенку [1]. Возможность применения смесительных теплообменников ограничена тем, что далеко не всегда допустимо смешение теплоносителей. Однако в ряде случаев (например, при охлаждении воды воздухом) такой вид переноса теплоты позволяет с большой эффективностью проводить процессы теплообмена и существенно упрощать их аппаратное оформление. Теоретические предпосылки и практические исследования показали, что процессы теплопередачи в контактных аппаратах происходят весьма интенсивно.

Для поверхностных теплообменников характерно наличие термического сопротивления, создаваемого поверхностью теплообмена. При загрязнении такой поверхности отложениями, термическое сопротивление может возрасти в десятки раз (гидравлическое - в разы) что приводит к существенному снижению интенсивности теплообмена и значительному увеличению гидравлического сопротивления такого теплообменника.

Теплообменники смешения характеризуются высокими коэффициентами теплопередачи и большой производительностью, а также незначительным гидравлическим сопротивлением. Теплообменники смешения можно применять при работе с агрессивными и склонными к солеотложению средами. Стенки аппарата могут быть футерованы коррозионноустойчивым материалом, а внутренние контактные устройства (насадки или тарелки) изготовлены из

такого же материала. При этом такое конструктивное решение не оказывает абсолютно никакого влияния на условия теплопередачи, так как последняя происходит в пленке жидкости на поверхности насадки и стенок аппарата. Таким образом, теплообменники смешения во всех случаях могут быть изготовлены из дешевых материалов.

Основным условием эффективной работы контактных аппаратов является наличие развитой поверхности контакта между газом и жидкостью, что достигается оформлением аппарата в виде колонны с насадкой, практически не отличающейся по конструкции от абсорбционных аппаратов. В качестве теплообменников смешения могут использоваться, помимо аппаратов с насадкой, также колонны с механическим распыливанием жидкости, однако это не целесообразно, так как усложнение конструкции не дает особых преимуществ. Весьма эффективными теплообменниками смешения оказались вихревые аппараты [2, 3].

Основные преимущества вихревых аппаратов перед традиционными теплообменниками смешения:

1. Характеризуются практически полной передачей тепловой энергии нагреваемой среде в течение всего периода эксплуатации (термический КПД в этом случае не менее 99%), благодаря развитой поверхности контакта фаз, интенсивным перемешиванием и высокой дисперсностью вращающегося газожидкостного слоя.
2. Обладают высокой пропускной способностью.

3. Низкое гидравлическое сопротивление данных аппаратов, может дать экономию электроэнергии за счет использования вентилятора меньшей мощности.

4. Отличаются значительно большей устойчивостью к загрязнениям, существенно меньшими габаритными размерами и массой, по сравнению с традиционными контактными теплообменниками, что приводит к значительному снижению эксплуатационных и капитальных затрат.

5. Не имеют вращающихся и трущихся частей, не подвержены зарастанию накипью и коррозии, в результате существенно повышаются их надежность и долговечность, понижаются затраты на ремонт и обслуживание по сравнению с насадочными колоннами.

Конструкции современных скоростных вихревых аппаратов, реализующих газожидкостной контакт в поле центробежных сил более просты, надежны и эффективны в плане промышленного использования, решены вопросы, касающиеся равномерного распределения жидкости на контактных элементах, предотвращения брызгоуноса [5,6].

Широкое внедрение вихревых аппаратов в промышленности в настоящее время сдерживается из-за недостаточной изученности гидродинамики вихревого потока, а также процессов тепломассообмена в центробежном поле. Поэтому исследование гидродинамики и процессов тепломассообмена вихревых аппаратов, а также разработка методов их конструктивного расчета и определения основных гидродинамических характеристик являются актуальными задачами.

Закручивание потока теплоносителя в аппарате существенно интенсифицирует теплоотдачу. В закрученном потоке центробежные силы оттесняют поток к стенке аппарата, при этом возникает вторичное поперечное течение среды и увеличение пристенной скорости потока (суммирование продольного и поперечного течения), что содействует улучшению теплообмена. Высокая интенсивность переноса тепла и массы, возможность регулирования времени пребывания жидкости в зоне контакта с газом, а также малые габариты, низкий брызгоунос, простота конструкции и отсутствие движущихся элементов делают аппараты с закрученным потоком теплоносителя весьма перспективными при проведении многих технологических процессов, в том числе теплообмена, абсорбции, ректификации, экстрагирования, охлаждения газов и жидкостей, а также пылеулавливания и газоочистки [7].

Цель работы:

- интенсификация теплообмена при нагревании воздуха горячей водой в вихревом теплообменном аппарате;
- разработать и исследовать способ интенсификации процесса теплопереноса, который основан на закручивании потока газа путем его тангенциальной подачи.

Экспериментальная часть

Проведены экспериментальные исследования интенсивности теплообмена в вихревом аппарате. В качестве рабочих сред использовались горячая вода с температурой 40–60°C и атмосферный воздух температура которого на входе в аппарат была порядка 15–25°C. Опытами была охвачена область изменения чисел Рейнольдса от 1100 до 4050 по газовой фазе, вычисленное по среднерасходной скорости воздуха (приходящихся на полное поперечное сечение аппарата). Исследования проводились на экспериментальной установке, схема которой приведена на рис. 1.

Главным элементом установки является точный вихревой контактный теплообменник. Теплообменный аппарат представляет собой цилиндрический сосуд диаметром 100 мм и высотой рабочей зоны 1000 мм. В верхней части его размещены тангенциальные патрубки для подачи воздуха и горячей воды. Воздух, подаваемый сверху вентилятором высокого давления 5 через тангенциальные патрубки 2, поступает в рабочую камеру 1, приобретает вращательно-поступательное движение и далее по ее внутренней поверхности направляется вниз. Горячая вода также подается сверху тангенциально через завихритель 3 и в виде жидкостной пленки на внутренней поверхности аппарата спиралеобразно движется вниз. В результате такого подвода фаз в рабочей камере аппарата образуется закрученный высокотурбулизированный газожидкостной поток. При этом процесс теплообмена происходит на поверхности пленки жидкости, которая непрерывно обновляется благодаря наличию относительных скоростей фаз.

Далее вращающийся газожидкостной поток поступает в нижнюю сепарационную часть аппарата. Поток газа отводится из аппарата через нижний аксиальный штуцер 10, а жидкость удаляется через боковой штуцер 11 бункера-емкости 4.

1 – рабочая камера вихревого аппарата; 2 – тангенциальные завихрители газа; 3 – завихритель жидкости; 4 – бункер-емкость жидкости; 5 – вентилятор; 6 – расходомер воздуха; 7 – расходомер воды; 8, 9 – дифференциальные манометры; 10 – термопары; 11 – штуцер для отвода газа; 12 – штуцер для отвода жидкости

Рисунок 1. Схема экспериментальной установки

В процессе проведения экспериментов измерялись: расход воздуха с использованием стандартной диафрагмы 6 и U-образного дифманометра 8; расход горячей воды ротаметром 7; перепад давления в вихревом аппарате U-образным дифманометром 9; температура рабочих сред на входе в аппарат и на выходе из него термометрами типа ТХК 10, присоединенных к потенциометру КСП-4. Измерение температур горячей воды и воздуха дублировались стеклянными термометрами, с ценой деления 0,1°C.

Эксперименты проводились при фиктивных (среднерасходных) скоростях воздуха $w = 6\text{--}30\text{ м/с}$ и отношениях массовых расходов жидкости и газа $L/G = 0,5\text{--}3$. Для получения надежных данных, учитывая вероятность проскока определенной части газа с плохим контактом с жидкостью, опыты для каждого режима повторялись 4–6 раз. При этом среднеквадратичная относительная погрешность при определении коэффициента теплопередачи не превышала 6–9%.

Тепловая нагрузка (Вт) определялась по тепловому балансу как со стороны жидкости (горячей воды) $Q_{\text{ж}}$, так и газа (холодного воздуха) $Q_{\text{г}}$:

$$Q_{\text{ж}} = Lc_{\text{ж}}(t_{\text{жн}} - t_{\text{жк}}); \quad (3)$$

$$Q_{\text{г}} = Gc_{\text{г}}(t_{\text{гк}} - t_{\text{гн}}), \quad (4)$$

где L – массовый расход горячей воды, кг/с; $c_{\text{ж}}$ – удельная теплоемкость горячей воды, Дж/(кг·К); $t_{\text{жн}}$ и $t_{\text{жк}}$ – температуры горячей воды на входе в аппарат и на выходе из него, °C; G – массовый расход холодного воздуха, кг/с; $c_{\text{г}}$ – удельная теплоемкость холодного воздуха, Дж/(кг·К); $t_{\text{гн}}$ и $t_{\text{гк}}$ – температуры холодного воздуха на входе в аппарат и на выходе из него, °C.

Результаты опытов, при которых значения $Q_{\text{ж}}$ и $Q_{\text{г}}$ отличались друг от друга более чем на 5% не подлежали к обработке. (Отличие $Q_{\text{ж}}$ от $Q_{\text{г}}$ более 5% очень редко и скорее всего оно связано с ошибками измерений, и частично с потерями тепла, хотя аппарат был теплоизолирован).

Среднюю движущую силу теплопередачи $\Delta t_{\text{ср}}$, °C, рассчитывали по уравнению:

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{(t_{\text{жн}} - t_{\text{гн}}) - (t_{\text{жк}} - t_{\text{гк}})}{\ln \left(\frac{t_{\text{жн}} - t_{\text{гн}}}{t_{\text{жк}} - t_{\text{гк}}} \right)}. \quad (5)$$

Результаты одной из серий опытов приведены на рис. 2 в виде зависимости поверхностного коэффициента теплопередачи K_F от фиктивной скорости воздуха w при различных расходах воды. Расход воды оценивался линейной плотностью орошения Γ , (кг/(м·ч)).

Анализ полученных экспериментальных данных показал, что с увеличением скорости потока газа и плотности орошения интенсивность теплообмена увеличивается. Такой характер изменения коэффициента теплопередачи объясняется ростом турбулентности потока, возникновением относительной скорости жидкости и газа, что способствует быстрому обновлению

поверхности пленки воды. Однако, при увеличении нагрузок как по жидкости, так и по газу сильно растет перепад давления в аппарате и при высоких значениях плотности орошения появляется унос жидкости.

Рисунок 2. Зависимость коэффициента теплопередачи K_F от скорости газа w и плотности орошения Γ : 1–3 – в вихревом аппарате при Γ , кг/(м·ч): 1 – 2830; 2 – 1380; 3 – 570; 4 – в насадочной колонне при $\Gamma = 620$ кг/(м·ч)

Проведено сравнение полученных значений коэффициентов теплопередачи в насадочном и в вихревом аппарате. Как видно из рис. 2, интенсивность теплопередачи в вихревом аппарате существенно выше, чем в насадочном аппарате. Кроме того, насадочный теплообменник устойчиво работал в узком диапазоне скоростей воздуха, т.е. при 1,5–3,0 м/с. Вихревой аппарат интенсивно работал при гораздо больших скоростях газа 7–30 м/с. В связи с этим определить степень интенсификации теплообмена в виде отношений коэффициентов теплопередачи в исследованных аппаратах не удалось. [4]

Обработка экспериментальных данных в виде зависимости коэффициента теплопередачи K_F от отношений массовых расходов жидкости и газа L/G подтвердила рост интенсивности теплопередачи при увеличении скорости газа и плотности орошения (рис. 3).

Рисунок 3. Зависимость коэффициента теплопередачи K_F от отношений массовых расходов жидкости и газа L/G при скорости газа w , м/с: 1 – 22; 2 – 17

Из анализа опытного материала следует, что при использовании сильнозакрученных потоков можно добиться значительной интенсификации теплообмена. При этом с увеличением числа Рейнольдса Re эффект интенсификации снижается, так как при больших числах Re поток становится настолько турбулизированным, что гидродинамическое воздействие на теплообмен возмущений, вносимых закрученным потоком, сказывается слабее, чем турбулентный перенос тепла. [5]

Интенсивность теплообмена оценивалась поверхностным K_F , Вт/(м²·К), и объемным K_V , Вт/(м³·К), коэффициентами теплопередачи, которые определялись с использованием основного уравнения теплопередачи:

$$K_F = \frac{Q}{F \cdot \Delta t_{cp}}; \quad (1)$$

$$K_V = \frac{Q}{V \cdot \Delta t_{cp}}, \quad (2)$$

где Q – количество теплоты, переданной от воды к воздуху, Вт; F – поверхность теплообмена, равная площади внутренней поверхности рабочей зоны аппарата, м²; V – объем рабочей зоны аппарата, м³; Δt_{cp} – средняя разность температур теплоносителей в аппарате, °С.

Вывод

Таким образом, использование закручивания потоков газа и жидкости позволяет существенно интенсифицировать контактный теплообмен между жидкостью и газом. Область устойчивой работы вихревого аппарата гораздо шире чем традиционных аппаратов, работающих при контактировании газа и жидкости. С ростом скорости газа и плотности орошения интенсивность теплопереноса повышается. На основании экспериментальных исследований гидродинамики и теплообмена в принципиально новых вихревых устройствах разработана конструкция высокоэффективного промышленного вихревого теплообменника.

Список литературы:

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - М.: Альянс, 2005. - 750 с.
2. Щукин В.К. Теплообмен и гидродинамика внутренних потоков в полях массовых сил. - М.: Машиностроение, 1980. - 240 с.
3. Дрейцер Г.А. Эффективность использования закрутки потока для интенсификации теплообмена в трубчатых теплообменных аппаратах // Теплоэнергетика. - 1997. - № 11. - С. 61–65.
4. Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии. - СПб.: Химиздат, 2009. - 543 с.
5. Туробов Ш.Н., Хасанов А.С., Шодиев А.Н. Исследование технологии извлечения ванадия из отходов серно-кислотного производства // UNIVERSUM: Технические науки. – 2020. - 11(80) – 82-85 с.
6. Хасанов А.С., Шодиев А.Н., Саидахмедов А.А., Туробов Ш.Н. Изучение возможности извлечения молибдена и рения из техногенных отходов // Горный вестник Узбекистана г. Навои. -2019. -№3. - С. 51-53.
7. Пирматов Э.А., Хасанов А.С., Шодиев А.Н., Туробов Ш.Н., Хамидов С.Б. Современное оборудование, применяемое в гидрометаллургической переработке редких металлов // UNIVERSUM: Технические науки. - Москва, 2019. - № 11. - С. 33-39.

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ БИКАРБОНАТА КАЛИЯ
ПО СИСТЕМЕ Et_2NH_2^+ , K^+ // HCO_3^- , Cl^- - H_2O** **Бобокулов Акбар Носирович**

ст. преподаватель

Ташкентского химико-технологического института

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: kafedranmkt@mail.ru**Эркаев Ақтам Улашевич**

профессор

Ташкентского химико-технологического института

Республика Узбекистан, г. Ташкент

Тоиров Зокир Каландарович

доцент

Ташкентского химико-технологического института

Республика Узбекистан, г. Ташкент

**THEORETICAL ANALYSIS OF THE PROCESS OF OBTAINING KALIUM BICARBONATE
BY THE SYSTEM Et_2NH_2^+ , K^+ // HCO_3^- , Cl^- - H_2O** **Akbar Bobokulov**

Lecturer of Tashkent Chemical Technology Institute

Republic of Uzbekistan, Tashkent

Aktam Erkayev

Professor of Tashkent Chemical Technology Institute

Republic of Uzbekistan, Tashkent

Zokir Toirov

Assistant professor of Tashkent Chemical Technology Institute

Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Проведено исследование получения гидрокарбоната калия аминным способом, заключающийся в карбонизации растворов хлорида калия и диэтиламина с образованием суспензии, при охлаждении которой выпадают кристаллы гидрокарбоната калия. Изучены теоретический анализ процесса получения бикарбоната калия по системе Et_2NH_2^+ , K^+ // HCO_3^- , Cl^- - H_2O .

ABSTRACT

Studies were made of the preparation of potassium hydrocarbonate by an amine method, consisting in the carbonization of solutions of potassium chloride and diethylamine with the formation of a suspension, on cooling which precipitates crystals of potassium hydrogen carbonate. The theoretical analysis of the process of obtaining potassium bicarbonate by the system Et_2NH_2^+ , K^+ // HCO_3^- , Cl^- - H_2O .

Ключевые слова: гидрокарбонат калия, хлорид калия, диэтиламин, карбонизация, изотерма.**Keywords:** potassium hydrocarbonate, potassium chloride, diethylamine, carbonization, isotherm.

Изотерма растворимости взаимной системы Et_2NH_2^+ , K^+ // HCO_3^- , Cl^- - H_2O при 10 – 30°C была построена на основе литературных данных [1-3]. Для удобства сравнения данных влияния температуры и

одновременно определения количества воды в системе изотермы совмещали на месте с определением молей воды на сумму молей солей.

Рисунок 1. Теоретический анализ получения бикарбоната калия по взаимной системе $Et_2NH_2^+, K^+ // HCO_3^-, Cl^- - H_2O$

Рисунок 2. Разрез $A-A'$ взаимной системы $Et_2NH_2^+, K^+ // HCO_3^-, Cl^- - H_2O$ (рис.1)

Таблица 1.

Теоретический анализ процесса получения бикарбоната калия по системе $K^+, Et_2NH_2^+/Cl^-, HCO_3^- - H_2O$

№	Исходное * соотношение компонен- тов С:А	Соотношение Т:Ж		H ₂ O моль/Σ моль со- лей		Состав фигуративной точки жидкой фазы				
		Обозначение на графике	Значе- ния	Обозначе- ние на графике	Значение	Обозначе- ние на графике	индексы инеке			
							K ⁺	Et ₂ NH ₂ ⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻
1	M ₁ =1:1	$\frac{LM_1}{M_1B} = \frac{115}{177}$	0,65	L ₂	5,59	L ₀	17,6	82,4	82,4	17,6
2	M ₂ =1,071	$\frac{P^{30}M_2}{M_2B} = \frac{162}{178}$	0,91	P ₂ ³⁰	2,28	P ₃₀	0,33	99,67	92,76	7,23
3	M ₃ =1,414	$\frac{E_1^{30}M_3}{M_3 * B} = \frac{122}{180}$	0,678	E ₂ ³⁰	1,75	E ₃₀	0,55	99,45	68,96	31,03
4	M ₄ =1,65	$\frac{J_0^{30} * M_4}{M_4 * B} = \frac{108}{182}$	0,593	J ₂	2,10	J ₀	0,80	99,20	59,20	40,80

*С - Et₂NH₂HCO₃, А - KCl-по рис.1

Таблица 2.

Расчетные данные степени выхода KHCO₃ графоаналитическим методом

Номера проб соответствуют номерам табл.3.2	Содержание воды, H ₂ O моль/Σ молей соли		*Δ H ₂ O моль	Выход KHCO ₃ по К, %
	Исходная система (расчетная)	После отделения KHCO ₃ (графически)		
1	3,39	5,59	2,20	78,64
2	1,19	2,28	1,09	99,67
3	1,05	1,75	0,7	99,21
4	1,40	2,10	0,7	98,64

* разница молей H₂O на один моль солей в исходной системе и маточника после отделения KHCO₃.

Состав узловых точек системы и диаграмма взаимной системы даны в табл. 1, рис.1 и 2.

Из диаграммы (рис.1) наглядно видно, что область перекристаллизации KHCO₃ при 10°C в среднем на 10-15% больше, чем при 30 °С, а при соотношении KCl/Et₂NH₂HCO₃=1, выход KHCO₃ при 10 °С значительно больше, чем при 30°C. Однако со снижением соотношения KCl/ Et₂NH₂HCO₃<1 выход KHCO₃ при 30°C увеличивается, а при 10 °С, наоборот, снижается.

Области перекристаллизации Et₂NH₂HCO₃ и Et₂NH₂Cl (рис.1) оказались очень узкими для определения положения эвтектических узловых точек. Для более точного определения влияния соотношения KCl/Et₂NH₂HCO₃ на выход KHCO₃ провели графоаналитический расчет. По графику определяли соотношение Т:Ж, состав жидкой фазы и количество воды в системе (рис.1, табл.1).

Из таблицы 2 видно, что при соотношении KCl/Et₂NH₂HCO₃, равным M₂ и M₃ выход KHCO₃ по

калию достигает более 99 % при всех значениях M₁ и M₄ он не повышается более 78,64 и 98,64 %.

Необходимо отметить, что при M₁ содержание H₂O в маточном растворе увеличивается на 2,2 моля на сумму молей солей, то есть система (фильтрат) разбавляется, для чего потребуется больше расхода воды. При M₁ и M₂ разница количества воды в исходной системе и в маточном растворе составляет 1,09 и 0,7. В случае M₄ разница составляет 0,7, однако снижается выход KHCO₃ по сравнению с M₃ и потребуются больший расход Et₂NH₂HCO₃ и паровая отгонка из маточного фильтрата через дистилляцию Et₂NH из Et₂NH₂Cl в присутствии извлекательного молока.

Таким образом, оптимальными параметрами процесса конверсии является соотношение Et₂NH₂HCO₃ /KCl=1,071-1,414, температура процесса не менее 30°C, расход воды 1,05-1,2 моль на сумму молей солей.

Список литературы:

1. Панасенко В.В., Гринь Г.И., Панасенко В.А. и др. Изучение растворимости солей в системе $(C_2H_5)_2NH_2Cl - (C_2H_5)_2NH_2HCO_3 - H_2O$ при 30 °C // XVIII Украинская конференция из неорганической химии с участием зарубежных ученых: тезисы докладов, (27 июня – 1 июля 2011 г., г. Харьков). Харьков: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2011. С. 278.
2. Панасенко В.В., Гринь Г.И., Панасенко В.А. и др. Зависимость между составом и свойствами системы $K^+, (C_2H_5)_2NH_2^+ // HCO_3^- - H_2O$ при 30 °C // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Харьков. 2011. № 4/6 (52). С. 38–41.
3. Мазунин С.А., Чечулин В.Л. Высаливание как физико-химическая основа малоотходных способов получения фосфатов калия и аммония: монография / С.А. Мазунин, В.Л. Чечулин; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. — Пермь, 2012.— 114 с.
4. A.N. Bobokulov., A.U. Erkaev., Z.K. Toirov., B.X. Kucharov Research on the Carbonization Process of Potassium Chloride Solutions in the Presence of Diethylamine // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE), Volume-8 Issue-9S2, July 2019, ISSN:2278-3075.
5. А.Н. Бобокулов., А.У. Эркаев., З.К. Тоиров., Кучаров Б.Х. Исследование процесса выпарки жидкой фазы производства бикарбоната калия // O'zbekiston kimyo jurnali, 2019, №4 9-15 ст.

DOI: 10.32743/UniTech.2021.83.2-3.14-18

**СОСТАВ СУСПЕНДИРОВАННЫХ ЖИДКИХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ
НА ОСНОВЕ КЫЗЫЛКУМСКОЙ АММОФОСНОЙ ПУЛПЫ И НИТРАТА АММОНИЯ****Ганиева Назокат Мухторали кизи**

магистрант,
Наманганский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Наманган
E-mail: diana-ye@yandex.com

Намазов Шафаат Саттарович

д-р. техн. наук, профессор, академик, заведующий лабораторией,
Институт общей и неорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Сейтназаров Атаназар Рейпназарович

д-р. техн. наук, главный научный сотрудник,
Институт общей и неорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Алимов Умарбек Кадырбергенович

д-р. техн. наук, ведущий научный сотрудник,
Институт общей и неорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: umaralihonalimov@mail.ru

Номозов Шухратжон Юлдашали-угли

д-р. техн. наук. PhD, старший научный сотрудник,
Институт общей и неорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: shuhratjon.nomozov@mail.ru

**COMPOSITION SUSPENDED LIQUID COMPLEX FERTILIZER BASED
ON KYZYLKUM AMMOPHOSE PULP AND AMMONIUM NITRATE****Nazokat Ganieva**

Master's degree,
Namangan Institute of Engineering and Technology,
Uzbekistan, Namangan

Shafaat Namazov

Doctor of technical sciences, prof., academician, Head of the Laboratory,
Institute of General and Inorganic Chemistry
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Atanazar Seytnazarov

Doctor of technical sciences, chief researcher,
Institute of General and Inorganic Chemistry
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Umarbek Alimov

Doctor of technical sciences, leading researcher,
Institute of General and Inorganic Chemistry
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Shuhratjon Nomozov*Doctor of technical sciences PhD, senior researcher,
Institute of General and Inorganic Chemistry
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent***АННОТАЦИЯ**

Определены состав и степень осветления жидких комплексных NP-удобрений на основе аммонизации Кызылкумской экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК с содержанием 17,17% P_2O_5) с получением аммофосной пульпы со значениями pH = 4,51; 5,53; 6,07; 6,56. Путем добавки аммиачной селитры к аммофосной пульпе были получены сбалансированные NP-удобрения при соотношениях N : P_2O_5 от 1 : 0,5 до 1 : 1. Изучены состав и свойства (влажность, степень осветления и температуры кристаллизации) NP-удобрений. С целью устранения выпадения осадков в качестве суспендирующего агента применена 26 %-ная бентонитовая суспензия в количестве 3%. Таким образом, суспендированные NP-удобрения обладают малой летучестью и могут храниться длительное время без изменения своих физико-химических свойств.

ABSTRACT

The composition and lightness liquid complex NP-fertilizers on the basis of ammonization of Kyzylkum wet-process phosphoric acid (WPA content 17.17% P_2O_5) to obtain ammophos pulp with pH = 4.51; 5.53; 6.07; 6.56. The addition of ammonium nitrate to ammophos pulp was obtained balanced NP-fertilizers in the ratio of N : P_2O_5 from 1 : 0.5 to 1 : 1. The composition and properties (humidity, degree of clarification and crystallization temperature) of NP-fertilizers were studied. In order to eliminate precipitation, a 26% bentonite suspension in an amount of 3% was used as a suspending agent. Thus, suspended NP-fertilizers have low volatility and can be stored for a long time without changing their physicochemical properties.

Ключевые слова: экстракционная фосфорная кислота, аммонизация, глиняная суспензия, аммиачная селитра, суспендированные NP-удобрения, состав и свойства

Keywords: wet-process phosphoric acid, ammonification, clay suspension, ammonium nitrate, suspended NP-fertilizers, composition and properties.

Мировой опыт показывает, что минеральные удобрения играют ключевую роль при решении проблемы продовольственной безопасности любой страны. В 2016 году мировой рынок жидких удобрений был оценен в 11 108 млн. долл. США, а к 2023 году ожидается 13 530 млн. долл. США, при этом среднегодовой рост – 2,8%. На мировом рынке крупнейшими производителями жидких удобрений являются: Россия, Канада, Норвегия, США, Германия, Бельгия, Израиль, Турция, Австралия [1].

Жидкие удобрения по сравнению с твердыми туками обладают рядом преимуществ, главными из которых являются [2, 3]: возможность получения на их основе жидких тукосмесей широкого ассортимента с различным соотношением питательных веществ, резкое снижение потерь, высокая равномерность внесения и возможность использования с ним микроэлементов, пестицидов, гербицидов, инсектицидов и стимуляторов роста. На почвах Узбекистана с недостаточной влажностью и щелочной реакцией среды агрохимическая эффективность жидких форм, как правило, будет выше.

В зарубежных странах основной маркой жидких комплексных удобрений (ЖКУ) и суспендированных жидких комплексных удобрениях (СЖКУ) являются 11:27:0, 10:34:0 и 8:24:0, получаемые из полифосфорной или суперфосфорной кислоты. Это приводит к повышению себестоимости продукта. Одним из путей удешевления производства суспензий является замена суперфосфорной кислоты на стандартную экстракционную фосфорную кислоты (ЭФК), получаемую дигидратным способом.

В настоящее время АО «Аммофос-Максам» выпускает аммофос из слабой ЭФК с содержанием 16-18% P_2O_5 . Поэтому на наш взгляд необходимо изучить возможность получения ЖКУ и СЖКУ на базе данной ЭФК. Для этого необходимо решить следующие задачи: изучение процесса аммонизации ЭФК в зависимости от pH, определение состава образцов аммофосной пульпы, добавление аммиачной селитры с целью получения сбалансированных NP-удобрений, использование глиняной суспензии для стабилизации их состава, определение состава сбалансированных NP-удобрений, степени осветления и температуры кристаллизации новых композиций.

Методы и материалы. В опытах использовали ЭФК состава: 17,17% P_2O_5 , 2,2% SO_3 , 0,16% CaO, 0,22% MgO, 0,39% Fe_2O_3 и 0,53% Al_2O_3 . Процесс нейтрализации ЭФК осуществляли газообразным аммиаком (100% NH_3) в специальном реакторе при интенсивном перемешивании до значения pH = 4,51; 5,53; 6,07 и 6,56. Измерение величины pH аммонизированных пульп проводили с помощью ионометра марки И-130М с электродной системой из электродов ЭСЛ 63-07, ЭВЛ-1МЗ.1 и ТКА-7 с точностью до 0,05 единиц pH.

Для получения сбалансированных NP-удобрений марок 1:0,5; 1:0,6; 1:0,7; 1:0,8; 1:0,9 и 1:1 в аммофосную пульпу добавлена аммиачная селитра (34,5% N). После добавления азотного компонента в аммофосную пульпу, полученные суспендированные, сбалансированные NP-удобрения анализировали на содержание различных компонентов. Состав ЭФК

и образцов P_2O_5 , CaO , MgO , SO_3 , Al_2O_3 и Fe_2O_3 по известным методикам [4].

Различные формы фосфора определялись фотометрическим методом по желтому ванадиево-молибденовому комплексу с использованием фотоколориметра КФК-3 при длине волны 440 нм. Определение кальция и магния проводили комплексонометрическим методом путем титрования трилоном Б в присутствии индикаторов флуорексона и хром темно-синего, соответственно. Содержание азота в продуктах определяли по Кьельдалю – отгонкой аммиака в щелочной среде со сплавом Деварда с последующим титрованием [5], SO_3^{2-} -ион весовым – осаждением в виде сульфата бария. Анализ на Al_2O_3 и Fe_2O_3 проводили комплексонометрическим методом.

Результаты и обсуждение. Результаты показывают, что при аммонизации ЭФК при pH с 4,51 до 6,56 содержание N увеличивается с 3,32 до 6,29%, при этом содержание $P_2O_{5\text{общ.}}$ снижается с 16,22 до 16,06%. Тогда как $P_2O_{5\text{водн.}} : P_2O_{5\text{общ.}}$ находится в пределах 91,31-97,10%, $P_2O_{5\text{св.}} : P_2O_{5\text{общ.}}$ – 98,43-99,44.

Такая аммофосная пульпа использована базовым раствором для получения различных марок ЖКУ и СЖКУ. Для этого как сказано выше применена аммиачная селитра.

Составы образцов жидких NP-удобрений приведены в табл. 1. Из неё видно, что чем больше массовая доля аммофосной пульпы в смеси, чем выше влажность в последнем.

Повышение pH аммофосной пульпы незначительно снижает её влажность. В зависимости от pH пульпы и соотношения $N:P_2O_5$ с применением аммиачной селитры в жидких NP-удобрениях содержания влаги, N и $P_2O_{5\text{общ.}}$ колеблются в пределах от 30,11 до 44,51%, от 12,54 до 19,21% и от 9,20 до 13,05% соответственно. В них имеются $P_2O_{5\text{водн.}} : P_2O_{5\text{общ.}} = 91,36-94,31\%$, $P_2O_{5\text{св.}} : P_2O_{5\text{общ.}} = 98,62-99,57\%$. В зависимости от pH аммофосной пульпы и массового соотношения $N : P_2O_5$, температура кристаллизации в них колеблется в пределах от +16 до -18°C.

Таблица 1.

Состав жидких уравновешенных NP-удобрений на основе аммофосной пульпы и аммиачной селитры

Массовое соотношение N : P ₂ O ₅	Содержание воды в пульпе, %	Содержание компонентов, вес. %		P ₂ O ₅ _{св.} P ₂ O ₅ _{общ.} %	P ₂ O ₅ _{водн.} P ₂ O ₅ _{общ.} %	Т _{крист.} °C
		N _{общ.}	P ₂ O ₅ _{общ.}			
Аммофосная пульпа со значением pH = 4,51						
1 : 0,5	32,05	19,21	9,61	98,62	94,19	+16
1 : 0,6	35,49	17,14	10,19	98,64	94,21	+12
1 : 0,7	38,29	15,61	10,87	98,66	94,23	+9
1 : 0,8	40,62	14,39	11,26	98,68	94,25	+7
1 : 0,9	42,26	13,52	11,82	98,71	94,28	+6
1 : 1	44,51	12,64	12,62	98,73	94,31	+5
Аммофосная пульпа со значением pH = 5,53						
1 : 0,5	31,76	18,53	9,25	99,47	91,36	2
1 : 0,6	34,21	16,86	9,96	99,49	91,38	-5
1 : 0,7	37,65	15,41	10,76	99,51	91,41	-10
1 : 0,8	38,93	14,23	11,41	99,53	91,43	-12
1 : 0,9	41,28	13,36	11,94	99,55	91,45	-14
1 : 1	42,97	12,54	12,54	99,57	91,47	-15
Аммофосная пульпа со значением pH = 6,07						
1 : 0,5	31,61	18,42	9,2	98,84	93,84	0
1 : 0,6	33,82	16,9	9,9	98,86	93,86	-6
1 : 0,7	36,5	15,4	10,9	98,88	93,88	-11
1 : 0,8	38,54	14,43	11,5	98,9	93,89	-13
1 : 0,9	40,61	13,45	12,1	98,91	93,91	-15
1 : 1	42,15	12,61	12,61	98,92	93,92	-16
Аммофосная пульпа со значением pH = 6,56						
1 : 0,5	30,11	18,86	9,36	99,15	92,19	-1
1 : 0,6	32,47	17,45	10,24	99,18	92,23	-7
1 : 0,7	34,71	16,06	11,24	99,21	92,26	-13
1 : 0,8	36,54	15,07	11,97	99,23	92,28	-15
1 : 0,9	38,63	14,03	12,53	99,25	92,3	-17
1 : 1	40,95	13,05	13,05	99,27	92,32	-18

Изучена степень осветления ЖКУ при комнатной температуре в зависимости от продолжительности хранения. Степень осветления ЖКУ образцов приведены в табл. 2. Из неё следует, что в зависимости от pH исходной аммофосной пульпы степень

осветления уравновешенных NP-пульп в течение 72 часов составляет 35,42-57,84%. А это требует дополнительных затрат энергии в процессе их применения в сельском хозяйстве.

Таблица 2.

Степень осветления (%) жидких NP-удобрений на основе аммофосной пульпы и аммиачной селитры в зависимости от времени выдержки

Массовое соотношение N:P ₂ O ₅	Продолжительность выдерживания пульпы, час										
	1	2	3	4	5	8	23	24	28	48	72
Аммонизированная ЭФК со значением pH = 4,51											
1 : 0,5	13,96	36,67	39,16	40,21	41,04	41,45	42,91	43,54	43,75	46,67	46,67
1 : 0,6	12,42	35,73	38,06	39,67	40,63	41,38	43,19	43,84	44,70	47,25	47,25
1 : 0,7	10,87	34,78	36,95	39,13	40,21	41,30	43,47	44,13	45,65	47,82	47,82
1 : 0,8	9,52	30,76	32,97	35,18	36,65	38,14	40,04	40,63	42,02	44,00	44,00
1 : 0,9	8,16	26,74	28,98	31,22	33,10	34,97	36,61	37,13	38,40	40,18	40,18
1 : 1	6,81	22,72	25,00	27,27	29,54	31,81	33,18	33,63	34,77	36,36	36,36
Аммонизированная ЭФК со значением pH = 5,53											
1 : 0,5	14,34	22,14	26,00	29,70	32,80	34,50	53,14	56,80	57,40	57,84	57,84
1 : 0,6	11,17	17,07	21,00	24,85	28,40	31,25	52,47	54,50	55,63	56,03	56,03
1 : 0,7	8,00	12,00	16,00	20,00	24,00	28,00	51,80	52,20	53,85	54,21	54,21
1 : 0,8	6,03	10,78	14,83	18,89	22,94	26,30	49,81	50,20	51,51	51,83	51,83
1 : 0,9	4,05	9,55	13,67	17,78	21,89	24,61	47,82	48,21	49,17	49,46	49,46
1 : 1	2,08	8,33	12,50	16,67	20,83	22,91	45,83	46,21	46,83	47,08	47,08
Аммонизированная ЭФК со значением pH = 6,07											
1 : 0,5	0,42	1,04	2,08	6,25	8,33	8,96	25,00	25,42	41,67	47,08	47,08
1 : 0,6	1,77	4,69	8,33	14,59	19,79	22,19	37,50	38,34	48,65	52,08	52,08
1 : 0,7	3,12	8,33	14,58	22,92	31,25	35,42	50,00	51,25	55,62	57,08	57,08
1 : 0,8	2,29	5,64	10,41	16,32	22,22	25,35	38,19	39,44	46,11	48,47	49,86
1 : 0,9	1,46	2,94	6,25	9,73	13,20	15,28	26,39	27,64	36,59	39,86	42,64
1 : 1	0,63	0,25	2,08	3,13	4,17	5,21	14,58	15,83	27,08	31,25	35,42
Аммонизированная ЭФК со значением pH = 6,56											
1 : 0,5	8,16	18,36	26,53	28,57	32,65	38,77	51,83	53,06	54,08	54,90	54,90
1 : 0,6	5,33	13,35	22,64	26,79	30,91	36,05	49,88	50,70	53,08	54,22	54,22
1 : 0,7	2,50	8,33	18,75	25,00	29,17	33,33	47,92	48,33	52,08	53,54	53,54
1 : 0,8	1,82	5,95	14,09	18,57	21,43	24,60	38,93	39,25	49,00	50,04	50,04
1 : 0,9	1,15	3,57	9,42	12,14	13,69	15,87	29,94	30,17	45,93	46,54	46,54
1 : 1	0,47	1,19	4,76	5,71	5,95	7,14	20,95	21,09	42,85	43,04	43,04

С целью устранения выпадения осадков из NP-пульп в качестве стабилизатора использовалась 26 %-ная глиняная суспензия в количестве 3% для pH=6,56 и получено уравновешенное суспендированное NP-удобрение.

Определен химический состав и температура кристаллизации полученных образцов. Из табл. 3 видно, что при pH = 6,56 общее содержание питательных веществ в СЖКУ варьируется 25,2-27,8%,

из них N_{общ.} – 12,6-18,54%, P₂O₅_{общ.} - 9,26-12,6%, а содержание влаги составляет 32,24-42,79%. А температура кристаллизации образцов находится от -3 до -20 °С. По показателям температурных значений всех марок СЖКУ можно считать сезонными (весенне-осенний) препаратами для питания сельскохозяйственных культур.

Таблица 3.

**Состав суспендированных NP- удобрений на основе аммофосной пульпы (pH=6,56)
с добавкой 26%-ной бентонитовой суспензии и аммиачной селитры**

Соотношение N : P ₂ O ₅	Содержа-ние воды в пульпе, %	Содержание компонен- тов, вес. %		$\frac{P_2O_{5\text{св.}}}{P_2O_{5\text{общ.}}}$ %	$\frac{P_2O_{5\text{водн.}}}{P_2O_{5\text{общ.}}}$ %	Т _{крис.} °С
		Н _{общ.}	P ₂ O ₅ _{общ.}			
1 : 0.5	32,24	18,54	9,26	99,19	92,25	-3
1 : 0.6	34,57	17,01	9,98	99,23	92,29	-9
1 : 0.7	36,82	15,6	10,91	99,26	92,32	-15
1 : 0.8	38,69	14,38	11,46	99,28	92,34	-17
1 : 0.9	40,29	13,42	11,98	99,3	92,36	-19
1 : 1	42,79	12,6	12,6	99,32	92,37	-20

Изучена степень осветления СЖКУ в течение 72 часов при комнатной температуре. Данные сведены в табл. 4. Из неё видно, что степень осветления образцов СЖКУ резко повышается в первые 8 суток,

затем при 22 и 24 сутках наблюдается линейный подъем достигая 29,31-22,98% при 72 суток. То есть 26 %-ная бентонитовая суспензия снижает степень осветления образцов в 2 раза.

Таблица 4.

**Степень осветления суспендированных NP- удобрений на основе аммофосной пульпы (pH=6,56)
с добавкой 26%-ной бентонитовой суспензии и аммиачной селитры**

Массовое соотношение N:P ₂ O ₅	Продолжительность выдерживания пульпы, час					
	1	8	24	28	48	72
1 : 0.5	2,27	16,37	21,61	22,55	29,46	29,31
1 : 0.6	1,48	15,22	20,65	22,13	29,10	28,95
1 : 0.7	0,69	14,07	19,68	21,71	28,73	28,58
1 : 0.8	0,50	10,38	15,98	20,43	26,85	26,71
1 : 0.9	0,32	6,70	12,29	19,14	24,98	24,85
1 : 1	0,13	3,01	8,59	17,86	23,1	22,98

Из результатов исследований можно сделать вывод, что найденные значения СЖКУ по степени осветления находятся на уровне ниже 50% и они

вполне приемлемы для их использования в сельскохозяйственных целях.

Список литературы:

1. Лыжин Д.Н. Современные тенденции мирового рынка минеральных удобрений и средств защиты растений: конкурентные позиции России // Проблема Национальной Стратегии. – 2016. - №3(36). – С. 123-141.
2. Кочетков В.Н. Производства жидких комплексных удобрений. – Москва: Химия, 1978. - 240 с.
3. Лембриков В.М., Малахова Н.Н. Жидкие комплексные удобрения // Труды НИУИФ (85 лет). – Москва, 2004. – С. 211-220.
4. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов / М.М. Винник, Л.Н.Ербанова, П.М.Зайцев и др. – М.: Химия, 1975. - 218 с.
5. ГОСТ 30181.4-94. Минеральные удобрения. Метод определения суммарной массовой доли азота, содержащегося в сложных удобрениях и селитрах в аммонийной и нитратной формах (метод Деварда).

ПОЛУЧЕНИЕ ГЛАУБЕРОВОЙ СОЛИ И СУЛЬФАТА НАТРИЯ ИЗ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ**Джураева Гулнора Хуррамовна**

доцент

Каршинский инженерно-экономический институт,
Республики Узбекистан, г. Карши**Абдирахимов Илхом Эшбаевич**

ст. преподаватель,

Каршинский инженерно-экономический институт,
Республики Узбекистан, г. Карши
E-mail: abdirahimov.ilhom@mail.ru**Шоназаров Эркин Базарович**

ст. преподаватель,

Каршинский инженерно-экономический институт,
Республики Узбекистан, г. Карши**EXTRACTION OF GLAUBER SALT AND SODIUM SULFATE
FROM NATURAL RAW MATERIALS****Gulnora Djuraeva**

Docent,

Karshi Engineering and Economic Institute,
Republic of Uzbekistan, Karshi**Ilhom Abdirahimov**

Head teacher,

Karshi Engineering and Economic Institute,
Republic of Uzbekistan, Karshi**Erkin Shonazarov**

Head teacher,

Karshi Engineering and Economic Institute,
Republic of Uzbekistan, Karshi**АННОТАЦИЯ**

Получение товарного сульфата натрия из основных сырьевых источников мирабилита. Для исследований применяли измельченный до размера 5-6 мм природный мирабилит Тумрюкского месторождения.

Была изучена растворимость в системе $\text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$. Для насыщенных водных растворов стабильной фазой при температуре от -1,2 до +32,4 °C является $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, а выше 32,4 °C – Na_2SO_4 . При +32,4 °C $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ инконгруэнтно плавится, образуя безводный сульфат натрия и его насыщенный раствор. Насыщенный раствор сульфата натрия при атмосферном давлении кипит при температуре 102,9 °C. Определена продолжительность охлаждения до 20 °C и изменение концентрации сульфата натрия при охлаждении получен

ABSTRACT

Obtaining commercial sodium sulfate from the main raw material sources of mirabilite. Natural mirabilite of the Tumryuk deposit, crushed to a size of 5-6 mm, was used for research.

The solubility in the $\text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ system was studied. For saturated aqueous solutions, the stable phase at temperatures from -1.2 to +32.4 °C is $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, and above 32.4 °C - Na_2SO_4 . At +32.4 °C, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ melts incongruently, forming anhydrous sodium sulfate and its saturated solution. A saturated sodium sulfate solution at atmospheric pressure boils at a temperature of 102.9 °C. The duration of cooling to 20 °C and the change in the concentration of sodium sulfate during cooling of the resulting solution were determined.

Ключевые слова: мирабилит, солей галита, эпсомита, гипса, выщелачивание, насыщенный раствор, инконгруэнтно, глауберовой соль.

Keywords: mirabilite, halite, epsomite, gypsum, leaching, saturated solution, incongruent, Glauber's salt.

Химическая промышленность является базовой отраслью, которая находится в тесной взаимосвязи со всеми отраслями экономики, играет ключевую роль в агрохимическом комплексе. Производство отрасли основано на высоких технологиях и выпускаемая продукция по номенклатуре соответствует мировым стандартам, поэтому развитие химической промышленности является приоритетной задачей современного развития экономики Республики Узбекистан [1].

В настоящее время перед наукой Узбекистана стоит целый ряд стратегических задач. Это разработка высоких технологий, в том числе био- и нанотехнологий для развития отечественного производства, развитие ядерной энергетики, создание недорогостоящих мини - технологий, ориентированных на местное сырье и выпуск качественной продукции для субъектов малого и среднего бизнеса, разработка единой концепции использования водных ресурсов, улучшение экологической обстановки, прогнозирование и долгосрочное планирование фундаментальных научных исследований во всех областях науки, упрочение взаимосвязи образования, науки и производства.

Узбекистан располагает большими запасами сульфата натрия (мирабилита, тенардита, астраханита), обнаруженными в соляных отложениях Приаралья: месторождения Аккалы, Кушканатау и Тумрюк в Республике Каракалпакстан. Тумрюкское месторождение мирабилита является одним из основных сырьевых источников сульфата натрия, характеризующимся минимальным содержанием примесных солей галита, эпсомита и гипса. Каждое месторождение сырьевых материалов является по своему уникальным и требует отдельных исследований для получения продукта.

Получение товарного сульфата натрия из мирабилита Тумрюкского месторождения целесообразно проводить по схеме, предусматривающей растворение соли, удаление нерастворимого остатка, кристаллизацию декагидрата сульфата натрия из осветленного раствора и выделение продукта из раствора, получаемого при плавлении декагидрата сульфата

натрия, выпариванием. При этом важным является установление кинетических параметров выщелачивания природной соли.

С этой целью предварительно была изучена растворимость в системе $\text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$. Полученные данные показали, что для насыщенных водных растворов стабильной фазой при температуре от $-1,2$ до $+32,4$ °C является $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, а выше $32,4$ °C – Na_2SO_4 . При $+32,4$ °C $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ инконгруэнтно плавится, образуя безводный сульфат натрия и его насыщенный раствор. При $-1,2$ °C и 4,0 %-ной концентрации Na_2SO_4 в равновесии с жидкой фазой находится лед с $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. В пределах температур от $-1,2$ до $+32,4$ °C и 4,0 %-ной концентрации раствора Na_2SO_4 равновесной твердой фазой системы $\text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ является $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Растворимость сульфата натрия в этом температурном интервале возрастает с повышением температуры. Насыщенный раствор сульфата натрия при атмосферном давлении кипит при температуре $102,9$ °C.

В интервале температур от $32,4$ °C до температуры кипения насыщенных растворов зависимость растворимости сульфата натрия от температуры носит обратный характер, т.е. уменьшается с повышением температуры.

Кинетику выщелачивания природного мирабилита изучали в чистой воде и насыщенном при 20 °C обратном щелоке, содержащем 16,1 % сульфата натрия [2].

Опыты проводили при температурах, для которых в качестве стабильной фазы существует $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ($32,4$ °C) и Na_2SO_4 (50 и 70 °C). Для исследований применяли измельченный до размера 5-6 мм природный мирабилит Тумрюкского месторождения, содержащий в среднем 90,53 % основного вещества. Выщелачивание осуществлялось при массовых соотношениях Т:Ж, вызывающих образование 33,25; 33,80 и 30,60 %-ных растворов сульфата натрия, насыщенных соответственно при $32,4$; 50 и 70 °C. На основе полученных экспериментальных данных была построена графическая зависимость в координатах $C_\tau - \tau$ (рис. 1).

Рисунок 1. Кинетика выщелачивания природного мирабилита Тумрюкского месторождения водой (а) и 16,1 %-ным раствором сульфата натрия (б) при 32,4 (1), 50 (2) и 70 °C (3)

Данные показывают, что температура существенно влияет на скорость выщелачивания мирабилита водой и 16,1 %-ным раствором сульфата натрия. С повышением температуры образование насыщенных растворов завершается за короткий промежуток времени. При выщелачивании природной соли водой образование 31,85 %-ного раствора сульфата натрия при 32,4 °C происходит в течение 14 минут. При 50 и 70 °C образование растворов с концентрацией 31,70 и 30,40 % Na_2SO_4 достигается соответственно в течение 6 и 4 минут. На начальной стадии процесса благодаря высокому значению величины недонасыщенности раствора ($C_n - C_\tau$) скорость выщелачивания велика, а затем, по мере повышения концентрации сульфата натрия в жидкой фазе, скорость выщелачивания уменьшается. Аналогичная картина наблюдается и в процессах выщелачивания мирабилита 16,1 %-ным раствором сульфата натрия с тем отличием, что для образования концентрированных растворов требуется чуть больше времени. Для количественной характеристики процесса выщелачивания водой и раствором сульфата натрия производился расчет константы скорости выщелачивания. Найденные значения констант скоростей выщелачивания при всех изученных температурах за определенный промежуток времени оставались постоянной величиной.

С повышением температуры значения констант скорости выщелачивания повышаются. Температурный коэффициент скорости выщелачивания водой при повышении температуры от 32,4 до 50 и от 50 до 70 °C равен соответственно 1,74 и 1,80. При выщелачивании 16,1 %-ным раствором сульфата натрия этих показатели составляют 2,56 и 3,39.

Сравнение значений констант скоростей выщелачивания мирабилита водой и 16,1 %-ным раствором сульфата натрия показывает, что в последнем случае скорость выщелачивания по сравнению с водой для температур 32,4; 50 и 70 °C уменьшается соответственно в 5,33; 3,61 и 1,91 раза.

Одним из главных факторов, определяющим качество сульфата натрия, является содержание гипса в продукте. Содержание его в растворах сульфата натрия, полученных после выщелачивания сырья, не должно превышать 0,4 %. В противном случае из него невозможно получить качественный продукт.

Анализ литературных данных по физико-химическим свойствам системы $\text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{CaSO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ показывает, что растворимость сульфата кальция в присутствии сульфата натрия меняется различно в зависимости от температуры и концентрации сульфата натрия в растворе. Ниже 29 °C в системе в качестве твердых фаз существуют $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Содержание сульфата кальция в эвтоническом растворе достигает 0,33 %. Повышение температуры приводит к образованию малорастворимого глауберита $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4$, а также двойных солей $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и $5\text{CaSO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ и уменьшению растворимости сульфата кальция в эвтонических растворах. При 35 и 50 °C в равновесных эвтонических растворах, отвечающих кристаллизации сульфата натрия с глауберитом, содержание сульфата кальция составляет 0,05 и 0,04 %, а при 80 °C – 0,03 %.

В этой области системы образуется раствор с высоким содержанием сульфата натрия.

Вышеизложенное указывает на целесообразность проведения процесса выщелачивания природного мирабилита Тумрюкского месторождения водой при температуре не ниже 50 °C. В этих температурных условиях по сравнению с интервалом 25–35 °C, с одной стороны, скорость растворения сульфата натрия будет высокой, а с другой стороны, из-за низкой растворимости и скорости растворения сульфат кальция полностью не успевает перейти в раствор за короткий промежуток времени.

Результаты исследования процесса выщелачивания мирабилита Тумрюкского месторождения при 50 °C водой при соотношении Т:Ж=1,0:0,37 в течение 5–6 минут показали, что при этом образуется

раствор, содержащий 30,96 % Na_2SO_4 , 0,27 % MgSO_4 , 0,02 % CaSO_4 , 0,15 % NaCl и 68,60 % H_2O .

Изучена продолжительность охлаждения до 20 °С и изменение концентрации сульфата натрия при охлаждении полученного раствора. Продолжительность охлаждения раствора с выделением глауберовой соли в твердую фазу и образованием раствора, содержащего 15,92 % Na_2SO_4 , 0,59 % MgSO_4 , 0,05 % CaSO_4 , 0,33 % NaCl и 83,11 % H_2O , составляет

65-66 минут. При этом образуется пульпа с осадком глауберовой соли с соотношением Т:Ж = 1,0:0,87. После фильтрации влажный осадок глауберовой соли содержит примеси эпсомита, гипса и галита, содержащихся в твердой фазе. Для получения чистой глауберовой соли ее осадок на фильтре промывали двукратно холодной водой сначала при соотношении Т:Ж=1,0:0,05, а затем при 1,0:0,025. Получена глауберова соль, содержащая $4,7 \cdot 10^{-3}$ % эпсомита, $6 \cdot 10^{-4}$ % гипса и $1,9 \cdot 10^{-3}$ % галита при влажности 12,65 %.

Высушивание влажного продукта позволило получить декагидрат сульфата натрия, содержащий 99,98 % $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$; 0,05 % $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; $6,8 \cdot 10^{-3}$ % $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и 0,02 % NaCl . Качество продукта соответствует натрию сернокислому медицинскому – глауберовой соли.

Изучена зависимость изменения состава жидкой фазы и количества выделяющегося в твердую фазу сульфата натрия от степени удаления воды из раствора. Установлено, что с увеличением степени удаления воды количество примесных солей хлорида натрия, сульфата магния и кальция в растворе увеличивается, а содержание сульфата натрия незначительно понижается. После разделения пульпы с осадком сульфата натрия, однократной промывки твердой фазы водой с температурой ниже 35 °С при соотношении Т: H_2O =1,0:0,05 и сушки влажного осадка при 200 °С получен продукт с содержанием Na_2SO_4 не ниже 99,6 % и не более 0,01 % MgSO_4 , $4,1 \cdot 10^{-3}$ % CaSO_4 , 0,03 % NaCl и 0,24 % влаги. По ГОСТу 6318 полученный продукт соответствует марке «А» – высшему сорту сульфата натрия.

После первой ступени выпарки и кристаллизации сульфата натрия образуется раствор, который содержит около 47 % сульфата натрия от имевшегося в первоначальном растворе, взятом для выпарки. Переработка этого раствора на продукт высшего качества невозможна из-за повышенного содержания в нем примесных солей натрия, кальция

и магния. Целесообразным является получение из него технического сульфата натрия путем полного высушивания. Исследования показали, что при этом образуется продукт, содержащий 95,79 % Na_2SO_4 , 1,65 % MgSO_4 , 0,26 % CaSO_4 , 1,37 % NaCl и 0,93 % влаги. Качество данного продукта по требованию ГОСТа 6318 соответствует марке «Б» – техническому сульфату натрия.

Полученные образцы глауберовой соли и сульфата натрия изучали рентгенофазовым, ИК-спектроскопическим и термогравиметрическим анализами, которые подтвердили результаты химических анализов.

Исследование процессов фильтрации пульп, образующихся при выпарке и охлаждении раствора сульфата натрия, проводили на лабораторной установке, состоящей из узлов накопителя, термостата и фильтрации. В качестве фильтровальной ткани использовался бейтинг.

Согласно полученным данным фильтруемость и скорость фильтрации обеих пульп, содержащих глауберову соль и сульфат натрия, с повышением соотношения Ж:Т увеличиваются. Производительность фильтрации пульпы с осадком глауберовой соли выше по сравнению с пульпой, содержащей сульфат натрия. Скорость фильтрации по твердой и жидкой фазам сильно зависит от толщины слоя твердого остатка на фильтрах. Чем меньше толщина этого остатка, тем больше производительность фильтрации по пульпе, твердой и жидкой фазам. Изучен процесс выщелачивания природного мирабилита Тумрюкского месторождения водой и обратным раствором сульфата натрия. Показано, что выщелачивание сырья необходимо проводить при температуре не ниже 50 °С, чтобы уменьшить переход примеси гипса в раствор.

Исследованиями фильтруемости растворов и суспензий глауберовой соли и сульфата натрия, процесса выпарки, охлаждения растворов и кристаллизации солей установлены оптимальные условия получения глауберовой соли и сульфата натрия. Проведенные токсикологические исследования глауберовой соли показали, что она безвредна и относится к малоопасным веществам (IV класс опасности).

Проведенные исследования явились научной основой для получения глауберовой соли медицинского назначения, и сульфата натрия из местного сырья – природного мирабилита Тумрюкского месторождения.

Список литературы:

1. Каримов И.А. Узбекистан по пути углубления экономических реформ. – Москва: Дом Дрофа. 1994. – 321 с.
2. Мирзакулов Х.Ч., Джураева Г.Х., Якубов Р.Я., Эркаев А.У., Бардин С.В., Реймов А.М. Кинетика выщелачивания природного мирабилита Тумрюкского месторождения. / Узб. хим. журн. 2005. № 2. С. 29-32.
3. Джураева Г.Х., Мирзакулов Х.Ч., Эркаев А.У., Якубов Р.Я., Растворимость в системе 2Na^+ , 2NH_4^+ // 2Cl^- , SO_4^{2-} – H_2O при 100 °С. / Узб. хим. журн. 2005. № 1. С. 16-20.
4. Джураева Г.Х., Мирзакулов Х.Ч., Мамиров И.Г. Получение сульфата натрия из местного природного сырья. // Кимё ва кимёвий технологиянинг замонавий муаммолари: Сб. трудов I Респ. научно-техн. конф. Ферганского политехнического института. 23-24 апреля 2004. – Фергана, 2004. С. 14-15.

**ОТРАБОТАННЫЕ ЖИРНЫЕ ГЛИНЫ ОТБЕЛКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ -
ЦЕННОЕ СЫРЬЁ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЫЛОПОДОБНЫХ
ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ**

Кадилова Нафиса Баннобовна

ст. преподаватель,
Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: nodira7819@mail.ru

Салиханова Дилноза Саидакбаровна

д-р техн. наук, профессор,
Институт общей и неорганической химии, АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Сагдуллаева Дилафруз Саидакбаровна

старший научный сотрудник, д-р техн. наук,
Институт биоорганической химии АНРУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Аноров Рустам Абдурахмонович

канд. техн. наук, доцент,
Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана

Абдурахимов Саидакбар Абдурахмонович

д-р техн. наук, профессор,
Ташкентский химико-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**WASTE FATTY CLAYS BLEACHING VEGETABLE OILS VALUABLE RAW MATERIALS
FOR PRODUCTION OF SOAP-LIKE SURFACE-ACTIVE SUBSTANCES**

Nafisa Kadirova

Lecturer Polytechnic,
Fergana Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Fergana

Dilnoza Salikhanova

Dr. Tech. Sciences, Prof.,
Institute of General and Inorganic Chemistry,
Uzbekistan, Tashkent

Dilafruz Sagdullaeva

Senior Research Scientist,
Institute of Bioorganic Chemistry, ANRUz,
Uzbekistan, Tashkent

Rustam Anorov

Ph.D., Assoc., Fergana Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Fergana

Saidakbar Abdurakhimov

Dr. Tech. Sciences, Prof.,
Tashkent Chemistry-tenological Institute,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В данной статье представлены результаты анализов отработанных жирных глин некоторых масло жировых предприятий Узбекистана и пути их использования пути получением абразивных мылоподобных поверхностно-активные вещества.

ABSTRACT

This article presents the results of analyzes of waste fatty clays of some oil and fat enterprises in Uzbekistan and the ways of their use by obtaining abrasive soap-like surfactants.

Ключевые слова: Растительные масла, активированные угли, глины, отбелка, адсорбенты, производство мылоподобных, поверхностно-активны веществ.

Keywords: Vegetable oils, activated carbons, clays, bleaching, adsorbents, soap-like surfactants.

На современном этапе развития масложировой промышленности Узбекистана основное внимание уделяется разработкам инновационных экологически безопасных безотходных технологий в частности для производства мыл, моющих средств и т.п. ПАВ [1, 2].

В Республике сегодня успешно функционируют более 30 крупных масложировых предприятий, где ежегодно в среднем производится более 600,0 тыс. тонн рафинированных растительных (хлопкового, соевого, подсолнечного, сафлорового и т.п.) масел. Из них в процессах рафинации хлопкового и соевого масел используют активированные угли и глинистые адсорбенты, которых завозят по импорту по “дорогой цене” из Европейских стран, Индии, Китая и др. Эти затраты также повышаются в 1,3-1,5 раза за счет дорогих транспортных и таможенных расходов, которые сильно завышают себестоимость производства отбеленных растительных масел. Известно, что в настоящее время основным способом адсорбционной очистки и отбелки растительных масел, используемым в промышленности является контактный метод, где активированные адсорбенты применяются в виде высокодисперсных порошков и отделяются из осветленных растительных масел фильтрованием на рамных фильтр-прессах [3].

Отработанные адсорбенты собираются в большой ёмкости и периодически отвозятся в городскую

свалку на захоронение, что по экологическим требованиям является нарушением, за счет которого предприятие ежегодно оплачивают значительные суммы штрафов из доходов предприятий. Не знание состава адсорбированных веществ в порах отработанных угля и глинистых минералов способствовало безвозвратным потерям нейтральных масел и жиров, жирных кислот, фосфолипидов и т.п. сопутствующих веществ. Регенерация отработанных адсорбентов известными способами считается экономически не выгодным и поэтому, практически не используется ни в одном предприятии. Хотя имеются пути рационального использования отработанных жирных адсорбентов в производстве ПАВ, в , в частности при получении специальных технических и хозяйственных мыл , содержащих высокодисперсные угольные или глинистые порошки.

Для решение данной проблемы нами произведены анализы выбранных образцов отработанных жирных глин согласно действующего стандарта [4]. Данные образцы отработанных жирных глин были получены из АО “Фергана ёғ мой”, “Андижон ёғ-мой” и “Учкургон ёғ-экстракция”, где восновном отбеливают хлопковое и соевое масла.

В табл.1 представлены результаты анализов местных отработанных жирных глин.

Таблица 1.**Химический состав местных отработанных жирных глин**

Образы отработанных жирных глин	Масло содержание, %	Содержание в масле, %		
		фосфолипидов	госсиопола	неомыляемых веществ
АО “Фергана ёғ мой”	55-58	2,1-2,5	2,3-2,5	2,0-2,2
АО “Андижон ёғ-мой”	53-55	2,0-2,4	2,4-2,6	2,1-2,4
АО “Учкургон ёғ-экстракция”	52-56	2,2-2,6	2,3-2,4	2,2-2,5

Из табл.1 видно что во всех образцах отработанных жирных глинах содержится более 52 % одсорбированного ценного масла. Извлечение последнего методом экстракции углеводородным растворителем с последующим его отгонкой позволило определить содержания сопутствующих адсорбционному маслу веществ. В частности, выявлено что фосфолипидов содержится более 2,0 %, госсипола 2,3 %, инеомыляемых веществ не более 2,5 % от массы масла. Для получения ПАВ технического назначения эти вещества играют положительную

роль. Например, фосфолипиды и госсипол взаимодействуя со щелочью образуют ПАВ с высокой эмульгирующей способностью, что очень важно при получении мыл различного назначения.

Далее нами изучены химические составы обезмасленных отработанных глин тех же предприятий с целью выяснения их влияния на показатели получаемых ПАВ.

В табл. 2 представлены результаты анализов данных образцов местных отработанных глин.

Таблица 2.

Химический состав местных отработанных глин.

Образцы отработанных жирных глин	Содержания окисленных веществ, %										
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ FeO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	CO ₂	П.П.П.
АО “Фергана ёғ мой”	57,91	14,04	5,10	0,48	1,84	1,53	1,75	0,43	0,75	0,2	15,97
АО “Андижан ёғ-мой”	60,3	16,8	6,6	1,1	1,9	3,6	2,4	0,2	0,3	0,1	6,7
АО “Учкургон ёғ-экстракция”	63,45	18,75	2,92	3,45	1,18	1,65	0,75	0,21	0,56	0,74	6,9

Из табл.2 видно, что во всех образцах местных отработанных глинах не содержатся вредные токсикологически опасные соединения. Это даёт основание использованию местных отработанных глин в производстве ПАВ технического назначения.

Известно, что гранулометрический состав местных отработанных глин должен соответствовать требованиям стандартов на получаемые мылоподобные ПАВ технического назначения. Учитывая это нами исследованы гранулометрические составы подобранных местных отработанных обезжиренных глин.

Полученные результаты представлены в табл.3.

Таблица 3.

Гранулометрический состав местных отработанных глин

Образцы отработанных жирных глин	Размеры частиц, мм				
	1,0-0,063	0,063-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	менее 0,001
АО “Фергана ёғ- мой”	14,4	36,7	15,6	23,5	9,8
АО “Андижон ёғ-мой”	12,5	38,6	14,5	21,6	12,8
АО “Учкургон ёғ-экстракция”	15,5	36,1	19,7	19,8	8,9

Из табл.3 видно, что все местные отработанные глины по своим показателям вполне соответствуют требованиям получаемых мылоподобных ПАВ технического назначения по своим дисперсным показателям.

Таким образом проведенные исследования по утилизации местных отработанных жирных глин в

производстве ПАВ технического назначения показывают возможности их использования в качестве заменителей импортных глинопорошков. Это выгодно масло-жировым предприятиям как с точки зрения экономии ресурсов, так и экологической безопасности, получаемых мылоподобных ПАВ для технического назначения.

Список литературы:

1. Базаров Г.Р. Рациональное использование отработанных жирных глин при получении буровых растворов. // Universum: Технические науки. Москва. 2019, № 11 (68). ;
2. Крупин С.В., Тримов Ф.А., Коллоидно-химические основы создания глинистых суспензий для нефтепромышленного дела.- Казань,: ФГУП, ЦНИИГеолнеруз, 2010, -с. 411.
3. Справочник по мыловарному производству // Под. ред. И.М. Товбина. М.: Пищевая промышленность, 1974-517 с.
4. Махмудов Т.М., Аминов Х.Д. Получение новых мыл и моющих средств. // Ташкент, ГФНТИ, 1993-19 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ОСНОВЫ МОЮЩЕГО СРЕДСТВА И ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ЕЁ СВОЙСТВ ПРИ ХРАНЕНИИ

Мажидов Кахрамон Халимович

*д-р техн. наук, профессор,
проф. кафедры Бухарского инженерно-технологического института.
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: aktamovshohruhbekk@gmail.com*

Саидвалиев Саидазим Сайдиамирханович

*канд. техн. наук, докторант (DSc)
Бухарского инженерно-технологического института
Республика Узбекистан, г. Бухара*

OPTIMIZATION OF THE DETERGENT BASE COMPOSITION AND STUDY OF CHANGES IN ITS PROPERTIES DURING STORAGE

Kakhramon Mazhidov

*Dr. Tech. Sciences, Professor,
Professor of the Department of the Bukhara Engineering Technological Institute,
Uzbekistan, Bukhara*

Saidazim Saidvaliev

*Cand. tech. sciences, Doctoral student (DSc)
of Bukhara Engineering Technological Institute
Uzbekistan, Bukhara*

АННОТАЦИЯ

Оптимизирован состав основы моющего средства. В качестве критериев оптимизации выбраны содержание пальмового стеарина, пальмового масла и пальмоядрового масла. Установлено зависимость изученных критериев от титра мыльной основы. Определена зависимость хранения мыльной основы от количественного содержания антиоксидантов биологически активных добавок.

ABSTRACT

The foundation of the washer is optimized. As optimization criteria, palm stearin, palm oil and palmoyadro oil were adopted. It turned out that the titration of the soap base is tied to the norms studied. The preservation of soap basis was determined by the dependence on the amount of antioxidants and biologically active substances.

Ключевые слова: Моющее средства, составляющие компоненты, оптимизация хранение мыла, антиоксиданты, биологически активные добавки.

Keywords: detergents, constituent components, optimization, cold storage, antioxidants, biologically active substances.

Моющие средства, являющиеся водными растворами натриевых солей высших насыщенных и ненасыщенных жирных кислот $C_{10}-C_{18}$, относятся к поверхностно- активным веществам (ПАВ) [1-3]. Химическая формула этих веществ структурно состоит из двух частей: *гидрофильной* и *гидрофобной*. Для щелочных солей жирных кислот гидрофильной частью является солевая карбоксильная группа - $COONa$ или - $COOK$, а гидрофобной - углеводородная цепь, состоящая из метильной CH_3 , метиленовых CH_2 и метановых CH групп [4,5]. В молекуле ПАВ гидрофильную часть называют головной, гидрофобную - хвостовой. Обе части, хотя и связаны между

собой ковалентной связью $C-C$, достаточно удалены друг от друга, чтобы действовать почти независимо [6,7].

Карбоксильная группа является полярной группой с дипольным моментом 1,7D и обладает четко выраженным сродством к полярным растворителям, в частности к воде. Углеводородная цепь электрически нейтральна и растворяется исключительно в неполярных растворах, в частности в жирах и маслах, за что гидрофобную часть называют часто липофильной.

В общем случае такие вещества, которые обладают четко выраженным сродством как к полярным,

так и неполярным средам, называют *амфифильным*. Для того, чтобы моющие средства как ПАВ было амфифильным, необходимо, чтобы липофильная (хвостовая) часть его молекулы была достаточно длинной (не менее C7) и уравновешена гидрофильной (головной) частью. Соотношение между гидрофильной и липофильной частями молекул моющие средства, или иначе *гидрофильно-липофильный баланс* (ГЛБ) в значительной мере определяет его структуру и свойства [8-10].

ПАВ на основании природы ионного заряда в растворе принято классифицировать как **анионные** (АПАВ), **катионные** (КПАВ), **неионные** (НПАВ). Классификация определяется только характером заряда иона гидрофильных групп молекул ПАВ, так как гидрофобные группы всегда неионные. Поэтому термин «анион(оген)ные» относится к отрицательно заряженным ПАВ, «катион(оген)ные» - к положительно заряженным, «неион(оген)ные» - к неимеющим заряда в растворе [11-12].

Моющие свойства жирных кислот относятся к АПАВ, так как в водном растворе они диссоциируют (распадаются) электролитически, образуя поверхностно-активный анион жирной кислоты и гидратированный катионы металла и K^+ по уравнению реакции

где R - углеводородная цепь.

Для определения оптимального состава моющего средства был реализован один из планов исследования зависимости свойств 3-х компонентной смеси от соотношения компонентов. В качестве критерия оптимальности принят титр T , °С.

Параметры плана для исследования зависимости титра (°С) от состава основы моющего средства представлены в табл. 1.

По полученному уравнению построена треугольная диаграмма (рис.1), на которой представлены линии равного титра $T = \text{const}$. Исследовались смеси при ограничениях по относительному содержанию компонентов смеси:

X_1 - пальмовый стеарин от 0,2 до 0,8;

X_2 - пальмовое масло от 0,2 до 0,25;

X_3 - пальмоядровое масло от 0,03 до 0,25.

На диаграмме псевдоконцентрации $X_i = 1,0$ соответствует $X_{i\max}$.

Принятая оптимальная точка (М) имеет для полученного титра 40,5°С - имеет псевдоконцентрации $X_1 = 0,75$; $X_2 = 0,05$; $X_3 = 0,20$, после пересчета на реальные концентрации (%): пальмовый стеарин $X_1 = 0,75$; пальмовое масло

$X_2 = 0,20$; пальмоядровое масло $X_3 = 0,05$ (проверка $\sum X_i \text{ опт.} = 1,0$).

Таблица 1.

Параметры плана по исследованию титр – состав основы моющего средства

и	X_1	X_2	X_3	x_1	x_2	x_3
1	1,0	0	0	0,80	0,20	0,03
2	0	1,0	0	0,20	0,25	0,03
3	0	0	1,0	0,20	0,20	0,25
4	0,5	0,5	0	0,50	0,22	0,03
5	0,5	0	0,5	0,50	0,20	0,14
6	0	0,5	0,5	0,20	0,22	0,14

Рисунок 1. Диаграмма равного титра для трехкомпонентной системы

На основе оптимизации состава моющего средства были изучены свойства мыльной основы при хранении

В качестве моющего средства была взята мыльная стружка группы "Ekstra palmera". Мыльная стружка группы "Ekstra palmera" сделана на установке непрерывного омыления фирмы "Маццони". Мыльная основа затем высушивалась на распылительной сушилке.

Рецептура на основе которой получена мыльная основа содержала : пальмовый стеарин – 45%, пальмовое масло - 45%, пальмоядровое масло – 10%. Наряду с этим для оценки антиоксидантного эффекта предложенных антиоксидантов использовали промышленную стружку, полученную на ЧП "Alviero" для группы мыл "Ekstra palmera", содержащую наряду с составляющими компонентами антал - 0,3% в замен части пальмового стеарина. Антал - является комплексным соединением призванным предохранять мыльную основу от окисления, другими словами выступает как антиоксидант и пластификатор. В состав антала входят:

- комплексон - трилон Б (соли винной и лимонной кислот)
- антиоксидант - ортотиллибигуанид
- пластификатор - диэтиленгликоль.

Основным компонентом мыла являются натриевые соли жирных кислот: лауриловой, миристиновой, пальмитиновой и стеариновой (60-85 % в пересчете на жирные кислоты). В состав мыла также входят : вода (до 35%), глицерин (0,5 -0,4), неомыляемые органические вещества и неомыленный жир (до 3,5%), хлористый натрий (до 0,7%), углекислая сода (до 0,5%) а также некоторые виды биологически активных добавок(БАД). Кроме того, для улучшения

потребительских свойств мыла в его состав могут вводиться красители, отдушивающие и отбеливающие вещества и пластификаторы.

Качество мыла в основном определяется содержанием жирных кислот и сырьем, из которого эти жирные кислоты получены.

ЧП Alviero имеет опыт и традиции производства мыла и использует для этой цели только пищевые и натуральные жиры и масла. Технология получения мыла достаточно сложна и включает в себя на последних стадиях производства сушку, прессование, разрезание на куски и штампование. Эти операции можно провести только при сохранении пластичности мыльной массы, которая оптимальна при влажности мыла 11-16%.

Мыльная стружка используемая в исследовательской работе не содержала красителей и отдушивающих веществ.

При хранении влага из мыла частично испаряется, а вес куска - уменьшается. В то же время абсолютное содержание моющего компонента - натриевых солей жирных кислот в куске мыла не изменяется. Поэтому для характеристики качества мыла использовали понятие качественного числа - количество (в граммах) жирных кислот в пересчете на номинальную массу куска 100 г. Качественное число мыла практически не изменяется в процессе хранения, его значение всегда можно проверить при химическом анализе мыла в лаборатории.

К исследованию брали мыльную стружку поэтому качественное число посчитать не возможно и для характеристики данного сырья использовали такой показатель, как содержание жирных кислот, которое было равно 76±2% (табл 2.)

Таблица 2.

Основные показатели мыльной стружки

Показатели	Нормативные значения	Мыльная стружка
Содержание содопродуктов, % в пересчете на Na_2CO_3 , не более	0,2	0,15±0,02
Массовая доля NaCl , % не более	0,7	0,39±0,01
Содержание жирных кислот, % *	75-80	76±2
Титр, °С	35-41	42,4±0,5
Первоначальный объем пены, см^3 не менее	350	500±50

Определение оптимальной концентрации исследуемой моющей основы в мыльную стружку оценивали с двух сторон во-первых с точки зрения антиоксидантных свойств и как следствие увеличение срока годности, так и с точки зрения воздействия полученного мыла на состояние кожного покрова.

Диапазон концентраций введения моющей основы был принят от 0,1 до 0,5 % с интервалом в 0,1%.

Сформированные куски мыла оценивались в момент изготовления и после хранения в течение 1 месяца искусственно состаренных кусков мыла за счет УФ облучения, хранение осуществляли на свету, при комнатной температуре. УФ (ультрафиолетовое)

облучение проводили по 15 минут бактерицидными облучателями ОБН-150М, частота 50 Гц, облученность на расстоянии 1 м Вт/м, не менее 1,0, лампа бактерицидная ДБ-30-1, периодичность облучения

1 раз в неделю в течение месяца. Оценка производилась органолептически по запаху и цвету, а также по основным физико-химическим показателям.

По результатам эксперимента было установлено, что опытные образцы мыла, содержащие в качестве активных добавок антал по всему диапазону концентраций при хранении не имели изменений по органолептическим показателям, тогда как контрольный вариант при хранении в экстремальных условиях

потемнел хотя постороннего запаха не было обнаружено.

Результаты экспериментов по физико-химическим показателям представлены в таблице 3.

Анализ полученных результатов показал, что по физико-химическим показателям все исследуемые образцы соответствовали после хранения нормативным показателям. Наряду с этим органолептические

показатели, в частности по цвету, не соответствовали стандарту, так хранили моющее средства без антиоксидантной защиты. Таким образом, по результатам полученным в результате искусственного старения было установлено, что туалетное мыло содержащие в качестве добавок антал- 0,3%.

Таблица 3.

Результаты аналитического контроля моющего средства по результатам хранения

Наименование образца	Содержание содопродуктов, % в пересчете на Na_2CO_3 , не более	Массовая доля, % не более	Качественное число, г, не менее	Титр, °С	Первоначальный объем пены, cm^3 не менее	Органолептические показатели
Нормативные значения	0,2	0,7	78,0	35,41	350	характерные
Исходное моющее средства – контроль	$0,15 \pm 0,02$	$0,39 \pm 0,01$	$76,0 \pm 2,0$	$42,4 \pm 0,5$	500 ± 50	характерные
Исходное моющее средство - контроль после хранения	$0,16 \pm 0,02$	$0,4 \pm 0,01$	$79,4 \pm 1,5$	$42,2 \pm 0,4$	500 ± 100	Темный цвет
Туалетное мыло с анталом 0,3%	$0,15 \pm 0,02$	$0,4 \pm 0,01$	$78,4 \pm 1,0$	$42,3 \pm 0,4$	500 ± 100	характерные

Проведение искусственного старения по предлагаемой схеме в течение двух и трех месяцев показали недостаточное введение антиокислителей как антала, так и БАД - происходило потемнение мыла и появлялся характерный запах застарелого сыра.

Учитывая то, что антал в концентрации 0,3% вводится традиционно в моющее средство, как антиоксидант, и обеспечивает срок годности средства в течение 2 лет, сделан вывод, что введение предлагаемых БАД позволяет обеспечить срок годности

мыла 2 года и наряду с этим позволяет убрать из рецептуры антал, заменив последний на натуральный продукт.

Сделанный вывод был проверен посредством анализа жирнокислотного состава полученных образцов (табл. 4).

К исследованию были взяты образцы, прошедшие ускоренное старение УФ и содержащие антал – 0,3%.

Рисунок 2. Антибактериальная активность моющих средств

Таблица 4.

Жирно – кислотный состав моющего средства

Жирные кислоты	Массовая доля индивидуальных кислот в общей массе кислот, %													
	С ₈ кап-рил.	С ₁₀ каприновая	С ₁₂ лауриновая	С ₁₄ миристин.	С ₁₅ пентадецил.	С ₁₆ пальмит.	С _{16:1} пальмит-олеин	С ₁₇ маргарин	С ₁₈ стеарин.	С _{18:1} олеин.	С _{18:2} линол.	С ₂₀ арахидиновая	С _{20:1} гондониновая	Прочие
Моющее средство с анталом	0,37	0,97	8,79	6,98	0,39	20,95	3,22	0,44	13,15	28,43	3,28	0,2	0,87	11,96
Мыльная стружка (контроль)	0,61	1,23	10,41	7,59	0,11	27,79	2,61	2,53	13,88	28,85	0,47	0,25	1,07	2,6

Таким образом Установленные и оптимизированные рецептурные компоненты моющего средства, а также выбор антиоксидантов и биологически

активных добавок позволили увеличивать сроки хранения твердых мыл.

Список литературы:

1. Плесовских В.А., Безденежных А.А. Физико-химия и технология производства мыла // СПб: Химиздат. - 2007. – 336 с.
2. Дубовик О.А., Зинченко КВ., Тришин В.М. Кинетика реакций нейтрализации высших жирных кислот и омыления их сложных метиловых эфиров едкими щелочами натрия и калия в производстве натриевых и калиевых мыл//Вестник ВНИИЖа - 2005. - № 1. - с. 24-28.
3. Kintom A., Kijli H., Lim P.-K. Chemical and Physical Characteristics of Soap Made from distilled Fatty Acids of Palm Oil and Palm Kernel Oil//J.Am.Oil Chem.Soc.- 1996.-V.73.- №1.-p. 105-108.
4. Дубовик О.А., Зинченко КВ. Вязкость водных растворов натриевых мыл// Масложировая пром-сть. - 2005. - № 6. - с. 30-31.
5. Villela C.F., Suranyi E.A.L. Continuous Saponification and Neutralization Process: in soap and Detergents, Ed.Spitz L.// AOCS, Champaign.- 1996.-p. 140-171.
6. Дубовик О.А., Зинченко И.В., Тришин В.М. Омыление нейтральных жиров и растительных масел едкими щелочами/ Масложировая пром-сть.-2005.-№ 3.--с. 27-29.
7. Почерников В.И., Лисицын А.Н. Получение твердого хозяйственного мыла с улучшенными физико-механическими свойствами // Сб.ВНИИЖ.-1999.- с. 132-135.
8. Schubert H., Armbruster H. Prinzipien der Herstellung und Stabiilitat von Emulsionen//Chem.-Ing.-Tech.- 1989.- V.61.-№ 9.-S. 701-711.
9. С.С. Саидвалиев, А.М. Рахимов, М.Н. Рахимов, К.Х. Мажидов Разработка по созданию новых видов туалетных мыл и повышения их качества // Журнал Химия и химическая технология, -2010 г №3, 2-с.
10. С.С. Саидвалиев, М.Н.Рахимов, К.Х.Мажидов, Повышение качества и моющих свойств туалетного мыла на основе биологически активных добавок // Сборник трудов республиканской научно-технической конференции, Ташкент, Таш.КТИ, 2009 , с. 278-279.
11. ГОСТ 28546-2002. Мыло туалетное твердое // М.: ИПК Издательство стандартов. - 2003.- 11 с. ГОСТ 28546-2002. Мыло туалетное твердое // М.: ИПК Издательство стандартов. - 2003.- 11 с.
12. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров. Т 3, книга первая // Под общ. научн. ред. А.Г. Сергеева, Н.Л. Мелмуда, Р.Л. Перкеля. Л.:ВНИИЖ.-1985.-286 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНГИБИРОВАННОЙ КОРРОЗИИ СТАЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВТОРИЧНЫХ ОТХОДОВ

Мисиров Зафар Холмуминович

преподаватель ТГТУ Термезского филиала,
Республика Узбекистан, г. Термез

Бекназаров Хасан Сойибназарович

д-р техн. наук, профессор
Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии,
Республика Узбекистан, п/о Шуро-базар
E-mail: hasan74@mail.ru

Джалилов Абдулахат Турапович

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

STUDY OF STEEL CORROSION INHIBITION WITH THE USE OF SECONDARY WASTE

Zafar Misirov

Lecturer, TSTU, Termez branch,
Republic of Uzbekistan, Termez

Hasan Beknazarov

Doctor of Technical Sciences Leading Researcher,
Tashkent Research Institute of Chemical Technology,
Republic of Uzbekistan, p/o Shuro Bazaar

Abdulahat Djalilov

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

АННОТАЦИЯ

В работе изучена ингибирование коррозии стали ингибиторами на основе полиэтиленполиамин с кротоновым альдегидом. Полученные значения эффективности ингибирования, была достигнута 93,65% при 301 К и концентрации 50 г/л.

ABSTRACT

In this work, we studied the inhibition of steel corrosion by inhibitors based on polyethylene polyamine with crotonic aldehyde. The obtained values of the inhibition efficiency were reached 93.65% at 301 K and a concentration of 50 g/l.

Ключевые слова: ингибиторы коррозии, коррозия металла, полиэтиленполиамин, кротоновый альдегид.

Keywords: corrosion inhibitors, metal corrosion, polyethylene polyamine, crotonaldehyde.

Введение. Хорошо известно, что низкоуглеродистая сталь применяется в производственных оборудовании и водооборотных системах из-за ее высокой механической прочности и низкой стоимости [1]. Однако он имеет плохую коррозионную стойкость при воздействии агрессивной среды, таких как промышленное травление и очистка кислотой, кислотная обработка нефтяных скважин, высокая температура и многие другие [1,2]. Эффекты коррозии огромны, и ее подавление до безопасного уровня очень желательно. Многие исследователи работали над получением различных методов смягчения коррозии мягкой

стали, среди которых - ингибирование поверхности мягкой стали с помощью органических и неорганических ингибиторов. Вторичные отходы производства привлекла больше внимания, потому что поощряет использование вторичных материалов во всех сферах жизни. Это, в свою очередь, снижает риск для здоровья человека и загрязнения окружающей среды. Вторичные отходы применялась для ингибирования коррозии различных металлов. Сообщалось, что кротоновую фракцию с аминсодержащими соединениями можно использовать в качестве ингибиторов

коррозии, поскольку они могут легко адсорбироваться на поверхности металла за счет свободных электронов, ароматических колец, π -связей, полярных функциональных групп, которые присутствуют в них и служат центрами адсорбции [2].

Экспериментальная часть. В данной работе изучены олигомерные ингибиторы коррозии на основе полиэтиленполиамины с кротоновым альдегидом (ПКА-1). Использовалась низкоуглеродистая сталь ($\sim 1\text{см} \times 1\text{см} \times 0,1\text{см}$) с массовым содержанием С (0,15%), Мп (1,00%), Р (0,035%), S (0,035%), Si (0,30%) и Fe (98,48%) для этого исследования.

Все использованные образцы мягкой стали были очищены, промыты ацетоном, высушены на воздухе и предварительно взвешены перед погружением в растворы 1М НСl (контроль) и 1М НСl, содержащие ингибиторы коррозии с концентрацией 15, 30 и 50 г/л. Образцы были испытаны в трех экземплярах для каждой концентрации при различных температурах 301, 313 и 323 К. Изменение веса мягких сталей проверяли каждые 2 дня в течение 16 дней. Скорости коррозии (CR) мягкой стали, покрытие поверхности θ

и эффективность ингибирования IE были рассчитаны с использованием уравнений 1, 2 и 3 соответственно.

$$CR = \frac{K\Delta w}{\rho A t} \quad (1)$$

$$\theta = \left(\frac{w_1}{w_2} \right) \quad (2)$$

$$IE = \left(\frac{w_1}{w_2} \right) \times 100 \quad (3)$$

Δw - изменение веса в мг, K - постоянная коррозии (87,6), ρ - плотность мягкой стали в г/см³, A - площадь образца мягкой стали в см², a t - время в часах. Потеря массы купона в электролите с ингибитором равна w_1 , a w_2 - потеря массы купона в электролите без ингибитора.

Реакцию полиэтиленполиамины (ПЭПА) с кротоновым альдегидом (КА) проводили в диметилформиде при 50 °C в течении 2 часа, при мольном соотношении 1:1. Схему реакции ПЭПА с КА можно представить следующим образом:

Из рисунка 1 видно, что в ИК-спектре ПКА-1 появляются характерные полосы -N-CH- при 1663 см⁻¹, а также концевые NH₂-группы появляются в области 657 см⁻¹. В области 2935 и 2808 см⁻¹ и 1091 см⁻¹

появляются характерные полосы для CH- и CH₂-групп, а также деформационные колебания в области 1440 см⁻¹. В области 1384 см⁻¹ появляются полосы относящейся CH₃-группам.

Рисунок 1. ИК-спектр олигомера ПЭПА с КА (ПКА-1)

Полученные результаты и их обсуждение.

В таблице 1 показаны скорости коррозии и эффективность ингибирования, полученные в результате испытаний на основе гравиметрического метода. Результаты показали, что с повышением температуры среды потеря веса испытуемого образца уменьшается. Аналогичным образом, когда концентрация

ингибитора увеличивается, потеря веса уменьшается, несмотря на повышение температуры. Используя холостые образцы (0,0 г/мл) в качестве ссылки на результаты с образцами, содержащими ингибитор, было видно, что ПКА-1 действует как эффективный ингибитор коррозии на мягкой стали. Чем ниже скорость коррозии, тем выше эффективность ингибирования коррозии.

Таблица 1.

Скорость коррозии и эффективность ингибирования ингибитора ПКА-1

Температура (К)	Концентрация (г/л)	Δw (г)	Покрытие поверхности (θ)	Эффективность ингибирования (% IE)	Скорость коррозии (мм/год)
301	0.0	0.7156	-	-	3.7865
	15	0.4756	0.7554	75.54	2.8654
	30	0.3678	0.8344	83.44	2.3103
	50	0.1867	0.9365	93.65	1.2061
313	0.0g	0.6051	-	-	3.6798
	15	0.3235	0.7386	73.86	2.1986
	30	0.2673	0.8132	81.32	1.3214
	50	0.1994	0.9108	91.08	1.1865
323	0.0	0.5806	-	-	3.4559
	15	0.3137	0.7172	71.72	2.1655
	30	0.2366	0.7930	79.30	1.3894
	50	0.2158	0.8753	87.53	1.231

Изотерма адсорбции часто применяется для изучения типа взаимодействия молекул с поверхностью металла при определенных условиях (температуре). Изотермы Ленгмюра и Темкина были использованы для анализа наилучшего соответствия реакции ингибирования между молекулами ПКА-1 и поверхностью мягкой стали. Данные анализа потери веса

были подогнаны к модифицированной форме изотерм Ленгмюра и Темкина для определения адсорбционного поведения ингибитора на поверхности мягкой стали, и данные соответствуют обеим изотермам. Параметры, полученные из изотерм, представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Параметры изотермы

Температура (К)	Параметры изотермы Ленгмюра			Параметры изотермы Темкина		
	$K_{ads} \cdot 10^4$ (/мг)	1/год	ΔG_{ads} (кДж/моль)	a	K	ΔG_{ads} (кДж/моль)
301	3.65	0.63	-37.34	-1.6871	167.14	-23.02
313	3.01	0.91	-36.47	-2.7613	188.96	-24.35
323	2.42	0.86	-37.07	-2.2314	172.73	-24.61

Изотерма Ленгмюра имеет следующий вид [3]:

$$\log \frac{\theta}{1-\theta} = \log K - y \log C \quad (4)$$

где y - количество молекул ингибитора, занимающих активный центр, θ - степень покрытия поверхности, C - концентрация ингибирования, K - константа, связанная с константой равновесия процесса адсорбции, а $K_{ads} = K^{1/y}$. Стандартная свободная энергия была рассчитана с использованием уравнения 5 [4].

$$\Delta G_{ads} = -2.303RT \log(55.5 K_{ads}) \quad (5)$$

Стандартная свободная энергия адсорбции (ΔG_{ads}^0), полученная из экспериментальных данных с использованием изотерм адсорбции Ленгмюра, дала отрицательные значения при всех температурах. Известно, что отрицательные значения ΔG_{ads}^0 подразумевают процесс самопроизвольной адсорбции. Было высказано предположение, что стандартные значения свободной энергии адсорбции (ΔG_{ads}^0) до -20 кДж/моль указывают на электростатические взаимодействия (физическую адсорбцию) между заряженной поверхностью металла и ингибитором. С другой стороны, значения ΔG_{ads}^0 порядка -40 кДж/моль и выше показывают, что существует перенос заряда (хемосорбция) от органических молекул к поверхности металла.

Высокие значения K_{ads} при более низкой температуре указывают на то, что адсорбция более подходящая при более низкой температуре [5]. График изотермы Ленгмюра приведен на рисунке 2.

Рисунок 2. График изотермы Ленгмюра

Полученные значения ΔG°_{ads} показали, что ПКА-1 показывает комплексное поведение (комбинированный эффект), и значения уменьшаются с повышением температуры. Процесс адсорбции может больше подходить на физическую адсорбцию из-за снижения эффективности ингибирования с повышением температуры.

Изотерма Темкина показывает степень покрытия поверхности (θ) относительно концентрации ингибитора (C), как показано в уравнении 6 [6]. График изотермы Темкина приведен на рисунке 3.

$$\theta = \frac{-2.303 \log K}{2\alpha} - \frac{2.303 \log C}{2\alpha} \quad (6)$$

Значения параметра притяжения (α) отрицательны при каждой температуре, что означает, что в адсорбционном слое существует отталкивание [6]. Значения ΔG°_{ads} , полученные из изотермы Темкина, отрицательны и означают полную адсорбцию, аналогичную значениям, полученным из изотермы Ленгмюра.

Рисунок 3. График изотермы Темкина

Закключение. Из полученных данных можно сделать следующие выводы:

- Скорость коррозии снижается с увеличением концентрации ингибитора.
- Эффективность ингибирования увеличивается с увеличением концентрации, но уменьшается с повышением температуры.

- Наивысшая эффективность ингибирования 93,65% была достигнута при 301 К и концентрации 50 г/л.

- Экспериментальные данные соответствуют изотермам Ленгмюра и Темкина.

- Адсорбция ингибитора на поверхности металла была самопроизвольной в результате как физического, так и химического взаимодействия.

Список литературы:

1. M.N. Rahuma, M.B. EL-Sabbah, I.M. Hamad, Effect of serine and methionine on electrochemical behavior of the corrosion of mild steel in aqueous solutions. Hindawi Publishing Corporation, ISRN, Corrosion: (2013) pp 1-7.
2. Нуриллов З.И., Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т. Исследование ингибирования коррозии стали 20 в 1М растворах H₂SO₄, исследованных методом атомно-абсорбционной спектроскопии // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. 2019. No 2(59). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/6947>
3. R. Karthikaiselvi, S. Subhashini, Study of adsorption properties and inhibition of mild steel corrosion in hydrochloric acid media by water soluble composite poly (vinyl alcohol-o-methoxy aniline). J. Assoc. Arab Univ. Basic Appl. Sci., 16 (2014) 74–82
4. K.D. Ogwo, J.C. Osuwa, I.E. Udoinyang, L.A. Nnanna, Corrosion Inhibition of Mild Steel and Aluminium in 1 M Hydrochloric Acid by Leaves Extracts of Ficus sycomorus // Physical Science International Journal. 2017. V. 14. №3. P. 1-10 DOI: 10.9734/PSIJ/2017/32708
5. Нуриллов З.И., Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т. Исследование ингибирования коррозии стали СТ20 новым ингибитором ИКФ-1 // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. 2020. No 6(75). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/9616>
6. A.A. El-Awady, B.A. Abd-El-Nabey, S.G. Aziz, Kinetic–thermodynamic and adsorption isotherms analyses for the inhibition of the acid corrosion of steel by cyclic and open-chain amines. Electrochem. Soc. 139 (1992) 2149–2154.

ТЕХНОЛОГИЯ РАЗДЕЛЕНИЯ МОНТМОРИЛЛОНИТА С НАНОЧАСТИЦАМИ ИЗ БЕНТОНИТОВОЙ ГЛИНЫ КАРАКАЛПАКСТАНА

Муфтуллаева Марзия Бегдуллаевна

младший научный сотрудник,
 Каракалпакское отделение Академии наук Республики Узбекистан,
 Республика Узбекистан, г. Нукус
 E-mail: muftullaeva.marziya@mail.ru

Искандеров Ахмет Максетаевич

д-р. техн. наук, доцент,
 Филиал ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Ташкенте,
 Республика Узбекистан, г. Ташкент

Ибадуллаев Ахмаджон Собирович

д-р. техн. наук, проф.,
 Ташкентский государственный транспортный университет,
 Республика Узбекистан, г. Ташкент
 E-mail: Ibadullayev1957@bk.ru

TECHNOLOGY SEPARATION OF MONTMORILLONITE WITH NANOPARTICLES FROM BENTONITE CLAY OF KARAKALPAKSTAN

Marziya Muftullaeva

Junior researcher,
 Karakalpak Branch of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
 Uzbekistan, Nukus

Axme Iskanderov

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,
 Branch of FGBOU VPO "National Research University" MPEI "in Tashkent,
 Uzbekistan, Tashkent

Axmadjon Ibadullaev

Doctor of Technical Sciences prof.,
 Tashkent University of Railway Engineers
 Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В данной статье приведены результаты исследования технологии получения монтмориллонита из бентонитовой глины. Изучены физико-химические свойства бентонитовых глин и монтмориллонита на его основе. При этом установлена возможность получения монтмориллонита с высокими дисперсностями.

ABSTRACT

This article presents the results of a study on the development for obtaining montmorillonite from bentonite clay. The physicochemical properties of bentonite clays and montmorillonite on its basis have been studied. At the same time, the possibility of obtaining montmorillonite with high dispersion was established.

Ключевые слова: Бентонит, дисперсность, структура, технология, пластичность, вязкость, гидроксил, сетка, решетка, кристалл, плотность, поглощение, обезвоживание, степень, атом, катион, маслосмкость, наполнитель, гистограмма.

Keywords: Bentonite, dispersion, structure, technology, plasticity, viscosity, hydroxyl, mesh, lattice, crystal, density, absorption, dehydration, degree, atom, cation, oil absorption, filler, histogram.

Введение. В последние годы во всем мире природные бентонитовые глины стали использоваться в животноводстве, сельском хозяйстве, водном хозяйстве,

пищевых производствах, фармацевтике и нефтехимических отраслях [1]. В Республике проводятся научно-исследовательские работы по изучению

Библиографическое описание: Муфтуллаева М.Б., Искандеров А.М., Ибадуллаев А.С. Технология разделения монтмориллонита с наночастицами из бентонитовой глины Каракалпакстана // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2021. 2(83). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/11324> (дата обращения: 25.02.2021).

физико-химических свойств минеральных ресурсов для применения в производстве. К настоящему времени уже реализуется ряд мероприятий, направленных на решение этой общей проблемы, среди которых большое место принадлежит разработке технологии разделения монтмориллонита из бентонитовых глин Каракалпакстана, отличающихся своей природой и структурой.

В свете вышеизложенного, целью данной статьи является исследование технологии разделения монтмориллонита с наночастицами из бентонитовой глины Каракалпакстана и изучение возможности его применения в качестве наполнителя для производства композиционных эластомерных материалов.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования являются монтмориллониты Каракалпакстана Муйнакского, Турткульского, Ходжакуль-

кого, Кушканатауского, Белтауского и Каратеренского месторождений. Из шести месторождений были отобраны пробы, физико-химические свойства каждой пробы были исследованы трижды и получены среднее значение. Исследования проводили физико-химическими методами исследования свойств минеральных наполнителей, такие как электронная микроскопия, ИК-спектров, ДТА и стандартных методов химических анализов.

Основная часть. На основе полученных результатов многочисленных исследований установлено [1, 2], что бентонитовая глина Каракалпакстана относится и приурочена к верхнеглянцевым отложениям, pH водной суспензии 7-9. Его химический состав имеет несколько характерных особенностей, молярное соотношение между SiO_2 и Al_2O_3 колеблется от 4 до 5.

Таблица 1.

Химический состав исходных бентонитовых глин Каракалпакстана

№	Наименование показателя	Месторождение монтмориллонита					
		Муйнак (МБ)	Турткуль (ТБ)	Ходжакуль (ХБ)	Кушкана-тау (КБ)	Белтау (ББ)	Каратерен (КБ)
1.	SiO_2	50,50	64,96	50,04	50,0	52,2	56,2
2.	Al_2O_3	17,00	12,70	16,76	13,5	15,7	16,8
3.	CaO	1,20	2,0	2,08	1,8	2,02	1,5
4.	Na_2O	5,06	0,28	2,48	1,8	2	3,02
5.	K_2O	0,27	0,13	1,22	1,03	1,10	0,3
6.	MgO	3,62	3,35	2,00	2,35	2,8	3,0
7.	Fe_2O_3	3,56	1,26	6,04	2,00	2,04	3,0
8.	FeO	0,13	0,10	0,07	0,12	0,11	0,9
9.	TiO_2	0,30	0,10	1,00	0,50	0,70	0,90
10.	CO_2	1,68	0,20	0,60	0,40	0,55	0,65
11.	SO_3	0,28	0,21	0,15	0,20	0,26	0,18
12.	H_2O^*	9,15	4,30	4,32	4,8	6,00	8,05
13.	H_2O	5,05	7,31	8,44	6,01	6,80	7,55
14.	Вод. раст. соли	2,20	3,10	4,80	5,00	6,00	4,30

Как видно из таблицы 1, практически во всех месторождениях бентонитовых глин Каракалпакстана содержатся оксиды железа, кальция, натрия, магния, титана и водорастворимые соли. В таком виде использовать бентонитовые глины Каракалпакстана в производстве композиционных эластомерных материалов невозможно. Необходимо разработать технологический процесс обогащения или разделения

монтмориллонита из бентонитовых глин Каракалпакстана.

Мы для обогащения или разделения монтмориллонита из бентонитовых глин Каракалпакстана разработали следующий технологический процесс, который основывается на различной плотности минералов:

Рис 1. Технологический процесс получения монтмориллонита Каракалпакстана

1-накопитель бентонита; 2- сушилка бентонита; 3- шаровая мельница; 4- бункер; 5-магнитный сепаратор; 6- смеситель бентонитовой глины; 7-делительная воронка; 8-вакуум сушильный барабан монтмориллонита; 9-насосы; 10-диспергатор; 11-накопительный бункер; 12-упаковочная машина.

1. Бентонитовая глина высушивается до постоянного веса при температуре 105-120 °С;

2. Высушенная бентонитовая глина отправляется в шаровую мельницу для измельчения комков и отделения монтмориллонита от глины (время 30 мин);

3. Измельченная бентонитовая глина пропускается через магнитное сито для извлечения из бентонитовых глин металлических оксидов;

4. Очищенная от металлических оксидов бентонитовая глина смешивается в смесителе с водой 1:5 для промывки от посторонних примесей и различных солей. Время перемешивания 30 мин при 40 об/мин;

5. Перемешанная бентонитовая глина с водой отправляется в первую делительную воронку, где барбатруется воздухом 30 мин и отстаивается в течение 60 мин. Осажденная бентонитовая глина разделяется по плотности. Сначала нижняя часть - тяжелая глина из реактора отправляется в карьер, средняя часть из реактора отправляется во второй

реактор для дальнейшей очистки. Верхняя часть жидкости из реактора отправляется в карьер, в составе которой имеется водорастворимые соли и глины плотности до 3;

6. Во втором делительном реакторе бентонитовая глина перемешивается с водой 20 мин в соотношении 1:10, барбатруется воздухом 30 мин, отстаивается 60 мин и разделяют по плотности;

7. В третьем делительном реакторе бентонитовая глина перемешивается с водой 20 мин 1:10, барбатруется воздухом 30 мин, отстаивается 60 мин и разделяют по плотности;

8. Разделенный монтмориллонит передается в вакуум сушильного барабана, где сушат его до постоянного веса;

9. Высушенный монтмориллонит поступает в диспергатор для окончательного измельчения;

10. Измельченный монтмориллонит отправляется в накопительный бункер и в упаковочную машину.

Таблица 2.

Технологический режим производства монтмориллонита

№	Наименование операции	Продолжительность, минут	Температура, °С	Количество загрузки, кг	Норма воды
1.	Высушка, бентонитовая глина	До постоянного веса	105-120	5000	-
2.	Измельчения бентонитовой глины	30	обычная	500	-
3.	Просеивание в магнитной сите	Непрерывно	обычная	Непрерывно	-
4.	Первая стадия	30 мин при 40 об/мин	обычная	5000	1:5
5.	Вторая стадия	30 мин при 40 об/мин	обычная	3500	1:1
6.	Третья стадия	30 мин при 40 об/мин	обычная	3000	1:1
7.	Вакуумная сушилка	до постоянного веса	105-120, (-5) при вакууме	2500	-

Исследован химический состав монтмориллонита, полученного предложенным технологическим процессом из бентонитовых глин Каракалпакстана

(Таблица 3). Видно, что увеличилось содержанием SiO_2 и Al_2O_3 .

Таблица 3.

Химический состав полученного монтмориллонита

№	Наименование показателя	Месторождение монтмориллонита					
		Муйнак (МБ)	Турткуль (ТБ)	Ходжакуль (ХБ)	Кушкан-атау (КБ)	Белтау (ББ)	Каратерен (КБ)
1.	SiO ₂	70,10	75,83	66,22	67,0	67,47	69,24
2.	Al ₂ O ₃	29,04	23,56	32,93	31,14	30,96	29,84
3.	CaO	0,20	0,10	0,08	0,5	0,52	0,3
4.	Na ₂ O	0,06	0,08	0,68	0,3	0,51	0,02
5.	K ₂ O	0,07	0,03	0,02	0,03	0,13	0,30
6.	MgO	0,42	0,30	0,05	0,30	0,3	0,10
8.	FeO	0,13	0,10	0,02	0,10	0,11	0,2

Изучение структуры полученного монтмориллонита электронно-микроскопическими исследованиями показало, что оно состоит из частиц чешуйчатой формы, преимущественно плотных и имеющих расплывчатые очертания: местами встречаются также волокнистые складки, образованные, по-видимому, в результате скручивания пластинчатых частиц. Чешуйчатость форм частиц монтмориллонита объясняется, по-видимому, особенностью его кристаллической структуры. Плоскость (0,001) монтмориллонита покрыта сеткой ионов гидроксила, которые

обнаруживают сильный поляризующий эффект по отношению к полярным молекулам.

Известно, [2,3] что эти гидроксилы участвуют в образовании, как внутримолекулярных водородных связей, так и межмолекулярных водородных связей. Следовательно, в кристаллической решетке глины имеются как свободные, так и взаимосвязанные гидроксильные группы; состояние этих групп обычно выявляется с помощью ИК- спектров поглощения.

Рисунок 2. ИК спектры монтмориллонита

Результаты изучения ИК- спектров монтмориллонита показывают, что в области 3700-300 см⁻¹ появляются полосы поглощения, соответствующие колебаниям свободного гидроксила с максимумом при 3636 см⁻¹, и связанного внутримолекулярной водородной связью с максимумом при 3440 см⁻¹.

На рис.3. приведены дифференциальные кривые нагревания ММК. Из этого рисунка видно, что кри-

вые обезвоживания характеризуются двумя эндотермическими эффектами, обусловленными соответственно удалением межпакетной (адсорбированной) и конституционной (гидроксильной) воды находящегося в поглощенном основании. Удаление адсорбированной воды протекает в интервале температур 363-463К и зависит от вида катиона.

Рисунок 3. Термограммы 1-бентонит; 2- монтмориллонита

Выделение гидроксильной воды и образование безводных глин происходит в интервале температур 933-983К, причем наблюдается смещение температуры обезвоживания в сторону уменьшения. Степень этого уменьшения обусловлена размерами атома катиона. В результате исследований установлено, что

монтмориллонит обладает высокоразвитой удельно-геометрической поверхностью благодаря этому имеет повышенную маслосемость (Таблица 4). Последний показатель существенно уменьшается с увеличением содержания ароматических углеводов в масле.

Таблица 4.

Удельная адсорбционная поверхность и маслосемость различных месторождений бентонита и монтмориллонита

ММ		ТМ		ХМ		КМ		БМ		КМ	
Бент.	ММК	Бент.	ММК	Бент.	ММК	Бент.	ММК	Бент.	ММК	Бент.	ММК
Удельно-геометрический паверхность, Суд.,м ² /г											
29,1	36,2	29,1	35,4	28,3	4,1	27,1	34,0	28	31,0	33,5	33,8
Маслосемость, мл/100 г											
льняное масло											
32,0	35,5	32,0	34,1	31,0	33,2	31,5	34,0	32,1	33,0	33,5	33,9
вазелиновое масло											
32,0	35,5	32,0	34,1	31,0	33,2	31,5	34,0	32,3	33,2	33,7	33,8
дибутилфтолат											
38,2	46,1	38,2	44,2	35,6	39,6	33,2	40,2	32,2	33,1	33,6	33,7
дибутилсебацанат											
36,4	45,2	36,4	43,0	34,3	39,2	32,9	40,2	32,1	32,0	33,3	33,6

Как видно из таблицы ММК имеют более развитую удельную поверхность, которая обусловлена их высокой дисперсностью. Детальную информацию о дисперсности наполнителей можно получить при сопоставлении их гистограммы. Массовые и числовые распределения по эквивалентному диаметру частиц ММК определялись методом малоуглового рассеяния лазерного пучка суспензий препарата в н-гептане при постоянном диспергировании на приборе

Molvern –SI 11800 с автоматической обработкой результатов по специальной программе на ЭВМ и с числовой выдачей пятнадцати ступенчатых гистограмм.

Результаты массового и числового распределения частиц ММК по эквивалентному диаметру (Д) приведены в табл. 5. Из таблицы видно, что числового и массового распределения частиц ММК по эквивалентному диаметру свидетельствуют об унимодальном характере распределения.

Таблица 5.

Характеристики массового и числового распределения частиц ММК по эквивалентному диаметру

Наименование наполнителей	Дисперсионная среда	Д _н , МКН	γ
ММК	н-гептан	94,0	1,0

Седиментационным анализом частиц ММК выяснено, что наивероятнейший их радиус находится в пределах 5-10 мкм. Качественную оценку смачиваемости и структурирования ММК проводили по методам седиментационных объемов [4]. Исследование показало, что частицы ММК оседание за 3600 минут. Это, по-видимому, связано его структурной особенностью и высокой дисперсностью. При определении смачиваемости ММК в гептане по седиментационному объему наблюдаются отличия в поведении этих систем по сравнению с системами

вода – наполнитель. В гептане ММК осаждаются и занимают практически постоянный седиментационный объем 31% в течение 10 минут.

Заключение. Обобщение экспериментальных данных по исследованию технологии разделения монтмориллонита с наночастицами из бентонитовой глины Каракалпакстана позволили оптимизировать технологический процесс и установлена возможность его применения в качестве наполнителя для производства композиционных эластомерных материалов.

Список литературы:

1. Ахмедов К.С. Бентониты Узбекистана. – Ташкент .-1974.-273 с.
2. Курбаниязов К.К., Закиров М.З. Бентониты Каракалпакстана // Фан. 1979. - 173 с.
3. Ибадуллаев А.С. Некоторые особенности усиления каучуков общего назначения дисперсными бентонитами. // Композиционные материалы. - 2004. -№2. –С.32-35.
4. Ибадуллаев А.С., Муфтуллаева М.Б. Изучение влияние монтмориллонита Каракалпакстана на технологические свойства эластомерных композиции // Композиционные материалы. Тошкент – 2019.- № 3, –С.86-88.

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И СЭМ АНАЛИЗ ФОСФОР, АЗОТ
И МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩЕГО ОРГАНИЧЕСКОГО ОЛИГОМЕРА****Набиев Дилмурод Абдуалиевич**

докторант,
Термезский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Термез
E-mail: dilmurod.nabiyev.89@bk.ru

Тураев Хайит Худайназарович

д-р хим. наук, проф.,
Термезский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Термез

Джалилов Абдулахат Турапович

академик АНРУз, д-р хим. наук, профессор, директор,
ООО «Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии»,
Республика Узбекистан, п/о Ибрат

**PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES AND SEM ANALYSIS OF PHOSPHORUS,
NITROGEN AND METAL-CONTAINING ORGANIC OLIGOMER****Dilmurod Nabiev**

Postdoctoral Student, Termez State University
Republic of Uzbekistan, Termez

Hayit Turaev

Doctor of Chemical Sciences, Professor, Termez State University,
Republic of Uzbekistan, Termez

Abdulakhat Djalilov

LLC Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology,
Director. Academician of the Academy of Sciences of Uzbekistan,
doctor of chemical sciences, professor.
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В данной статье изучено физико-химические свойства, ИК-спектроскопический и СЭМ анализы синтезированного фосфор, азот и металлсодержащего органического олигомера марки Д-50.

ABSTRACT

In this article, the physical and chemical properties, IR spectroscopic and SEM analyzes of synthesized phosphorus, nitrogen and metal-containing organic oligomer D-50 are studied.

Ключевые слова: фосфор, азот, металл, антипирен, органический олигомер, физико-химические свойства, ИК-спектр, сканирующий электронный микроскоп.

Keywords: phosphorus, nitrogen, metal, fire retardant, organic oligomer, physicochemical properties, IR spectrum, scanning electron microscope.

Введение. В настоящее время огнезащитные покрытия широко используются для защиты от огня различных объектов, в том числе материалов, зданий и сооружений. Эффективность этих покрытий в первую очередь определяется их составом и соотношением компонентов [1-2]. Огнезащитные вещества должны соответствовать определенным требованиям. Например, огнезащитные вещества должны

быть экологически чистыми, экономичными, эффективными и повышать огнестойкость горючих материалов [3-6].

Одной из самых актуальных проблем в мире является производство экологически чистых огнезащитных покрытий для противопожарной защиты зданий и крупных промышленных предприятий.

Методы и инструменты исследования. В результате исследований был синтезирован огнезащитный фосфор, азот и металлосодержащий органический олигомер марки Д-50. Изучены физико-химические свойства, ИК-спектроскопический и СЭМ анализы синтезированного органического олигомера.

Синтезированный органический олигомер исследовали с помощью сканирующего электронного микроскопа MIRA 2 LMU, оснащенного системой энергодисперсионного микроанализа INCA Energy 350. Аналитическая емкость микроскопа составляет 1 нм, чувствительность детектора INCA Energy составляет 133 эВ/10 мм², что позволяет анализировать элементы от бериллия до плутония.

Экспериментальная часть. В трёхгорлую колбу объемом 250 мл оборудованную холодильником,

мешалкой и термометром сперва погрузили 39,2 гр. фосфорной кислоты и 1,744 гр. оксида (II) меди, после перемешивания на эту смесь добавили 48 гр. мочевины и нагревали до 135°C в течении 90 минут. В конце реакции получили олигомер голубого цвета. Выход реакции составил 92%.

Реакцию проводили в мольных соотношениях компонентов 1:2:0,02, 2:1:0,02 и 1:2:1 соответственно.

Для определения оптимальных условий реакции эксперименты проводили при температурах 80°C, 95°C, 110°C и 145°C.

Результаты и их обсуждение. Физико-химические свойства органического олигомера приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Физико-химические свойства синтезированного органического олигомера

Название олигомерного антипирена	Соотношение компонентов (моль)	Выход, %	Агрегатное состояние	pH	Плотность, г/см ³	Время, час	Растворимость
Д-50	1:2:0,02	92	твёрдое вещество голубого цвета	5-7	1,2	1,5	Растворяется в воде
	2:1:0,02	81					
	1:2:1	76					

Эксперименты проводились в разных условиях и в разных пропорциях. Эксперименты показали, что выход органического олигомера зависит от температуры, времени и соотношения компонентов.

Оптимальная температура реакции составляет 135–145°C, а наибольший выход достигается при мольном соотношении исходных материалов 1:2:0,02 (рис. 1).

Рисунок 1. Зависимость выхода, синтезированного огнезащитного органического олигомера марки Д-50 от соотношения компонентов и продолжительности реакции

Рисунок 2. ИК-спектр органического олигомера Д-50

На рисунке 2 показано наличие группы N-H в ИК-спектре в области валентных колебаний $3331,07\text{--}3433,29\text{ см}^{-1}$. Также в область поглощения $3028,24\text{ см}^{-1}$ указывают на присутствие связей NH^+ ,

NH_2^+ , NH_3^+ . Области поглощения, соответствующие валентным колебаниям группы -P-O-C- наблюдаются в $1050\text{--}1030\text{ см}^{-1}$.

Рисунок 3. СЭМ изображение синтезированного органического олигомера марки Д-50

Рисунок 4. Элементный анализ синтезированного органического олигомера марки Д-50

СЭМ изображения четко показывают морфологическую структуру синтезированного органического олигомера. При добавлении в покрытия фосфор-, азот-, металлосодержащего олигомера улучшаются огнестойкие свойства покрытий. СЭМ изображение и элементный анализ синтезированного органического олигомера марки Д-50 указаны на рисунках 3 и 4.

Полученный фосфор, азот и металлосодержащий органический олигомер при добавлении к лакокрасочным материалам усиливает их огнезащитные свойства. Такие покрытия можно использовать во всех отраслях промышленности, где требуются противопожарная защита деталей и сооружений.

Список литературы:

1. Мурзаев Р.К., Джалилов А.Т., Таджиходжаев З.А., Нуркулов Ф.Н. Изучение атмосферостойкости огнезащитных вспучивающихся покрытий // Композиционные материалы №3/2018 с.-43.
2. Калмагамбетова А.Ш., Аяпбергенова Б.Е., Дивак Л.А., Бакирова Д.Г. Исследование атмосферостойкости огнезащитных вспучивающихся покрытий // Фундаментальные исследования.-2013.-Н 4-3.-С.
3. Набиев Д.А., Тураев Х.Х., Джалилов А.Т., Нуркулов Ф.Н. ИК-спектроскопия и сэм-анализа добавок на основе оксидов металлов и терефталевой кислоты для полимерных материалов // Universum: химия и биология : электрон. научн. журн. 2020. 11(77).
4. Гоношилов Д.Г., Каблов В.Ф., Кейбал Н.А. Новые пропиточные фосфорборсодержащего олигомера и полиакриламида // Фундаментальные исследования-2011.-8.-С.627-630.
5. Нуркулов Ф.Н., Джалилов А.Т. Фосфор-борсодержащие олигомерные антипирены для древесины и древесных композиционных материалов // В Международная конференция-школа по химии и физикохимии олигомеров. Волгоград, 1—6 июня 2015. огнезащитные составы на основе.
6. Нуркулов Э.Н., Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т., Набиев Д.А. Исследование и применение фосфор-, азот-, бор- и металлосодержащих антипиренов для повышения огнестойкости свойств древесины // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. – 2020. – № 8 (77).

СИНТЕЗ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ТИПОВ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ НА ОСНОВЕ КОРТОНАЛЬДЕГИДА

Нарзуллаев Акмал Холлиорович

д-р техн. наук
Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии,
Республика Узбекистан, п/о Шуро-базар
E-mail: akmal.narzullayev.90@mail.ru

Сирожиддинов Исмоил Лукмонович

магистрант,
Каршинский инженерно-экономический институт,
Республика Узбекистан, г. Карши

Мухсинова Наргиза Эркиновна

магистрант
Каршинский инженерно-экономический институт
Республика Узбекистан, г. Карши

Бекназаров Хасан Сойибназарович

д-р техн. наук, ведущий научный сотрудник
Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии,
Республика Узбекистан, п/о Шуро-базар

SYNTHESIS AND USE OF NEW TYPES OF CORROSION INHIBITORS BASED ON CORTONALDEHYDE

Akmal Narzullayev

Dr. Tech. Sciences, (PhD)
Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology,
Republic of Uzbekistan,
p/o Shuro-bazaar

Ismoil Sirozhiddinov

Master's student
Karshi Engineering and Economic Institute,
Republic of Uzbekistan, Karshi

Nargiza Muhsinova

Master's student
Karshi Engineering and Economic Institute,
Republic of Uzbekistan, Karshi

Hasan Beknazarov

Doctor of Technical Sciences Leading Researcher,
Tashkent Research Institute of Chemical Technology,
Republic of Uzbekistan, p/o Shuro Bazaar

АННОТАЦИЯ

Проверена эффективность ингибиторов коррозии ИК-2 и ИК-4 в защите от коррозии металлических деталей, работающих в агрессивных средах. Определен лучший состав ингибитора в растворе в водной и масляной средах. Проведены испытания по коррозии стали 20 в агрессивных средах в отсутствие и в присутствии различных концентраций ингибитора ИК-2 и ИК-4. Установлена оптимальная эксплуатационная температура ингибиторов коррозии ИК-2 и ИК-4.

ABSTRACT

The effectiveness of corrosion inhibitors IK-2 and IK-4 in corrosion protection of metal parts operating in corrosive environments has been tested. The best composition of the inhibitor in solution in aqueous and oily media has been

determined. Corrosion tests of steel 20 were carried out in corrosive environments in the absence and presence of various concentrations of the IK-2 and IK-4 inhibitors. The optimum operating temperature for corrosion inhibitors IK-2 and IK-4 has been determined.

Ключевые слова: ингибиторы коррозии, коррозия металла, кротоновый альдегид, циануровая кислота, диэтанолamina.

Keywords: corrosion inhibitors, metal corrosion, crotonaldehyde, cyanuric acid, diethanolamine.

Введение. Сегодня важно создать экологически чистые, нетоксичные, биоразлагаемые ингибиторы, которые будут высокоэффективными в очень агрессивной среде даже в низких концентрациях. Одним из основных вопросов сегодня является использование органических полуароматических систем, содержащих серу, азот, фосфор и синтез на их основе эффективных ингибиторов коррозии металлов. Одна из основных задач нефтегазовой и химической промышленности, это рекомендовать на производство и использование в производственной практике ингибиторов коррозии на основе результатов анализа механизма действия этих ингибиторов на коррозионный процесс металлов [1].

Практическое значение результатов исследования состоит в том, что новые типы ингибиторов на основе органических соединений, содержащих серу, азот, фосфор и металлы, служат для предотвращения процесса коррозии. Результаты исследования показали, что эти синтезированные ингибиторы не уступают импортозамещающим ингибиторам, а по некоторым физическим константам превосходят их. Синтезированные в ходе исследований ингибиторы коррозии изучались в температурных диапазонах и при различных концентрациях агрессивных сред.

Экспериментальная часть. Целью данного раздела является оценка влияния технологических параметров конденсации, взаимодействия диэтанолamina (тио) с мочевиной и процесса их массовой олигомеризации. Получение ингибитора коррозии

на основе кротоновой фракции. При получении ингибитора использовались диэтанолamina (т.), кротоновый альдегид (х.ч.), аддукт циануровая кислота. Реакция проводилась в круглодонной колбе емкостью 500 мл, снабженной обратным холодильником, в течение 6 часов при температуре 180-220 °С. Выход ингибитора теоретически составлял 95% [2;3].

Скорость коррозии рассчитывается по следующему уравнению

$$R = \frac{8,76 * 10^4 * (M_1 - M_2)}{St D}$$

R—скорость коррозии, мм / год;

M₁—вес образцы перед погружением,

M₂—вес образцы для испытаний после удаления продуктов коррозии,

S—площадь испытуемых образцов, см²;

t—погружение время,

D—плотность трубопроводной стали X 80, 7,86 г см⁻³.

Механизм действия этого олигомерного ингибитора коррозии определяется, главным образом, переходом поверхностно защищаемого металла в устойчивое поверхностное пленочное состояние с участием частиц мелкодисперсных добавок [4;5]. В таблице 1 приведены экспериментальные данные по применению ингибиторов коррозии ИК-2, ИК-4 в агрессивные емкости.

Таблица 1.

Эффективность ингибиторов ИК-2 и ИК-4 в 5% растворе H₂S при 95°C

марка ингибитора	Количество ингибитора мг/л	Время, ч	5% H ₂ S		
			$K_{г/м^2 \cdot с}$	γ	Z%
ИК-2	150	24	0,85	23,90	95,80
		240	0,88	23,60	95,76
		360	0,85	27,30	96,33
	200	24	0,49	41,65	96,60
		240	0,32	55,27	96,12
		360	0,39	60,28	96,34
	250	24	0,47	41,69	97,60
		240	0,37	58,32	97,28
		360	0,32	73,89	97,64
	300	24	0,56	36,35	97,25
		240	0,46	46,65	97,85
		360	0,38	58,76	98,29

марка ингибитора	Количество ингибитора мг/л	Время, ч	5% H ₂ S		
			$K_{\Gamma/\text{м}^2\cdot\text{с}}$	γ	Z%
ИК-4	150	24	0,47	65,25	96,46
		240	0,37	82,55	95,78
		360	0,38	77,45	95,70
	200	24	0,39	82,36	96,78
		240	0,35	87,38	96,85
		360	0,37	83,89	97,80
	250	24	0,95	21,22	95,30
		240	0,67	30,85	96,76
		360	0,58	38,88	97,42
	300	24	0,69	29,42	96,60
		240	0,59	36,20	97,23
		360	0,48	47,79	97,90

Ингибирующая эффективность ингибиторов ИК-2 и ИК-4 увеличивалась параллельно с увеличением

концентрации ингибитора и времени при 95⁰С в 5% растворе H₂S [6] (таблица 2).

Рисунок 1. Расположение ингибитора ИК-4 на поверхности металла

Таблица 2.

Влияние соотношения исходных реагентов на состав полученного продукта марки ИК-4 (T=333,15 К, τ=240 час)

Соотношение ДЭА + (тио) мочевины	Выход, %	Элементный анализ					
		Азот		Фосфор		Сера	
		Вычислено	Найдено	Вычислено	Найдено	Вычислено	Найдено
1:3	55,6	10,79	9,612	11,08	10,012	22,3	21,981
1:2	75,3		9,453		10,033		21,760
1:1	90,4		9,794		10,070		22,293
2:1	82,6		9,725		10,051		22,130
3:1	67,4		9,321		10,042		21,872

Зависимость выхода олигомера от соотношения исходных реагентов носит экстремальный характер,

причем максимальный выход соответствует соотношению 1:1 (рис.2; 3)

Рисунок 2. Зависимость выхода полимера от соотношения исходных веществ.
T=333,15 K, время 240 час

Рисунок 3. Коррозионное изменение образца стали 5% H₂S

При использовании смеси ингибитора марки ИК-4 с мочевиной и кротоновый альдегид происходит резкое снижение коррозионной активности в 5 % растворе сероводород.

Закключение. Результаты исследования показывают, что эффективность применяемого олигомерного ингибитора коррозии можно наблюдать при наличии в них ароматических колец в составе

термостабильных и стабильных структур. Видно, что ингибиторы марки ИК-2, ИК-4, синтезированные на основе местного сырья, показали свою эффективность при испытаниях в агрессивной среде [7]. Степень защиты синтезированных ингибиторов марки ИК-2, ИК-4 составила 96,29%, что связано с ингибированием коррозии металлических пластин в технически 5% растворах H₂S.

Список литературы:

1. Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т. Защита стали от коррозии олигомерными ингибиторами и их композициями // Химия и химическая технология.-2015. - № 1. – С. 50-52.
2. Кузнецов М.В., Новоселов В.Ф., Тугунов П.И., Котов В.Ф. Противокоррозионная защита трубопроводов и резервуаров: Учебник для вузов. - М.: Недра, 1992. - 238 с.
3. Influence of nitrogen, sulfur, phosphorus-containing corrosion inhibitors obtained on the basis of secondary raw materials on st 20 metal in aggressive environments.
4. A.Kh Narzullayev, Kh.S Beknazarov, AT Jalilov - Scientific Bulletin of Namangan State University, 2021 Том 2. Номе 2. Страницы 77-81.
5. Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т. Изучение антикоррозионных свойств новых олигомерных ингибиторов коррозии // Композиционные материалы. 2014. - № 3. – С. 20-24.
6. Кадиров Х., Азаматов У., Турабджанов С.М. Новые композиции ингибиторов коррозии и солеотложения. Композиционные материалы. 2015, №2. С. 57.
7. Нарзуллаев А.Х., Бекназаров Х.С., Ниёзкулов Ш.Ш Синтез растворимой ингибирующей коррозии в воде, нефти, газовом конденсате, содержащем аминокислоты, и изучение влияния алюминия на металл_Universum: технические науки 2020 6-3 (75).

DOI: 10.32743/UniTech.2021.83.2-3.50-54

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЕ ОДНОСТОРОННИХ
ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ ЦИКЛИЧЕСКИМ СПОСОБОМ****Рахимов Кодир Исломбаевич**

магистрант,
Наманганский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Наманган
E-mail: diana-ye@yandex.com

Намазов Шафоат Саттарович

д-р. техн. наук, проф., акад., заведующий лабораторией,
Институт общей и неорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент,

Сейлханова Айнура Нурниязовна

магистрант,
Каракалпакский государственный университет им. Бердаха,
Республика Каракалпакстан, г. Нукус

Алимов Умарбек Кадырбергенович

д-р. техн. наук, ведущий научный сотрудник,
Институт общей и неорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: umaralihonalimov@mail.ru

Сейтназаров Атаназар Рейпназарович

д-р. техн. наук, главный научный сотрудник,
Институт общей и неорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Каймакова Дина Абдурахимовна

младший научный сотрудник,
Институт общей и неорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**INVESTIGATION OF SINGLE PHOSPHORIC FERTILIZER GAINING
BY CYCLIC METHOD****Nodir Rakhimov**

master, Namangan Institute of Engineering and Technology,
Uzbekistan, Namangan

Shafzat Namazov

Doctor of technical sciences, prof., academician, Head of the Laboratory,
Institute of General and Inorganic Chemistry
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Ainura Seilkhanova

Master,
Karakalpak State University named after Berdakh,
Republic of Karakalpakstan, Nukus

Umarbek Alimov

*Doctor of technical sciences, leading researcher,
Institute of General and Inorganic Chemistry
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent*

Atanazar Seytnazarov

*Doctor of technical sciences, chief researcher,
Institute of General and Inorganic Chemistry
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent*

Dina Kaymakova

*Junior scientific staff-researcher,
Institute of General and Inorganic Chemistry
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

Изучен процесс разложения фосфоритовой муки упаренной экстракционной фосфорной кислотой при норме 400% от стехиометрии на образование монокальцийфосфат. Так как процесс разложения фосфорита осуществляется с избыточной нормой кислоты, степень вскрытия фосфатного минерала достигает 94%. После фильтрации недоразложенной части фосфорита проведено процесс кристаллизации фильтрата с выделением кислого монокальцийфосфата, затем процесс нейтрализации свободной H_3PO_4 монокальцийфосфата с высококарбонатным фосфоритовым отходом – минерализованной массой при её норме 70-100% от стехиометрии на образование монокальцийфосфата. В результате получено одностороннее фосфорное удобрение с содержанием от 44,38 до 46,95% $P_2O_{5\text{общ.}}$, $P_2O_{5\text{усв.}}$: $P_2O_{5\text{общ.}}$ = 94,37-97,91%, $P_2O_{5\text{вод.}}$: $P_2O_{5\text{общ.}}$ = 83,59-91,01% и статической прочностью 2,15-4,72 МПа, вполне соответствующие двойному суперфосфату марки «Б».

ABSTRACT

The process of decomposition of phosphorite flour with evaporated extraction phosphoric acid at a rate of 400% of the stoichiometry for the formation of monocalcium phosphate was studied. Since the process of decomposition of phosphorite is carried out with an excess rate of acid, the degree of opening of the phosphate mineral reaches 94%. After filtration of the part of phosphorite, the process of crystallization of filtrate with the release of acidic monocalcium phosphate, then the process of neutralizing free H_3PO_4 of monocalcium phosphate from phosphate waste the highly – mineralized mass with its rate 70-100% of the stoichiometry for the formation of monocalcium phosphate. As a result, a one-sided phosphorous fertilizer with a content from 44.38 to 46.95% $P_2O_{5\text{total}}$, $P_2O_{5\text{assimilate.}}$: $P_2O_{5\text{total}}$ = 94.37-97.91%, $P_2O_{5\text{wat.solub.}}$: $P_2O_{5\text{total}}$ = 83.59-91.01% and static strength of 2.15-4.72 MPa was obtained, quite corresponding to the double superphosphate of the "B" brand.

Ключевые слова: фосфоритная мука, экстракционная фосфорная кислота, фильтрация, кристаллизация, минерализованная масса, нейтрализация, состав, двойной суперфосфат.

Keywords: phosphoric flour, wet-process phosphoric acid filtration, crystallization, mineralized mass, neutralization, composition, double superphosphate.

АО «Аммофос-Максам» является одним из крупнейших предприятий Узбекистана, выпускающее фосфорсодержащие удобрения на базе переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов [1]. Основными продуктами являются: аммофос (10% N; 46% P_2O_5), супрефос-NS (8-15% N; 20-24% P_2O_5), аммоний сульфатфосфат (15-19% N; 4-23% P_2O_5), PS-Агро (4-6% N; 34-41% P_2O_5), фосфаты аммония кормовые (12% N; 53-55% P_2O_5), обогащенный суперфосфат (2,5% N; 18-26% P_2O_5) и сульфат аммония (21% N). Однако из них около 85% являются комплексными, азотнофосфорными удобрениями. Причиной отсутствия в ассортименте односторонних фосфорных удобрений, как двойной суперфосфат является низкое качество сырья.

Традиционные способы получения двойного суперфосфата – камерный, камерно-поточный, поточный, многоретурный основаны на применении только качественного сырья, имеющего не ниже 30% P_2O_5 и CaO/P_2O_5 не более 1,6. Однако, сложности процедуры переработки как созревание в камере, дозревание на складе, выбор подходящего сырья, низкий коэффициент разложения, большое соотношение ретур к готовому продукту, высокие теплоэнергетические затраты на процесс кондиционирования, упарки и др. [2].

Суть циклического способа заключается в разложении практически любого фосфатного сырья с 3-5 кратным избытком фосфорной кислоты с последующей кристаллизацией монокальцийфосфата, разделении его от маточного раствора, нейтрализации

кислого монокальцийфосфата (МКФ), сульфатизации маточного раствора, отделении фосфогипса и возврате кислоты в производственный цикл. При этом обеспечивается максимальное вскрытие фосфатного минерала (98-99%) и получение двойного или же тройного суперфосфата (50-59% P_2O_5).

В работе [3] исследован процесс разложения апатитового концентрата (39,4% P_2O_5) фосфорной кислотой с концентрацией 45% P_2O_5 при норме 300-400% от стехиометрии на образование МКФ. Ведение процесса разложения при температуре 60°C в течение 2 часов обеспечивает степень вскрытия фосфатного сырья - 91-96%. После процесса фильтрации, кристаллизации и нейтрализации известняком при 80°C в течение 30 мин. получен двойной суперфосфат состава (масс. %): 57,50 $P_2O_{5\text{общ.}}$, 56,3 $P_2O_{5\text{усв.}}$, 49,2 $P_2O_{5\text{вод.}}$. При этом маточный раствор предлагают обрабатывать 55%-ной серной кислотой для восстановления фосфорной кислоты и её возврата в цикл. Кингиссепский флотоконцентрат (28,9% P_2O_5) разлагают как термической, так и экстракционной фосфорной кислотой (ЭФК) с концентрацией 55-65% P_2O_5 при их нормах 400-600% от стехиометрии, затем проводят кристаллизацию и фильтрацию безводного МКФ [4]. Процесс разложения длился 1-1,5 часов при 110-130°C, что обеспечивает достаточно полное (95-98%) вскрытие фосфатного сырья. После 5 циклов процесса, выделяемая твердая фаза подверглась аммонизации, при этом получен двойной суперфосфат состава (масс. %): 51-54 $P_2O_{5\text{общ.}}$, 50-52,5 $P_2O_{5\text{усв.}}$, 39-50,7 $P_2O_{5\text{вод.}}$, 13-14 CaO; 2,0-5,9, N и 0-8 $P_2O_{5\text{своб.}}$.

Показана принципиальная возможность переработки фосфоритов Чилисайского и Каратауского месторождения на двойной суперфосфат циклическим способом [5-11]. Чилисайский фосфорит с содержанием 17,72% P_2O_5 и 30,5% CaO разлагается термической фосфорной кислотой с концентрацией 40-41% P_2O_5 при её норме 450-550% от стехиометрии в интервале температур 90-95 °C в течение 40 минут с последующим отделением нерастворимого остатка от насыщенных растворов МКФ методом фильтрации [5, 6]. Полученный фильтрат охлаждается при 40 °C в течение 90 мин. с целью кристаллизации МКФ, а маточный раствор обрабатывается 100%-ной нормой H_2SO_4 (92-93%) при 50-60°C и продолжительности 15-20 мин. для получения фосфорной кислоты, возвращаемой вновь в цикл разложения фосфорита. После нейтрализации кислого МКФ (28,7-31,3% $H_3PO_{4\text{своб.}}$) молотым известняком, получен двойной суперфосфат состава (масс. %): 51,50 $P_2O_{5\text{общ.}}$, 49,30 $P_2O_{5\text{усв.}}$, 47,20 $P_2O_{5\text{вод.}}$, 0,70 $P_2O_{5\text{своб.}}$ и 2,80 влаги.

В работах [7-11] предложен графический расчет для нахождения оптимальных условий разложения фосфоритов месторождений Кокджон и Коксу термической фосфорной кислотой с концентрацией 40% P_2O_5 при её норме 450-500% от стехиометрии в условиях незагустевающего жидкофазного режима по рециркуляционной схеме. Время контактирования компонентов составляет 50-60 мин. при 90-95°C с последующей фильтрацией реакционной массы от

нерастворимого остатка (коэффициент разложения 99,0-99,5%), охлаждением фильтрата при 40°C в течение 90 мин., регенерацией маточного раствора сернокислотной экстракцией, смешением его со свежей термической фосфорной кислотой и возврата в цикл для разложения последующей партии фосфатного сырья [12]. Нейтрализацию кислого МКФ осуществляют аммиачной водой либо оксидом кальция. Химический состав готового продукта (масс. %): 54,28 $P_2O_{5\text{общ.}}$, 52,53 $P_2O_{5\text{усв.}}$, 52,14 $P_2O_{5\text{вод.}}$, 3,01 $P_2O_{5\text{своб.}}$, 3,54 N либо 54,53 $P_2O_{5\text{общ.}}$, 51,11 $P_2O_{5\text{усв.}}$, 51,13 $P_2O_{5\text{вод.}}$, 3,97 $P_2O_{5\text{своб.}}$ соответственно [13].

К сожалению, в научно-технической литературе отсутствуют сведения по получению двойного суперфосфата циклическим способом из Кызылкумских фосфоритов. Вышеуказанные работы стали предпосылкой для проведения исследований по получению двойного суперфосфата путем циклического разложения фосфатного сырья Кызылкумов избыточной нормой ЭФК.

В исследованиях использовалась рядовая фосфоритовая мука (РФМ) состава (вес. %): 17,37 P_2O_5 ; 47,13 CaO; 1,75 MgO; 0,76 Fe_2O_3 ; 1,12 Al_2O_3 ; 2,01 F; 1,33 SO_3 ; 14,89 CO_2 и осветленная упаренная ЭФК состава (масс. %): 40,76 P_2O_5 ; 0,035 CaO; 0,74MgO; 0,81 Fe_2O_3 ; 0,84 Al_2O_3 ; 3,84 $SO_{3\text{общ.}}$. Для получения последней в качестве исходной ЭФК служила состав (масс.%): 18,44 P_2O_5 ; 0,21 CaO; 0,44 MgO; 0,33 Fe_2O_3 ; 0,79 Al_2O_3 ; 1,50 SO_3 . Её концентрировали методом упаривания. В качестве нейтрализующего агента – минерализованная масса (ММ) состава (масс.%): 14,33 P_2O_5 ; 43,02 CaO; 1,19 MgO; 1,38 Fe_2O_3 ; 1,18 Al_2O_3 ; 2,22 SO_3 ; 14,70 CO_2 .

Лабораторные опыты проводили следующим образом: в термостатированный реактор с заданным количеством упаренной ЭФК и снабженной лопастью мешалкой загружали навеску измельченной (менее 0,25 мм) РФМ по порциям. Температура в термостате поддерживалась при 90°C. Процесс разложения РФМ проводили при 400%-ной норме ЭФК.

Химическую реакцию между фосфатным составляющим и фосфорной кислотой можно представить таким образом. Фосфорная кислота вначале реагирует с карбонатом кальция фосфатного сырья:

затем с фосфатным его составляющим:

Продолжительность процесса разложения с момента окончания загрузки фосфатного сырья – 30 минут. После завершения процесса разложения содержимое реактора фильтровали на воронке Бюхнера при разрежении 160 мм.рт.ст. или 0,02 атм. Химический анализ твердой фазы, то есть недоразложенной части фосфатного сырья показали, что степень вскрытия фосфатного сырья достигает 93,75%.

Охлаждение жидкой части, то есть фильтрата и кристаллизацию МКФ осуществляли при 40°C в течение 2 ч. самопроизвольно (без перемешивания) изогидрическим методом [14]. Образующейся кислые кристаллы МКФ отделяли от маточного раствора с использованием центрифуги марки ОПН-8. Недоразложенная часть фосфатного сырья и маточный раствор, то есть оставшейся часть фильтрата после кристаллизации МКФ согласно циклической схеме разложения подвергается сульфатизацию.

Выделенные кислые кристаллы МКФ с содержанием 27,87% $P_2O_{5\text{своб.}}$ нейтрализовали ММ. Общая картина взаимодействия высококарбонатного ММ со свободной фосфорной кислотой МКФ происходит не только с карбонатной частью фосфорита, а также с фосфатным минералом с образованием монокальцийфосфата по реакции:

Норму фосфатного сырья брали в зависимости от содержания свободной P_2O_5 в кислом МКФ в пределах 70-100% от стехиометрии на образование МКФ.

Процесс нейтрализации проводили при 75-80°C и продолжительности 30 мин. В процессе нейтрализации наблюдалось выделение CO_2 из-за взаимодействия свободной H_3PO_4 и $CaCO_3$ с образованием МКФ. Все образцы продуктов взаимодействия получились густыми, в связи с чем они увлажнялись водой для улучшения грануляции. Грануляцию влажных удобрений осуществляли в фарфоровой чашке методом окатывания. Затем гранулы образцов высушивались при 90-95°C. Высушенные продукты анализировались на содержание различных форм фосфора и кальция по методикам [15]. Результаты исследований приведены в таблице.

Таблица 1.

Химический состав односторонних фосфорсодержащих удобрений на основе нейтрализации кислого монокальцийфосфата

Относительная норма по P ₂ O ₅ св. в МКФ	рН 10%- р-ра	P ₂ O ₅ св %	Химический состав, %							$\frac{P_2O_{5\text{св}}}{P_2O_{5\text{общ}}}$, по лим. к-те, %	$\frac{P_2O_{5\text{св}}}{P_2O_{5\text{общ}}}$, по трил.Б, %	$\frac{P_2O_{5\text{вод}}}{P_2O_{5\text{общ}}}$, %
			P ₂ O ₅ общ	P ₂ O ₅ св по лим. к-те	P ₂ O ₅ св по трил.Б	P ₂ O ₅ вод	СаОобщ	СаО _{ув} по лим. к-те	СаОвод			
Нейтрализация кислого МКФ с ММ												
100	2,93	3,04	46,95	45,97	44,54	42,73	16,57	16,04	12,73	97,91	94,87	91,01
90	2,96	2,49	46,64	45,16	43,74	41,62	17,43	16,70	12,68	96,83	93,78	89,24
80	3,01	1,97	46,06	43,85	42,49	39,91	18,41	17,49	12,54	95,20	92,25	86,65
70	3,08	1,15	44,38	41,88	40,59	37,10	19,16	17,98	11,91	94,37	91,46	83,59

Как видно из таблицы полученные продукты содержат $P_2O_{5\text{общ.}}$ от 44,38 до 46,95% с содержанием от 41,88 до 45,97% и от 40,59 до 44,54% усвояемой форм P_2O_5 по лимонной кислоте и трилону Б соответственно. Тогда как водная форма P_2O_5 лежит в пределах 37,10-42,73%. В данном случае их относительные содержания – $P_2O_{5\text{св.}}$ по лим. к-те : $P_2O_{5\text{общ.}}$ = 94,37-97,91%; $P_2O_{5\text{св.}}$ по трил. Б : $P_2O_{5\text{общ.}}$ = 91,46-94,87% и $P_2O_{5\text{вод.}}$: $P_2O_{5\text{общ.}}$ = 83,59-91,01% соответственно.

Статическая прочность гранул фосфорных удобрений варьируются в пределах от 2,15 до 4,72 МПа. По составу и свойствам полученные односторонние фосфорные удобрения соответствуют требованиям

ГОСТа на двойной гранулированный суперфосфат марки «Б» [16].

Таким образом, показана возможность вовлечения карбонатных фосфоритов Центральных Кызылкумов в циклическую технологию двойного суперфосфата. При этом установлено, что при фосфорнокислотном разложении коэффициент разложение фосфатного сырья достигает 94%. Следовательно, с последующей фильтрацией реакционной смеси, кристаллизацией кислого МКФ и его нейтрализация при нормах ММ по отношению свободного P_2O_5 в МКФ способствует получению двойного суперфосфата с приемлемыми физико-химическими свойствами.

Список литературы:

1. Беглов Б.М., Намазов Ш.С. Фосфориты Центральных Кызылкумов и их переработка. –Ташкент, 2013 г. – 460 с.
2. М.А. Шапкин, Т.И. Завертяева, Р.Ю. Зинюк, Б.Д. Гуллер. Двойной суперфосфат. Технология и применение. - Л.: Химия, 1987. 216 с.
3. А.с.343969 СССР. М.Кл С05 b 1/04. Способ получения двойного суперфосфата / М.Е. Позин, Б.А. Копылев, А.В. Фирскина, Ван Ли-шен. Б.И. 1972, № 21.
4. Зинюк Р.Ю., Фомичева Т.И., Шапкин М.А., Позин М.Е. Исследование в области циркуляционного способа производства двойного суперфосфата // Журнал прикладной химии. 1979.Т.52.№7. С. 1445-1450.
5. Молдабеков Ш.М., Жантасов К.Т., Жанмолдаева Ж.К., Алтыбаева Ж.М., Балабеков О.С., Кобланова О. Кинетика разложения низкокачественных фосфоритов фосфорной кислотой и получение двойного суперфосфата циклическим способом//Современные наукоемкие технологии. – 2013, №11. С. 107-112.
6. Ахметова С.О., Шапиро Л.Д., Молдабеков Ш.М. Разработка циклического способа получения двойного суперфосфата из Чилисайских фосфоритов//Комплексное использование минерального сырья. Шымкент, 1994, №5. – С.34-38.
7. Ахметова С.О. Разработка технологии двойного суперфосфата из Чилисайских фосфоритов: Автореф. диссер. ...канд. техн. наук. Шымкент, 1994. 18 с.
8. Мырзахметова Б.Б., Бестереков У., Петропавловский И.А. Получение двойного суперфосфата из фосфоритов Кокджон и Коксу жидкофазным методом // Объединенный научный журнал. – 2012, № 2. - С. 60-64.
9. Myrzakhmetova B., Besterekov U., Petropavlovsky I., Ahnazarova S., Kiselev V., Romanova S. Optimization of decomposition process of Karatau phosphorites/ Eurasian chemico-technological journal. 2012, vol. 14, № 2, PP. 183-190.
10. Мырзахметова Б.Б., Бестереков У.Б., Петропавловский И.А., Почиталкина И.А., Киселев В.Г. Кинетические закономерности разложения низкосортных фосфоритов жидкофазным методом в условиях рецикла маточного раствора//Химическая промышленность сегодня - Москва, 2012. - № 5. - С. 6-9.
11. Ахметова С.О., Ажиметова А.Б., Инков А.М., Менлибаев А. Кинетика разложения низкокачественных фосфоритов Каратау при переработке фосфорнокислотным циклическим способом // Наука и образование Южного Казахстана. - Шымкент, 2001, №23. – С. 35-38.
12. Ахметова С.О., Молдабеков Ш.М. Технология переработки некондиционных фосфоритов Каратау на монокальцийфосфат // Новости науки Казахстана.- Шымкент, 1999, №2.-С. 11-15.
13. Мырзахметова Б.Б. Разработка технологии производства комплексного органоминерального удобрения на основе гуматов местного происхождения. Диссер. канд. техн. Наук. Шымкент, 2012, 145 с.
14. Матусевич Л.Н. Кристаллизация из растворов в химической промышленности.-М.: Химия, 1968.-304 с.
15. Винник М.М., Ербанова Л.Н., Зайцев П.М. и др. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов. – М.: Химия, 1975. – 218 с.
16. ГОСТ 16306-75. Суперфосфат двойной гранулированный.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ ARIN&M ДЛЯ ЗАЩИТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

Содикова Мунира Рустамбековна

соискатель,

Ташкентский химико-технологический институт,

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: munsod@mail.ru

RESEARCH OF THE EFFECTIVENESS OF ARIN & M CORROSION INHIBITORS FOR PROTECTION OF PROCESS EQUIPMENT AND METAL STRUCTURES

Munira Sodikova

Applicant of the Tashkent Chemical Technology Institute,

Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Исследовали эффективность ингибиторов коррозии ARIN&M в качестве консервационных материалов (Z) для защиты технологического оборудования и металлических конструкций от атмосферной коррозии. Для исследований использовали ускоренные коррозионные методы исследования.

ABSTRACT

Investigated the effectiveness of corrosion inhibitors ARIN&M as preservation materials (Z) for the protection of technological equipment and metal structures from atmospheric corrosion. Accelerated corrosion research methods were used for research.

Ключевые слова: противокоррозионная защита, технологическое оборудование, металлоконструкции, защитная эффективность, ARIN&M.

Keywords: anti-corrosion protection, technological equipment, metal structures, protective effectiveness, ARIN & M.

Одним из наиболее распространенных видов коррозии является атмосферная, проявление которой настолько разнообразна, что вопросы постоянного совершенствования антикоррозионных методов не утрачивает своей актуальности. В работе рассмотрены методы защиты металлоконструкций и технологического оборудования от атмосферной коррозии. В целом для защиты от атмосферной коррозии применяют множество различных методов, одним из которых является использование ингибиторов [1-3].

Способ применения ингибиторов коррозии выбирают в зависимости от свойств ингибитора, от конфигурации и размеров механизмов, оборудования или деталей, подвергающихся консервации, от металлов, из которых они изготовлены.

В исследованиях применены ингибиторы класса ARIN&M, которые растворяют в соответствующем растворителе и этим раствором из пульверизатора или кистью равномерно обрабатывают металлическую поверхность, при этом мелкие детали могут окунаются в раствор ингибитора. После испарения растворителя ингибитор ARIN&M остается на поверхности металла и предохраняет ее от коррозии.

Разработанные ингибиторы коррозии ARIN&M [4-8] исследованы для «временной» защиты от атмосферной коррозии технологического оборудования, изделий и конструкций из стали на период эксплуатации, складского хранения, транспортировки и межоперационный период.

Приготовление ингибирующей композиции основной, которого является, ингибиторы коррозии ARIN&M и водного раствора или растворителя готовится перемешиванием до полного растворения ИК ARIN&M.

Ингибирующая композиция ARIN&M наносится в один слой при температурном интервале 20-40°C, путем воздушного распыления на открытом воздухе или в цеховых условиях.

Ускоренные испытания ингибирующих композиций на основе ARIN&M для оценки их защитной способности исследовали при повышенных значениях относительной влажности и температуры воздуха, а также в атмосфере соляного тумана

Сравнение результатов защитной способности нанесенными на них ингибирующими композициями ARIN&M одного типа проводили при выборе одинаковых металлических образцов, методов испытаний и режима.

Защитную способность ингибирующих композиций (ARIN&M) определяли визуально путем сравнения поверхности испытуемой металлической пластинки, цвета и блеска поверхности металлической пластинки.

Результаты гравиметрических исследований составов на основе ингибирующих композиций ARIN&M в 0,5 М растворе NaCl на стали Ст3 приведены в таблице 1 и их использование способствует повышению защитной эффективности. Оптимальная концентрация ИК различного класса ARIN&M

при гравиметрических исследованиях составляет 5 - 10 масс%, при этом защитная эффективность повышается ≥ 50 %. Исследуемый ингибитор ARIN&M-III содержащий в своём составе ВПТФ/ВХПЭ уже в количестве 3 масс.% проявляет защитную эффективность – 76,7%, в то время как ИК ARIN&M-I и ARIN&M-II при соответственном количестве ингибитора имеют показатели защитного эффекта 56,6 и 61,8%.

Таблица 1.

Результаты ускоренных коррозионных испытаний в 0,5 М растворе NaCl. экспозиция 480 часов (20 дней)

№	С добавки, масс%	ARIN&M-I		ARIN&M-II		ARIN&M-III(I)	
		К, г/(м ² ч)	Z, %	К, г/(м ² ч)	Z, %	К, г/(м ² ч)	Z, %
	Контроль	0, 1331		0, 1331		0, 1331	
	0	0,1090	18,1	0,1090	18,1	0,1090	18,1
	3	0,0578	56,6	0,0508	61,8	0,0310	76,7
	5	0,0280	79,0	0,0270	79,7	0,0170	87,2
	7	0,0280	79,0	0,0263	80,2	0,0170	87,2
	10	0,0270	79,7	0,0263	80,2	0,0155	88,3

При ускоренных коррозионных испытаниях в термовлагокамере (таблица 2) защитная эффективность на стали Ст3 ИК ARIN&M- II чуть выше, чем с ARIN&M-I, и при концентрации 5-7 масс.%,

наблюдается высокой защитной эффективности до Z=98 % для ИК ARIN&M-III, т.е ингибитор модифицированный ВПЭТФ.

Таблица 2.

Результаты ускоренных коррозионных испытаний в термовлагокамере. экспозиция 960 часов (40 дней)

№	С добавки, масс%	ARIN&M-I		ARIN&M-II		ARIN&M-III (I)	
		К, г/(м ² ч)	Z, %	К, г/(м ² ч)	Z, %	К, г/(м ² ч)	Z, %
	Контроль	0,0740		0,0740		0,0740	
	0	0,0550	25,7	0,0550	25,7	0,0550	25,7
	3	0,0120	83,8	0,0110	85,5	0,0030	95,9
	5	0,0080	89,2	0,0075	89,9	0,0020	97,3
	7	0,0075	89,7	0,0055	92,6	0,0015	98,0
	10	0,0075	89,7	0,0055	92,6	0,0015	98,0

Наблюдается, что ИК ARIN&M-III прототип ARIN&M-I отличающийся введением в структуру ИК ARIN&M-I вторичных полимеров /ВХПЭ или ВПЭТФ/ содержащие в своей структуре полярные группы позволяющие обеспечить высокую адгезию к металлам и их сплавам, а также способствовать дополнительному пленкообразованию на поверхности металла наряду с антикоррозионной активностью.

Механизм действия предлагаемых полимерсодержащих ингибирующих композиций ARIN&M-III заключается в том, что происходит образование донорно-акцепторных комплексов между молекулами ингибирующей композиции и металлической поверхностью посредством адсорбции. Одним из основных процессов дополнительного формирования пленки является процесс образования дополнительных связей полимер (ВПЭТФ)-металл с которыми можно связать устойчивое защитное действие пленки.

Таким образом, одним из перспективных направлений повышения эффективности ингибирующих свойств служит разработка полимер-содержащих ингибирующих композиций адгезионно -ингибирующего действия, т.е. создание химически модифицированных пленкообразующих ингибиторов коррозии.

Выводы

1. Ускоренные коррозионные испытания показали, что ингибиторы коррозии ARIN&M-I, II, III отличаются высокой защитной эффективностью и могут быть эффективно использованы в качестве консервационных материалов для «временной» защиты от атмосферной коррозии технологического оборудования, изделий и конструкций из стали на период складского хранения, транспортировки и межоперационный период.

2. Для повышения эффективности и стабильности во времени реализуемые ингибиторы коррозии многоцелевого и многофункционального назначения

дополнительно имеют пленкообразующие компоненты из вторичных термопластов /ВХПЭ или ВПЭТФ/ обеспечивающие высокую адгезию к металлам.

3. Разработана и освоена технология опытно-промышленного применения ингибитора коррозии

класса ARIN&M, предложены методы его применения для консервации технологического оборудования и конструкций из стали, а также разработан «Технологический регламент на временную противокоррозионную защиту металлических конструкций и технологического оборудования ингибитором ARIN&M».

Список литературы:

1. Князева Л.Г., Прохоренков В.Д., Остриков В.В., Чернышова И.Ю. Разработка консервационных материалов на основе отработанных масел. //Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2002. № 10. С. 38-40.
2. Вигдорович В.И., Князева Л.Г. и др. Использование летучего ингибитора ИФХАН-118 для защиты сельскохозяйственного оборудования от атмосферной коррозии // Российская сельскохозяйственная наука. 2016. № 1. С. 65-68.
3. Черемисина И.В. Защита металлов от атмосферной коррозии летучими ингибиторами //Ж. Державинский форум. 2018. № 6 С 151-159.
4. Содикова М.Р., Джалилов А.Т., Таджиходжаев З.А. Олигомерные ингибиторы коррозии на основе доступного сырья и их классификация ДАН РУз. 2020. № 3. с.58-59
5. Содикова М.Р., Джалилов А.Т., Абдумавлянова М.К., Содикова Т.С., Мурзаев Р.К., Таджиходжаев З.А. Вторичные материальные ресурсы и ингибиторы коррозии металлов на их основе. Universum: Технические науки: электронный научный журнал. 2020. № 9. с.58-59
6. Содикова М.Р. Вторичные материальные ресурсы и разработка технологии получения олигомерных ингибиторов коррозии металлов на их основе. Композиционные материалы. Узбекский Научно-технический и производственный журнал. 2020. № 12. с.116-122
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 краси-телей”, тезисы докладов, Санкт-Петербург, 29-30 октября 2019г, с.43-44.
8. Содикова М.Р. «ARIN&M» – ингибитор коррозии многоцелевого назначения. Международная научно-техническая конференция молодых ученых «Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности» Могилев, Беларусь, 29–30 октября 2020 г. с.94-95

МОДИФИКАЦИЯ ПОЛИОЛЕФИНОВ С МЕТАЛОКСИДНЫМИ ОЛИГОМЕРНЫМИ МОДИФИКАТОРАМИ

Умаров Шухрат Шарипович

ассистент Термезского филиала
Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Термез.

Тураев Хайит Худайназарович

д-р хим. наук, профессор,
Термезский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Термез
E-mail: hhturaev@rambler.ru

Джалилов Абдулахат Туропович

академик, АН РУз,
директор ООО Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии,
Республика Узбекистан, Зангиотинский р-н, п/о Ибрат
E-mail: gup_tniixt@mail.ru

MODIFICATION OF POLYOLEFINS WITH METAL OXIDE OLIGOMERIC MODIFIERS

Shukhrat Umarov

Assistant at the Termez branch
of the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Republic of Uzbekistan, Termez.

Hayit Turaev

Doctor of Chemical Sciences, Professor, Termez State University,
Republic of Uzbekistan, Termez

Abdulahat Jalilov

Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Director of the Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology,
Republic of Uzbekistan, Zangiotinsky District.

АННОТАЦИЯ

Показано, что введение в полиэтилена и полипропилена металлсодержащего олигомерного антипирена улучшает физико-механические свойства, так же повышаются показатели горючести разработанных полимер-матричных композитов.

ABSTRACT

It is shown that the introduction of a metal-containing oligomeric flame retardant into polyethylene and polypropylene improves the physical and mechanical properties, and the flammability indicators of the developed polymer-matrix composites also increase.

Ключевые слова: полимер, металлсодержащий олигомерный антипирен, модуль упругости, ударная вязкость.

Keywords: polymer, polymer, metal-containing oligomeric flame retardant, modulus of elasticity, impact strength.

Введение

В мире наночастицы, полученные из производных многоосновных кислот, представляют особый интерес для разработки наполнителей, пластификаторов, добавок, модификаторов и антипиренов.

Полиолефиновые термоэластопласты и композиции на основе полярных полимеров находят широкое применение в различных областях техники: транспортное строительство, изоляция электрооборудования, гидроизоляция [1;7;8]. Для улучшения технологических свойств и некоторых эксплуатационных

показателей в данные композиции целесообразно вводить наполнители. При этом, как правило, ухудшается эластичность. Это объясняется многими факторами, в частности, недостаточной межфазной адгезией на границе раздела полимерная матрица-наполнитель [2;3;7]. Таким образом, актуальной задачей полимерной технологии является улучшение взаимодействия полимеров с наполнителями. В полимерной науке и технологии проблему введения наполнителей в композиции решают использованием аппретов, которые химически взаимодействуют с наполнителем и полимером, а также введением адгезионных добавок, улучшающих смачиваемость наполнителя [3;4;7].

В данной работе решалась проблема улучшения механических свойств наполненных смесей полиэтилена и полипропилена полиамида с металлсодержащими соединениями. Целью работы является улучшение механических свойств наполненных полиолефиновых термоэластопластов на основе полиэтиленов и полипропиленов и ацетат металла [3;7]. Разработку исследований полученных материалов на основе полипропилена, содержащих наноразмерные модификаторы, оказывающие влияние на надмолекулярную упаковку макромолекул

полимера и таким образом на его физико-механические характеристики.

Экспериментальная часть. Химическая модификация полипропилена и полиэтилена, т.е. направленное изменение его физических, механических или химических свойств введением в макромолекулу новых функциональных групп, сшиванием или сополимеризацией, представляет большой интерес с научной и практической точки зрения [3;7;8].

В настоящей работе с помощью метода деструкции оксид цинка непосредственно при компаундировании были получены нанокмозиты ПП+Zn и полиэтилен ПЭ+Zn равномерной степени дисперсности неорганической фазы. Присутствия наночастиц Zn в полимерной матрице преобразует свойства базового полимера как показаны в таблицах №1 и №2.

В ходе анализа результатов, было выявлено что введение оксид цинка в полимер улучшает комплекс физико-механических свойств полиолефинов. Стоит отметить, что присутствие атомарных частиц цинка способствует к значительному повышению теплостойкости, модуль при изгибе базового полипропилена [3;7].

Таблица 1.

Физико-механические свойства полученных композиционных материалов на основе полиэтилена

Параметры	ПП-JM350	ПП+ 3%	Параметры
ZnO			ZnO
Плотность, г/см ³	0,9	0,99	Плотность, г/см ³
ПТР, г/10мин	10	11	ПТР, г/10мин
Модуль при изгибе, МПа	1100	1200	Модуль при изгибе, МПа
Удлинение, %	100	95	Удлинение, %
Прочность при растяжении, МПа	24	26	Прочность при растяжении, МПа
Ударная вязкость по Изоду с/н, при+23°C, кДж/м ²	6,5	6,3	Ударная вязкость по Изоду с/н, при+23°C, кДж/м ²

Таблица 2.

Физико-механические свойства полученных композиционных материалов на основе полипропилена

Параметры	ПП-JM350	ПП+ 3% ZnO
Плотность, г/см ³	0,9	0,99
ПТР, г/10мин	10	11
Модуль при изгибе, МПа	1100	1200
Удлинение, %	100	95
Прочность при растяжении, МПа	24	26
Ударная вязкость по Изоду с/н, при+23°C, кДж/м ²	6,5	6,3
HDT 1,8МПа, °C	45	40

Таким образом, улучшение физико-механических свойств и теплостойкости полимерных композитов на основе полипропилена, наполненного частицами цинка/никеля, максимальный эффект достигается при использовании 3 масс. % оксида Zn. По всей видимости, полученный результат можно объяснить препятствиями со стороны Zn, обладающих высокой

собственной прочностью и жесткостью. Полимерные композиты с Zn являются многообещающими функциональными материалами с обширной сферой возможных применений в качестве эффективных модификаторов для полимеров [3;5].

Термические свойства полиэтилена низкой плотности, наполненного металлсодержащего олигомерного антипиренами, характерные характеристики олигомерных антипиренов изучали методами ДСК и СЭМ. Лабораторные исследования показали, что синтезированные олигомерные антипирены могут быть использованы в качестве наполнителей для полимерных материалов[3;6].

Рисунок 1. Термограмма композита полиэтилена наполненного частицами цинка

На основании полученных термограмм были определены температуры начала плавления образцов композитов и температуры, соответствующие достижению максимального эндотермического эффекта плавления, энтальпии плавления и теплостойкость по Вика (таблица 3). Из таблицы 3 видно, что наполнение

Для определения предельного температурного интервала эксплуатации полиэтилена, наполненного металлсодержащими олигомерными антипиренами, были получены термограммы образцов методом дифференциальной сканирующей калориметрии, определена теплостойкость по Вика[2].

Рисунок 2. Термограмма композита полипропилена наполненного частицами цинка

полимера оксидов металлов не оказывает большого влияния на температуру плавления. Введение металлсодержащими олигомерными антипиренами приводит к небольшому увеличению температуры теплостойкости [2].

Таблица 3.

Данные дифференциальной сканирующей калориметрии для композитов на основе полиэтилена, наполненного металлсодержащего олигомерного антипиренами

Состав композиции, масс.ч., на 100 масс.ч. ПЭ	Начало плавление T °C	Пик плавление T °C	ΔH, энтальпия, Дж/г	Теплостойкость по Вика, °C
ПЭ	98	123,8	107,8	138
ПЭ+ 2% ZnO	99	120.7	-75.30	142
ПЭ+ 3% ZnO	102	123.2	-60.73	145
ПЭ+ 5% ZnO	97	122.5	-58.52	149

При использовании в качестве наполнителя 3 мас.% металлсодержащими олигомерными антипиренами наблюдается небольшой прирост температуры начала плавления, однако температуры, соответствующие максимальному эндотермическому эффекту плавления, практически одинаковы для всех рассматриваемых композитов. Поэтому можно принять, что наполнение металлсодержащими олигомерными антипиренами приводит к значительному изменению термостойкости полиэтилена. При введении от 2 до 5 мас.% металлсодержащими

олигомерными антипиренами в полиэтиленовую матрицу несколько возрастает теплостойкость по Вика со 138°C до 149°C[2;6].

ВЫВОДЫ. Доказана возможность использования металлсодержащими олигомерными антипиренами в качестве наполнителя для полимерной матрицы.

Показано, что введение в полиэтилена и полипропилена металлсодержащими олигомерными антипиренами позволяет повысить весь комплекс теплостойкости, а также улучшить физико-механические показатели разработанных ПКМ.

Список литературы:

1. Айзинсон И. Химически активные добавки. / Айз инсон И., Екимов А. Пластике, № 7, 2008. с. 34-39.
2. Аликулова Д.А., Тожиев П.Ж., Тураев Х.Х., Джалилов А.Т. Влияние наполнителей на теплофизические свойства полиэтилена // Universum : Химия и технология : электронный научный журнал 2020 № 8 (74). С. 45-48.

3. Бозорова Н.Х., Тураев Э.Р., Джалилов А.Т. Влияние атомов Zn/Ni на свойства полипропилена // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2020. № 7 (76).
4. Дерягин Б.В., Жеребков С.К. Смачивание минеральных наполнителей каучуками общего назначения. Журнал прикладной химии. № 2, том 1, с. 122-129.
5. Липатов Ю.С. Межфазные явления в полимерах. Киев. 1986. 260 с.
6. Тожиев П.Ж., Нормуродов Б.А., Тураев Х.Х., Нуркулов Ф.Н., Джалилов А.Т. Изучение физико- механических свойств высоконаполненных полиэтиленовых композиций // Universum : Химическая технология : электронный научный журнал 2018 № 2 (47). С. 62-65
7. Чагаев С.В. Модификация наполненных композиций на основе полиолефинов и полярных полимеров резорциновыми смолами : диссертация на соискание кандидата технических наук : - Казань, 2010.- 115 с.: ил. РГБ ОД, 61 10-5/2222
8. Чуков Н.А. Композиционные материалы на основе полипропилена и наноразмерных наполнителей : диссертация на соискание кандидата технических наук : - Нальчик, 2011.- 110 с.: ил. РГБ ОД, 61 11-5/1845.

**МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ АДсорбционных свойств почвы
ПАЛИГОРСКИТНОЙ ГЛИННОЙ****Холов Хуришд Муродиллаевич**

ст. преподаватель,
Навоийский государственный педагогический институт,
Республика Узбекистан, г. Навои
E-mail: sshav85@inbox.ru

Собиров Боходир Бойпулатович

д-р техн. наук, профессор,
Навоийский государственный педагогический институт,
Республика Узбекистан, г. Навои
E-mail: sshav85@inbox.ru

Алланазаров Хасан

Учитель химии средней школы №14 Нуратинского района,
Республика Узбекистан, г. Навои
E-mail: sshav85@inbox.ru

Султонов Шавкат Абдуллаевич

PhD по техническим наукам, доцент,
Навоийский государственный педагогический институт,
Республика Узбекистан, г. Навои
E-mail: sshav85@inbox.ru

METHOD OF INCREASING ADSORPTION PROPERTIES OF PALIGORSKY CLAY SOIL**Khurshid Kholov**

Senior Lecturer
Navoiy State pedagogical institute,
Uzbekistan, Navoi

Boxodir Sobirov

Prof. Dr., Navoiy State pedagogical institute,
Uzbekistan, Navoi

Xasan Allanazarov

The teacher of chemistry of high school №14 Nuratinsky areas,
Uzbekistan, Navoi

Shavkat Sultonov

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences,
Navoiy State pedagogical institute,
Uzbekistan, Navoi

АННОТАЦИЯ

В этой статье исследуются возможности использования характеристик глины в качестве основного инструмента для прогнозирования пригодности растительного масла или масел для отбеливания и очистки. Образец глины с месторождения Навбахор подвергся рентгеновской дифракции. Композитный анализ с использованием атомно-абсорбционной спектроскопии показал, что соотношение $\text{Na}_2\text{O} : \text{CaO}$ составляет около 0,3, что указывает на то, что значение было меньше единицы и что не было бентонита, присутствие которого, как и монтмориллонита, придавало глинам очищающую активность. Кроме того, соотношение $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$, равное 1,12 (больше единицы), указывает на то, что глина подходит для проявления цеолита, а не для отбеливания. Фактические лабораторные тесты для оценки эффективности отбеливания подтвердили предсказание о том, что отбеливающее действие

действительно было низким, о чем свидетельствует уменьшение цвета грязи. Снижение естественной окраски глины составило 9,1%. Это значение увеличилось до 27,3% только после активации 4М H₂SO₄, что слишком мало для эффективного отбеливания.

ABSTRACT

This article explores the possibilities of using the characteristics of clay as a primary tool to predict the suitability of a vegetable oil or oils for bleaching and cleaning. A clay sample from the Navbahor deposit was X-ray diffracted. Composite analysis using atomic absorption spectroscopy showed that the Na₂O: CaO ratio was about 0.3, indicating that the value was less than one and that there was no bentonite, the presence of which, like montmorillonite, conferred cleansing activity on the clays.

In addition, a SiO₂: Al₂O₃ ratio of 1.12 (greater than one) indicates that the clay is suitable for developing zeolite and not for bleaching. Actual laboratory tests to assess the effectiveness of bleaching confirmed the prediction that the bleaching effect was indeed low, as evidenced by the reduction in the color of the dirt. The decrease in the natural color of the clay was 9.1%. This value increased to 27.3% only after activation with 4M H₂SO₄, which is too low for effective whitening.

Ключевые слова: монтмориillonит, палигорскит, композицион, адсорбент, очищающий или отбеливания, оптимизация, активация.

Keywords: montmorillonite, paligorskite, kompozition, adsorbent, clearing or bleachings, optimisation, activation.

Введение

Мы знаем, что сейчас глиняный порошок используется в процессах очистки и отбеливания нефти. В настоящее время порошок отбеливающей глины закупается за границей на основе импорта для использования порошка отбеливающей глины. Отбеливающие глины дешевле и лучшего качества, чем другие адсорбенты. Природные глины различного химического состава, представляющие собой спиртовые гидросиликаты, обладают адсорбционными свойствами с небольшими смесями оксидов щелочных и глинистых оксидов почвенных элементов и оксидов щелочных и щелочноземельных металлов. Связанная и гигроскопичная вода, присутствующая в глинах, увеличивает их активность. Адсорбирующие свойства глин зависят от их пористости и в меньшей степени от химического состава.

Во многих частях нашей Республики есть разные слои глины. Применение глинистых почв долгое время использовалось как наполнители, а затем - очистители. Палигорскитовые глины из глинистых пластов Навбахорского района используются как отбеливатель или очиститель. В период после 2015 года эффективность использования снизилась из-за повышения кислотности и выделения большого количества жиров в виде отходов. В результате научных исследований был подготовлен метод повышения сорбцион-

ных свойств активированных кислотой образцов палигорскита с кислотой на поверхности с различными концентрациями H₂SO₄ (0,5, 1, 3, 5 и 7 моль / л).

Экспериментальная часть

Также оценивалась адсорбционная способность активированного палигорскита активированным углем и обсуждался соответствующий механизм адсорбции. Приготовление активированного угля также очень важно для сорбционных свойств отбеливателя. Результаты показывают, что он обладает хорошей стойкостью к кислоте, структура все еще сохраняется при концентрации кислоты 7 моль / л. Кислотная активация может значительно увеличить площадь поверхности (178, 200, 241, 263, 349 и 318 для 0,5, 1, 3, 5, 7 соответственно) и пористость палигорскита (рис. 1). Эти результаты показали, что кислотная активация является практичным и эффективным методом оптимизации структуры и поверхности палигорскита. Он требует большой осторожности во время процесса активации, потому что если его залить смесью кислоты и воды, может произойти вспенивание и выйти из емкости, что может отрицательно повлиять на желаемый результат.

Процессы активации палигорскита могут удвоить очищающие и отбеливающие свойства, если они проводятся только с кислотой. Добавление присадок действует как катализатор и увеличивает его до пяти раз. **рисунок-1**

Рисунок 1. Активация с кислотой

Процесс активации глины в основном умножает выполняемую функцию, фокусируясь на том, какие продукты получены и используются. Чтобы улучшить отбеливающие и очищающие свойства Палигорскита, его необходимо предварительно измельчать. После измельчения его промывают, и твердый

остаток (из 10 кг палигорскита теряется 8 кг) теряется. Промытый бентонит сушат при 70⁰ С в течение 2 часов. Процессы активации разные (рисунок 2). Наш высушенный продукт обрабатывают 5-молярной серной кислотой.

Рисунок 2. Температурная и временная зависимость процессов активации

Желательно, чтобы соотношение бентонита и раствора кислоты составляло 1: 2. Наш бентонит, растворенный в кислом растворе, хранится 2 дня.

Во время процесса активации бентонита активированный уголь измельчается и перемешивается через 22 часа, не менее чем на 1/500 от точки плавления. Готовый продукт промывают до pH -5 и медленно сушат. Если в процессе стирки будет превышена кислая среда, температура очистки снижается до 20 °С. Если температура не понижается, это приводит к дополнительным процессам в процессе реакции, что предотвращает получение продукта с

определенными свойствами за счет увеличения кислотной или щелочной среды. Например, если кислотная среда выше, она также будет реагировать с кислотой, а это означает, что наши очищенные масла станут красными, а не белыми. По возможности сушку следует проводить при солнечном свете или с помощью осушителей воздуха до 50⁰ С в течение 1 дня. Сушеный бентонит следует хранить не менее 5 дней. Если водородный индекс около 2, т. е. Кислая среда слишком высока, он не будет сохнуть при указанных температурах. Поэтому сушить наш обработанный бентонит легко только после стирки.

Таблица 1.

Процент активации палигарскита в зависимости от состава композитов и концентрации кислоты

№	Состав композитов	Активация 5% ным раствором серной кислоты	Активация 10 % ным раствором серной кислоты	Активация 15% ным раствором серной кислоты	Активация 20% ным раствором серной кислоты
1	PPD, активированный угол, хромат калия.	80	75	85	88
2	PPD, активированный угол, крахмал.	88	90	94	97
3	PPD, активированный угол, крахмал, хромат калия.	85	90	98	99
4	PPD, лимонная кис- лота, крахмал, уголь.	55	60	65	75

Адсорбенты активируются в результате обработки минеральной кислотой, в результате чего структура растворяется. Соединения, такие как ряд ионов металлов и кальций в октаэдрическом слое, также вымываются неорганической кислотой при высоких температурах. Кроме того, края пластинок открываются, и в результате этих изменений диаметр отверстий и площадь поверхности увеличиваются. Диаметр отверстий и площадь поверхности, обработанная кислотой, варьируются от 2,0 до 6,0 нм и от 200 до 400 м² / г соответственно. Чем выше скорость активации, тем выше скорость катионного обмена кислоты в структуре глины с ионами водорода:

Такая обработка приводит к выщелачиванию катионов алюминия, магния и железа из октаэдрического слоя. Активация кислотой способствует каталитическому эффекту за счет увеличения количества кислот Бренстеда и Льюиса. Во время отбеливания кислотные свойства увеличивают количество свободных жирных кислот за счет разрушения молекул триглицеридов, в то время как каталитические свойства отвечают за разложение пероксидов. Важными критериями отбеливания или адсорбции являются количество активированного грунта, доза, время, перемешивание, температура, атмосферное давление и вакуум. Основная функция процесса отбеливания - удаление пероксидов и вторичных продуктов окисления. Также удаляет пигменты и керамику с любых структурных резин и мыла. Процесс отбеливания осуществляется под паром / азотом, в вакууме или в открытом контейнере.

Вакуум дает такие преимущества, как высыхание масла при низких температурах, потеря влаги из глины и отсутствие контакта с кислородом воздуха. Это связано с тем, что активный ил может действовать как катализатор окисления в присутствии кислорода при высоких температурах. Образующиеся

продукты окисления приводят к деградации и короткому сроку службы конечных продуктов. Отбеливание обычно проводят при температуре контакта 80-120⁰ С и под вакуумом в течение 20-40 минут. В течение этого времени абсорбция красителей активным илом может быть сбалансирована, если он достаточно активирован.

Доза отбеливающей глины может варьироваться в зависимости от типа масла.

В химической чистке обычно используется 0,5-2% по весу. Однако можно использовать 2-4% отбеливателя, чтобы удовлетворить окончательные требования к цветам. Кроме того, доза активного бентонита должна быть сведена к минимуму, чтобы устранить загрязняющие вещества, измеренные по восстановлению пероксида. Обычно потеря жира происходит из-за потери масла в фильтрованной массе. Оказывается, типичное значение удержания масла составляет около 40%. Это значение можно уменьшить на 20-30% с помощью соответствующего промежуточного процесса, такого как использование пара или азота в конце фильтрации.

По их оценкам, на каждые 100 кг нового отбеливателя теряется 25-45 кг жира. Мелкий размер частиц грязи дает хорошие результаты отбеливания. Однако это может отрицательно сказаться на скорости фильтрации и задержке масла. Следовательно, необходимы эффективная фильтрация, короткая продолжительность фильтрации и минимизация удерживания масла на фильтрационной корке. Отбеливающие глины обычно имеют влажность 10-18%. Если перед использованием грязь полностью высохнет, ее структура разрушится, а отбеливающая способность снизится по мере усадки поверхности. Кроме того, когда в глину добавляют горячее масло, адсорбционная способность кислого активного ила снижается. Это связано с тем, что влага из бурового раствора очень быстро удаляется и приводит к разрушению структуры бурового раствора. Активированную кислотой глину следует добавить в высушенное в вакууме очищенное масло при температуре 80⁰ С,

а затем быстро довести до рабочей температуры и выдержать при этой температуре в течение достаточного времени для максимального отбеливания.

Выводы

Натуральная глина может использоваться в качестве адсорбента для значительного уменьшения содержания примесей в растительных маслах за счет переработки в процессе адсорбции. Это может быть натуральная активная или активированная глина. Природно активные глины обладают отбеливающей активностью и обладают высокой адсорбционной способностью из-за большой площади поверхности. Однако активированные отбеливающие глины про-

являют гораздо более высокую активность. Активированный обесцвечивающий порошок получают из глины, которая содержит высокую долю монтмориллонитов в результате кислотной активации.

Часто глины, которые демонстрируют высокую естественную отбеливающую способность, не подходят для активации, и большинство глин, используемых для получения активных порошков, не обладают естественной отбеливающей способностью. Корреляция между химическим составом глин и их адсорбционной способностью слабая, ведь слабые адсорбенты могут иметь тот же состав, что и активные. Таким образом, научная база для оценки отбеливающей способности глин, а также реальные тесты включены в лабораторию.

Список литературы:

1. Курасов В.С., Вербицкий В.В. Применение топлива, смазочных материалов и технических жидкостей: учеб. пособие/ КубГАУ. – Краснодар, 2013. – 112 с.
2. Атабеков В.Е., Косяков В.К. Нефть и газ: технологии и продукты переработки. – Ростов н/Д: Феникс, 2014. – 458 с.
3. Xolov X.M., Sobirov B.B., Sultonov Sh.A. Solid State Technology Volume: 63 Issue: 6 Publication Year: 2020. Archives Available @ www.solidstatetechnology.us 13910. Exploitation Effects On Physical And Chemical Processing And Cleaning Of Motor Oils Used In Cars.
4. M.A. Usman, V.I. Ekwueme, T.O. Alaje, and A.O. Mohammed Characterization, Acid Activation, and Bleaching Performance of Ibeshe Clay, Lagos, Nigeria. International Scholarly Research Network. ISRN Ceramics. Volume 2012, Article ID 658508, 5 pages. doi:10.5402/2012/658508.
5. L.L. Richardson, "Use of bleaching, clays, in processing edible oils," Journal of the American Oil Chemists' Society, vol. 55, no. 11, pp. 777–780, 1978.
6. A.O. Oboh, O.C. Aworhi, and O.K. Agagu, "The use of Nigerian clays in vegetable oil refining: evaluation of some Nigerian clays as potential bleaching earths," Nigerian Food Journal, vol. 5, pp. 42–51, 1987.
7. D.F. Valenzuela and S.P. De Souza, "Studies on the acid activation of Brazilian smectitic clays," Quimica Nova, vol. 24, no. 3, pp. 345–353, 2001.
8. Jianxi Zhu^{a,*}, Ping Zhang^{a,b}, Yuebo Wang^c, Ke Wen^{a,b}, Xiaoli Su^{a,b,d}, Runliang Zhu^{a,b}, Hongping He^{a,b}, Yunfei Xi^{e,*} Effect of acid activation of palygorskite on their toluene adsorption behaviors

ПОЛИТЕРМА РАСТВОРИМОСТИ СИСТЕМ NH_4NO_3 - $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ - H_2O **Хошимханова Мухайё Абдаловна**

ассистент

Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Дехканов Зулфикахар Киргизбаевич

д-р. техн. наук., проф.

Наманганского инженерно-технологического института,
Республика Узбекистан, Наманган
E-mail: Zulfikaxor78@mail.ru

POLYTHERM OF SOLUBILITY SYSTEMS NH_4NO_3 - $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ - H_2O **Muhayyo Xoshimxanova**

Assistant

of Tashkent State Technical University named by Islom Karimov
Republic of Uzbekistan, Tashkent,

Zulfikaxar Dexkanov

Namangan engineer-technology institute
Doctor of Sciences, prof. the Faculty of Chemistry,
Republic of Uzbekistan, Namangan

АННОТАЦИЯ

Визуально-политермическим методом изучена растворимость в системах NH_4NO_3 - $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ - H_2O . Политермическая диаграмма растворимости системы NH_4NO_3 - $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ - H_2O построена от эвтектической точки замерзания ($-47,0^\circ\text{C}$) до 40°C . Установлено, что в обоих случаях образование нового химического соединения не происходит. То есть в изученном температурном и концентрационном интервалах исходные компоненты сохраняют свою индивидуальность.

ABSTRACT

Solubility in sistem NH_4NO_3 - $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ - H_2O has been studied by visual-politermyc method. Polytermic diagram of sistem solubility of NH_4NO_3 - $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ - H_2O evutectic point of freezing from ($-47,0^\circ\text{C}$) to 40°C has been built. It has been determined that in both cases of new chemical compound isn't formed. That is initial components keep their individual in studied temperature and concentration ranges.

Ключевые слова: азотная кислота, этиловый спирт, экстракция, нитраты аммония и кальция, температура, концентрация, кристаллизация.

Keywords: nitric acid, extraction, ammonium nitrate, calcium nitrate, temperature, concentration, crystallization.

Введение. В Республике Узбекистан фосфориты месторождения Центральных Кызылкумов являются основным сырьем для производства фосфор содержащих минеральных удобрений. Низкое содержание фосфора, большое значение кальциевого модуля, высокое содержание карбонатов, однако фосфоритов Центральных Кызылкумов практически не пригодными для кислотной переработки с целью получения концентрированных фосфорсодержащих удобрений без стадии их обогащения. В условиях большого дефицита фосфатного сырья вовлечение этих фосфоритов в производство фосфорных удобрений является важной народнохозяйственной задачей.

При извлечении карбоната кальция из фосфатного сырья азотной кислотой, хоть в меньшей степени, происходит и разложение его фосфатного минерала с образованием водорастворимого монокальций-фосфата, переходящего в жидкую фазу по реакции:

Чем больше берется кислоты для обогащения, тем полнее происходит разложение фосфатного минерала что, однако ощутимо снижает выход и содержание P_2O_5 в фосфоконцентрате.

С целью предотвращения потерь P_2O_5 в жидкую фазу, прежде чем разделить нитратноаммонийно-кальцийфосфатно-спиртовую суспензию (НАФСС) на жидкую и твердую фазы, предлагается её нейтрализовать аммиаком до значения $pH = 3$. В процессе аммонизации происходит взаимодействие между монофосфатом и нитратом кальция с аммиаком, в результате чего образуется дикальцийфосфат и нитрат аммония по реакции:

При этом образовавшийся дикальцийфосфат выпадает в осадок и таким образом практически весь фосфор остается в составе фосфоконцентрата.

Для выяснения поведения нитратов аммония и кальция, этанола при их совместном присутствии исследована растворимость в системах $NH_4NO_3 - C_2H_5OH - H_2O$ визуальным-политермическим методом, сведения о которых в литературе отсутствуют [1].

В работах же [2-8] в этой системе обнаружено образование четырех новых соединений:

№ состава	NH_4NO_3 вес. %	$Ca(NO_3)_2$ вес. %	H_2O вес. %	t, °C	Донная фаза
1	15	37,5	47,5	-35	$NH_4NO_3 + Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O + \text{лед}$
2	43,3	41,6	15	+38	$NH_4NO_3 + Ca(NO_3)_2 \cdot 3H_2O + Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$

В треугольной диаграмме нанесены изотермы: -20, -15, -10, -5, 0, 10, 20, 30, 40 и 70°C.

Результаты и их обсуждение. Проведено изучение зависимости бинарная система нитрат аммония – вода описана некоторыми авторами, которая хорошо согласуется с нашими данными. На диаграмме растворимости бинарной системы $C_2H_5OH - H_2O$ кристаллизация льда продолжается до 47,5 %-ного содержания этанола при -39°C. Отсюда

В работе [7] при 0, 20, 30 и 40°C определена плотность тройных растворов нитрата аммония - нитрат кальция - вода при различных составах. Получено уравнение, описывающее зависимость плотности от температуры и состава смесей.

Объекты и методы исследования. Объекты исследования для выяснения поведения нитратов аммония и кальция, этанола при их совместном присутствии исследована растворимость в системах $NH_4NO_3 - C_2H_5OH - H_2O$ визуальным-политермическим методом, сведения о которых в литературе отсутствуют [1].

Тройная система $NH_4NO_3 - NH_4NO_3 - H_2O$ изучена в работе с помощью 12 внутренних разрезов, из которых I-VIII направлены на вершину нитрата аммония, а IX-XII - на вершину воды. Политерма построена в интервале температур от полного замерзания до 65°C. Определены две неинвариантные точки, отвечающие составу:

начинается ветвь кристаллизации $C_2H_5OH \cdot 2H_2O$, которая пересекает ветвь кристаллизации $C_2H_5OH \cdot H_2O$ в точке содержащей 67,0% C_2H_5OH и 33,0% H_2O при -56°C.

На основе политермы растворимости бинарных систем и внутренних разрезов построена политермическая диаграмма растворимости системы $NH_4NO_3 - C_2H_5OH - H_2O$ от эвтектической точки замерзания (-47,0°C) до 40°C, которая представлена на рис. 1.

Рисунок 1. Политермическая диаграмма растворимости системы $\text{NH}_4\text{NO}_3 - \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} - \text{H}_2\text{O}$

Фазовая диаграмма состояния изученной системы характеризуется наличием полей кристаллизации льда, α , β , γ модификации NH_4NO_3 , одно- и двухводных форм этанола. На диаграмме через каждые 10°C нанесены изотермы растворимости. Указанные поля

на диаграмме сходятся в двух тройных и шесть двойных узловых точках системы, для которых определены составы равновесного раствора и соответствующие им температуры кристаллизации (табл. 1).

Таблица 1.

Двойные и тройные точки системы $\text{NH}_4\text{NO}_3 - \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} - \text{H}_2\text{O}$

Состав жидкой фазы, %			Температура кристаллизации, $^\circ\text{C}$	Твердая фаза
NH_4NO_3	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	H_2O		
42,8	-	57,2	-16,8	Лед + $\text{NH}_4\text{NO}_3 - \alpha$
37,1	12,4	50,5	-22,0	то же
28,5	28,6	42,9	-30,4	//
20,8	43,7	35,5	-47,0	Лед + $\text{NH}_4\text{NO}_3 - \alpha + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
19,2	48,2	32,6	-47,8	$\text{NH}_4\text{NO}_3 - \alpha + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
11,4	64,6	24,0	-70,0	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{NO}_3 - \alpha$
8,0	73,1	18,9	-71,0	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \cdot \text{H}_2\text{O}$
49,4	-	50,6	-9,8	$\text{NH}_4\text{NO}_3 - \alpha + \text{NH}_4\text{NO}_3 - \beta$
47,2	5,8	47,0	-10,5	то же

Состав жидкой фазы, %			Температура кристаллизации, °С	Твердая фаза
NH ₄ NO ₃	C ₂ H ₅ OH	H ₂ O		
44,8	10,8	44,4	-11,2	//
39,2	24,1	36,7	-15,7	//
30,8	41,4	27,8	-27,6	//
21,2	62,9	15,9	-40,0	//
19,3	68,0	12,7	-49,0	//
71,8	-	28,2	32,5	NH ₄ NO ₃ - β + NH ₄ NO ₃ - γ
69,4	6,4	24,2	31,8	то же
12,6	15,2	22,2	30,0	//
56,6	25,9	17,5	27,2	//
50,8	38,8	10,4	23,6	//
44,4	55,6	-	18,5	//
-	47,5	52,5	-39,0	Лед + C ₂ H ₅ OH·2H ₂ O
10,5	46,4	43,1	-41,8	то же
16,3	45,2	38,5	-44,0	//
-	67,0	33,0	-56,0	C ₂ H ₅ OH·2H ₂ O + C ₂ H ₅ OH·2H ₂ O
6,7	66,1	27,2	-58,0	то же
10,2	65,0	24,8	-62,8	//

Согласно полученным результатам в изученном температурном концентрационном интервале системы NH₄NO₃ - C₂H₅OH - H₂O, образование нового химического соединения не происходит. Особенность диаграммы растворимости является в том, что компоненты системы оказывают высаливающее действие друг на друга.

Выводы: Таким образом, на основе изученных политермических диаграмм растворимости можно заключить, что компоненты данных систем оказывают высаливающие действия друг на друга. Компоненты системы в изученных температурных и концентрационных интервалах не образуют новые химические соединения, системы относятся к простому эвтоническому типу.

Список литературы:

1. Трунин А.С., Петрова Д.Г. Визуально-политермический метод / Куйбышевский политехнический Институт. – Куйбышев: Деп. в ВИНТИ, 1977, с. 94, № 584-78 Деп.
2. Каганский И.М., Варламов М.Л., Попова И.М. Изучение растворимости в системе CO(NH₂)₂ - Ca(NO₃)₂ - H₂O // Исследования в области неорганической технологии. Соли. Окислы. Кислоты. / Под ред. М.Е. Позина и Н.И. Никитина. – Л.: Наука. – 1972. – С. 77-80.
3. Шенкин Я.С., Ручнова С.А. Изобары растворимости в системах NH₄NO₃ - NH₄Cl - H₂O и NH₄NO₃ - Ca(NO₃)₂ - H₂O при атмосферном давлении // Журнал неорганической химии. – 1971. – т.16. – № 12. – С. 3323-3326.
4. Lamberger M.J., Paris R. Изучение системы вода – нитрат кальция – нитрат – аммония // Bulletin de la Societe Chimique de France. – 1950. – №5-6. – С. 546-552. – Франц.
5. Flatt R., Fritz P. Изучение системы Ca⁺⁺ - NH₄⁺ - H⁺ - NO₃⁻ - PO₄³⁻ - H₂O. II. Системы Ca⁺⁺ - H⁺ - NO₃⁻ - H₂O, NH₄⁺ - H⁺ - NO₃⁻ - H₂O и Ca⁺⁺ - NH₄⁺ - NO₃⁻ - H₂O при 25°C // Helvetica Chimica Acta. – 1950. – т.33. – № 7. – С. 2045-2056. – Франц.
6. Васильева С.И. Исследование тройной системы нитрат кальция – нитрат аммония – вода при 25°C // Сборник науч.труд. «Физико-химические исследования равновесий в растворах» / Ярославский гос. пед. инс-т 1972. – вып. 103. – С. 13-18.
7. Турсунбоев Ф., Саодатов А.А., Дехканов З.К. Теоретический анализ регенерации спирта из нитратно-аммонийнокальциевого раствора с применением диаграммы растворимости четырехкомпонентной системы Ca(NO₃)₂-NH₄NO₃-C₂H₅OH-H₂O при 70°C // Universum: Химия и биология. -2019. - № 1(55). - С. 23-26.
8. Хошимханова М.А., Исмоилова Г.И., Дехканов З.К., Арипов Х.Ш. Исследование физико-химических свойств аммонизированной нитро-кальций фосфатной спиртовой пульпы // Universum: Химия и биология.-2020. - № 4(70). - С. 25-28.

DOI: 10.32743/UniTech.2021.83.2-3.71-76

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ЭКСТРАКЦИОННОЙ
ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ ИЗ МЫТЫХ ВЫСУШЕННЫХ ФОСФОРИТОВ****Хуррамов Наврузбек Ибраимович***базовый докторант Навоийского отделения
Академии Наук Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Навои
E-mail: nava2121@mail.ru***Нурмуродов Тулкин Исамуродович***д-р техн. наук
Навоийского государственного горного института,
Республика Узбекистан, г. Навои
E-mail: t.nurmurodov@gmail.com***Эркаев Ақтам Улашевич***д-р техн. наук, профессор,
Ташкентского химико-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Ташкент***INVESTIGATION OF THE PROCESS OF OBTAINING EXTRACTION PHOSPHORIC ACID
FROM WASHED DRIED PHOSPHORITES****Navruzbek Khurramov***Doctoral student of the
Navoi Branch of the Academy of sciences of the Republic Uzbekistan,
Uzbekistan, Navoi***Tulkin Nurmurodov***Doctor of Technical Sciences
Navoi State Mining Institute,
Uzbekistan, Navoi***Aktam Erkaev***Doctor of Technical Sciences Professor
Tashkent Institute of Chemical Technology,
Uzbekistan, Tashkent***АННОТАЦИЯ**

Экстракционная фосфорная кислота (ЭФК) является одним из самых востребованных минеральных кислот химической промышленности. Экстракционный способ производства ЭФК является преобладающим (95 % от общего количества), поскольку он потребляет меньше энергии. Целью работы является разработка оптимальных вариантов получения ЭФК из необожженных фосфоритов. В данной статье изучены варианты получения ЭФК из фосфоритов Центральных Кызылкумов, влияние нормативного количества серной кислоты на получение ЭФК из концентрации фосфоритного кека, определены оптимальные варианты использования серной кислоты и оборотных растворов для получения ЭФК. Полученные результаты дают возможность обосновывать экстракционный способ получения ортофосфорной кислоты из необожженных фосфоритов Центральных Кызылкумов, установить оптимальные параметры расхода реагирующих веществ, а также правильного ведения технологического процесса.

ABSTRACT

Extraction phosphoric acid (EFA) is one of the most popular mineral acids in the chemical industry. The extraction method of EFA production is predominant (95 % of the total amount), because it consumes less energy. The aim of this work is to develop optimal options for obtaining EFA from unfired phosphorites. This article examines the options for obtaining EFA from phosphorites of Central Kyzylykum, the influence of the standard amount of sulfuric acid on obtaining

EFA from the concentration of phosphorite cake, and determines the optimal options for using sulfuric acid and recycled solutions for obtaining EFA. The obtained results make it possible to justify the extraction method for obtaining orthophosphoric acid from unfired phosphorites of Central Kyzylkum, to establish the optimal parameters of the consumption of reacting substances, as well as the correct conduct of the technological process.

Ключевые слова: необожженный фосфорит, кислота, фильтрация, норма кислоты, оборотный раствор, экстракция, серная кислота, высота пены.

Keywords: unfired phosphorite, acid, filtration, acid rate, circulating solution, extraction, sulfuric acid, foam height.

Введение

Фосфор и его соединения играют важную роль во всех живых организмах, а также в растительном мире. В связи с этим, минимальное содержание P_2O_5 в составе фосфатного сырья, проблемы его переработки, заставляют внедрить новых подходов и технологий в промышленность. Этот недостаток считается актуальной проблемой и представляет большой научный и практический интерес.

В Узбекистане в качестве сырья для производства экстракционной фосфорной кислоты в основном являются низкосортные фосфориты Центральных Кызылкумов. Стоит также отметить, что, удовлетворение спроса на фосфорсодержащие удобрения, помимо развития агропромышленного комплекса остается актуальным вопросом сегодняшнего дня [1-2].

Сегодня ведется большая научная работа по обогащению фосфоритного сырья и получению из него фосфорсодержащих удобрений, удовлетворяющих потребности сельскохозяйственных культур в фосфорных удобрениях. Сегодня Фосфорную кислоту и на его основе получаемые фосфорные удобрения производится с использованием термически обожженного фосфорита. Учеными нашей республики проводится большая научно – практическая работа по превращению фосфора в фосфорсодержащие удобрения. В настоящее время фосфорная кислота имеет очень широкий спектр областей применения. Он применяется во многих областях промышленности, а также в медицине, машиностроении. Но основным его потребителем является сельское хозяйство [3-4]. Разработаны различные нормы получения фосфорных кислот из фосфоритовых руд и производства на их основе различных фосфорсодержащих удобрений.

На сегодняшний день в промышленности ЭФК получают с использованием мытого обожженного фосфоконцентрата.

Основной целью исследований является получение ЭФК путем переработки с серной и циркулирующей фосфорной кислотой. Задачей исследования является получение ЭФК из концентрации мытого высушенного фосфорита, а также обоснование его экономической эффективности [5].

Объект и методика исследования

В качестве объекта исследования использовали концентрат Кека, следующим составом: 23,0% P_2O_5 ; 51,25% CaO; 2,59% SO_3 ; 0,94% F. Кек – получают в процессе обесшламования, как промежуточный

продукт, который промывают, сушат и выделяют из 3-гидроциклона. В процессах после концентрирования Кека получают фосфоритную муку и термически обожженную концентрацию фосфорита.

В данной исследовательской работе применялось получение фосфорной кислоты из природных фосфоритов дигидратом методом и для проведения экспериментального процесса использовали экстракционную фосфорную кислоту (ЭФК – 15,1% P_2O_5), серную кислоту – 96% и образец фосфорита (кек). При реализации процесса были созданы непрерывная электрошлапка и замкнутая реакционная система.

Количество P_2O_5 , содержащегося в образцах, определяли фотометрическим методом на модельном УФ-Вид спектрофотометре UV-1280. Количество кальция определяли титрованием.

Рентгенологический анализ проводили на эмпирическом паналитическом модельном приборе с использованием порошкового рентгеновского режима фосфогипса, который образовался при получении ЭФК.

Полученные результаты и их обсуждение

Реакция разложения фосфорита со смесью серной и фосфорной кислот протекает следующим образом:

Процесс разложения и концентрирования ЭФК осуществляется в основном за счет осаждения сульфата кальция в виде дигидратов, полугидратов и ангидридов в зависимости от температуры [6-8].

Прежде всего, расход кислоты рассчитывали по отношению к количеству оксида кальция, содержащегося в первичной руде, а для проведения экспериментальных работ использовали 96% серной кислоты и 15% циркулирующий ЭФК. Экстракцию фосфорной кислоты из кека концентрацией в различных кислотных нормах проводили при 80 °C температуре. В рамках научно-исследовательской работы рассматривалось пенообразование и контроль его в ходе технологического процесса.

В описанных выше химических реакциях образец фосфорита сначала вводили в циркулирующий раствор ТФК, а затем смешивали с добавлением над ним серную кислоту. Кинетика реакции наблюдалась во всех процессах.

На втором этапе процесса ЭФК из АО “Аммофос-Максам” использовали в качестве циркулирующего раствора. Оказалось, что концентрация кислоты в этом составлял 15,1%.

Для экспериментальных работ были приготовлены циркулирующие кислотные смеси из серной кислоты и экстрактивных фосфорных кислот. Целью этого является уменьшение концентрации серной кислоты и определение температуры и плотности кислотных смесей. Также планируется

изучить процессы в каждом варианте, то есть в каком порядке происходит реакция. Снижение концентрации кислоты с помощью циркулирующего ЭФК, который добавляют к ней при норме серной кислоты 100, представлено в таблице 1.

Таблица 1.

Основные параметры полечения смеси кислот

№	m H ₂ SO ₄	m обратного раствора	% кислот	t кислот	ρ
1	45,15	-	96	20	1,835
2	45,15	5,25	86	72,5	1,745
3	45,15	11,87	76	91	1,689
4	45,15	20,52	66	98	1,612
5	45,15	32,24	56	103	1,542

В приведенной выше таблице представлены циркулирующие массы ЭФК для снижения концентрации серной кислоты на каждые 10% и соответствующие им изменения температуры и плотности. Наблюдалось повышение температуры кислотной смеси с увеличением массы добавляемых циркулирующих ЭФК.

В ходе эксперимента были изучены такие случаи, как изменение температуры, декарбонизация и пенообразование при обработке смесью предварительно приготовленных кислот (серной и фосфорной) необожженного образца фосфорита (табл. 2).

Таблица 2.

Результаты, полученные при обработке фосфорита кислотной смесью

№	Масса фосфорита, г	Масса смесью кислот, г.	Температура, t, °C	Масса потеря, г	Высота пены, мм	Примечание
1	50	-	20	2	13-15	Образовалась густая масса. Температура 85-90°C.
2	50	50,4	60	1,5	30	Когда кислотная смесь вводилась в образец фосфорита, реактор быстро перегревался из-за экзотермической реакции. Образовалась густая масса.
3	50	57	55	2,6	28-30	Образовалась густая масса. В ходе реакции образовалась пена.
4	50	65,6	45	2,67	25-28	В ходе процесса образуется одинарный реакционной смесь.
5	50	77,3	42	2,5	16-18	Пенообразование уменьшилось. Когда фосфорит заливают в кислоту, температура относительно снизился.

Вышеуказанные экспериментальные работы проводились в течение определенного периода времени. В данной таблице изучено образование пен в процессе, сопровождающееся незначительным изменением температуры реакции при обработке образцов фосфоритов кислотными смесями. Среди вышеперечисленных экспериментальных исследований было установлено, что наиболее оптимальным является опыт в 5-м варианте.

После обработки образца фосфорита серной кислотой и циркулирующими ЭФК проводили вакуумную фильтрацию (0,4 – 0,6 бар) для разделения пульпы на жидко-твердые части. Установлено, что скорости фильтрации растворов, образующихся при изменении кислотной нормы, различны. Плотности ЭФК и промывок, полученных в результате реакций, представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Плотности жидких образцов при получении ЭФК (20°C)

№	ЭФК	Промывок 1	Промывок 2	Промывок 3
1	1,219	1,158	1,089	1,012
2	1,216	1,158	1,088	1,011
3	1,216	1,160	1,089	1,011
4	1,218	1,116	1,090	1,026
5	1,227	1,145	1,054	1,015

В приведенной выше таблице плотности каждого полученного ЭФК и поэтапных промывок представлены в определенном порядке. Также была проведена 3-х ступенчатая промывка. При этом плотность кислоты составляла 1,216-1,227 г/см³.

Проведен химический анализ ЭФК и фосфогипсов, полученных в результате экспериментальных работ (табл. 4).

Таблица 4.

Химический анализ ЭФК и фосфогипса (норма серной кислоты 100)

№	% кислот	Наименование	P ₂ O ₅	CaO	SO ₄
1	76	ЭФК	17,69	0,21	2,76
2	66	ЭФК	17,55	0,19	3,25
3	56	ЭФК	17,93	0,20	3,85
4	76	Фосфогипс	8,31	11,93	41,76
5	66	Фосфогипс	2,16	34,47	47,0
6	56	Фосфогипс	1,34	33,91	44,27

Рентгеноструктурный анализ отфильтрованных фосфогипсов проводили на Эмпирическом пана-литическом моделирующем приборе (рисунок 1 и 2)

с использованием термокамерного порошкового рентгеновского режима высокого разрешения.

а

б

а). Фосфогипс, полученный с 96% - ной кислотой б). Фосфогипс, полученный с 56% - ной кислотой

Рисунок 1. Рентгеноструктурный анализ фосфогипсов, полученных при снижении концентрации серной кислоты циркулирующими ЭФК

По результатам рентгенографии установлено, что уровень чистоты фосфогипсов, полученных при

снижении концентрации серной кислоты циркулирующими ЭФК, высок.

Таблица 5.

Окончательные результаты экспериментальных работ, выполненных в случае использования экстракционной фосфорной кислоты, привезенной из АО "Аммофос-Максам" в качестве циркулирующего раствора

Наименование	т, г смесь кислот	т, г обратного раствора	С, % обратного раствора	т, г жидких фаз	Влажность фосфо- гипса, %	Скорость фильтрации, кг/м²*с
№1						
ЭФК	45,15	236,11	15	190,1	27	68,45
Промывок 1		118,05	12	124,6	22	81,27
Промывок 2		118,05	6	120,4	24,5	162,77
Промывок 3		118,05	0	119,3	27,5	300,01
№ 2						
ЭФК	50,4	230,86	15	180,7	27,5	89,76
Промывок 1		118,05	12	123,4	26	109,52
Промывок 2		118,05	6	122,5	27	132,05
Промывок 3		118,05	0	120,8	28,5	231,84
№ 3						
ЭФК	57	224,24	15	184,2	32	101,23
Промывок 1		118,05	12	122,5	32	113,77
Промывок 2		118,05	6	121,9	29,5	149,85
Промывок 3		118,05	0	121,2	30	240,77
№ 4						
ЭФК	65,6	215,59	15	194,5	25	237,65
Промывок 1		118,05	12	122,1	33,5	131,47
Промывок 2		118,05	6	120,7	33,5	122,87
Промывок 3		118,05	0	122,3	35,5	122,56
№ 5						
ЭФК	77,3	209,87	15	183	20	7017,06
Промывок 1		118,05	12	130,8	29,5	774,76
Промывок 2		118,05	6	122,2	32	683,7
Промывок 3		118,05	0	122,4	32,5	710,91

В приведенной выше таблице представлены окончательные результаты экспериментальных работ, выполненных в случае использования экстракционной фосфорной кислоты, привезенной из АО "Аммофос-Максам" в качестве циркулирующего раствора. Определяли ЭФК, образующиеся в процессе и количество промываемых растворов на каждой стадии, влажность фосфогипса и скорость фильтрации.

Заключение

В результате проведенных нами исследований было установлено снижение образования пены при

экстракции ЭФК из необожженных фосфоритов, а также увеличение количества P_2O_5 . При этом, снижением концентрации серной кислоты удалось уменьшить пенообразование в 2 раза.

В процессе получения ЭФК из необожженного фосфорита при использовании циркулирующего раствора было установлено, что содержание P_2O_5 из 15% повышалось до 17,93%.

Полученные рентгенограммы образцов, показали, что уровень чистоты фосфогипсов, полученных при использовании 56% серной кислоты, составляет 95%.

Список литературы:

1. Бахриддинов Н.С., Намазов Ш.С., Эркаев А.У., Абдуллаев Б.Д. Экстракционная фосфорная кислота из фосфоритов Центральных Кызылкумов // Узб. хим. ж. 1991. № 2. С. 65-67.
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. 304с. ISBN 5-9616-0212-5.
3. Нурмуродов Т.И., Эркаев А.У., Мирзаев А.У., Ахтамова М.З. Исследование процесса получения экстракционной фосфорной кислоты из фосфоконцентрата Центральных Кызылкумов // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. 2018. № 7(52). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/6162>
4. Умаров Ш.И., Меликулова Г.Э., Усманов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Экстракционная фосфорная кислота из обогащенного азотной кислотой мытого, обожженного фосконцентрата Центральных Кызылкумов // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. 2017. № 8(41). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/5051>
5. Трухан В.Г. Интенсификация производства экстракционной фосфорной кислоты на основе исследования и совершенствования стадий концентрирования и фильтрования. Автореферат канд. техн. наук. Москва 2011 г.
6. Н.И. Хуррамов., Нурмуродов Т.И., Бозорова Н.Н., Каримова З.У. Изучение реологических свойств растворов и пульп, образующихся в процессе получения дикальций фосфата // Химическая технология. Контроль и управления. Научный журнал. Ташкент 2020, №3 (93) С. 5-10
7. Нурмуродов Т.И., Турсунова С.У., Хуррамов Н.И., Утамуродов Э.А. Исследование очистки экстракционной фосфорной кислоты, полученной из фосфоритов Центральных Кызылкумов // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. Нурмуродов Т.И. [и др.]. 2018. № 7 (52). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/6166>.

DOI: 10.32743/UniTech.2021.83.2-3.77-82

**ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА КОНВЕРСИИ ХЛОРИДА КАЛИЯ
В ПРИСУТСТВИИ ДИЭТИЛАМИНА****Эшметова Дилафруз Зухриддиновна**

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

Джандуллаева Мунаввара Сапарбаевна

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

Бобокулов Акбар Носирович

ст. преподаватель
Ташкентского химико-технологического института
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Тоиров Зокир Каландарович

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

Эркаев Актам Улашевич

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

Хазратова Шахризода Ориф кизи

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

**STUDY OF THE PROCESS OF POTASSIUM CHLORIDE CONVERSION
IN THE PRESENCE OF DIETHYLAMINE****Dilafruz Eshmetova**

Doctoral student
of Tashkent Chemical Technology Institute
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Munavvara Djandullayeva

Assistant professor
of Tashkent Chemical Technology Institute
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Akbar Bobokulov

Lecturer
of Tashkent Chemical Technology Institute
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Zokir Toirov

Assistant professor
of Tashkent Chemical Technology Institute
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Aktam Erkayev

*Professor
of Tashkent Chemical Technology Institute
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Shakhrizoda Khazratova

*Professor
of Tashkent Chemical Technology Institute
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

Целью исследования является установление закономерностей процесса получения сульфата калия конверсией хлорида калия серной кислотой в присутствии диэтиламина. Для повышения эффективности процесса определена оптимальная очередность подачи исходных компонентов. Изучено влияние технологических факторов на выход и влажность продукта. Рентгенофазовым, микроскопическим и энергодисперсионными анализами установлен химический и минералогический состав образующихся продуктов. Определены реологические свойства промежуточных растворов и суспензий.

ABSTRACT

The aim of the study is to study the regularities of the process of obtaining potassium sulfate by conversion of potassium chloride with sulfuric acid in the presence of diethyl amine. To increase the efficiency of the process, the optimal order of feeding the initial components has been determined. The influence of technological factors on the yield and moisture content of the product has been studied. X-ray phase, microscopic and energy dispersive analyzes have established the chemical and mineralogical composition of the formed products. The rheological properties of intermediate solutions and suspensions have been determined.

Ключевые слова: сульфата калия, хлорид калия, диэтиламин, серная кислота, конверсия, энергодисперсионный спектр, рентгенограмма.

Keywords: potassium sulfate, potassium chloride, diethyl amine, sulfuric acid, conversion, energy dispersive spectrum, X-ray diffraction pattern

При получении неорганических солей широкое применение нашли амины [1-5], одним из которых является диэтиламин.

Использование диэтиламина для создания условий высаливания получаемых неорганических солей позволяет создавать энергосберегающие технологии получения различных солей [6].

В литературе отсутствуют данные о влиянии технологических параметров на отдельные стадии процесса получения сульфата калия сернокислотной конверсией хлорида калия в присутствии диэтиламина.

В экспериментах в качестве исходных компонентов использовали белый кристаллический хлорид калия, полученный из флотационного хлорида калия АО «Дехканабадский калийный завод» серную кислоту концентрацией 93.5% и диэтиламин Российского производства.

Опыты по изучению влияния последовательности подачи исходных компонентов в процесс получения сульфата калия конверсией хлорида калия серной кислотой проводили при температуре 60 °С и продолжительности процесса 40 минут (табл. 1-3).

При изучении ниже приведенной реакции норма исходных компонентов была принята стехиометрической:

Полученные данные показали, что наилучшие показатели по выходу продукта и скорости фильтрации были достигнуты в третьем и четвертом вариантах (табл.1). Во втором, третьем и четвертом вариантах подачи исходных компонентов скорость фильтрации по твердой фазе и выход продукта составил 931,3; 2039,7; 1929,8 кг/м²*час и 29,79; 54,65 и 59,52% соответственно.

Влажность осадков и соотношения Ж:Т в зависимости от варианта подачи исходных компонентов колеблются в интервалах 14,13-27,88% и 3,39-7,41:1 соответственно. Содержание остаточного хлора с табл.2 в продуктах находится в интервале 0,7-9,53%, а самое низкое содержание хлора наблюдается в четвертом варианте.

Таблица 1.

Влияние очередности подачи исходных реагентов на параметры процесса получения сульфата калия

Варианты	Очередность подачи исходных компонентов				Соотношение Ж:Т	Влажность осадка, %	Скорость фильтрации, кг/м ² *ч		Продукта, %
	(C ₂ H ₅) ₂ NH	H ₂ SO ₄	KCl	H ₂ O			По твердой фазе	По жидкой фазе	
1	4	3	2	1	4.83:1	14,13	1355.3	6546.6	46,09
2	3	2	4	1	7.41:1	19,40	931.3	6898.7	29,79
3	2	3	4	1	3.39:1	27,88	2039.7	6911.3	54,65
4	3	4	2	1	3.69:1	17,24	1929.8	7486.9	59,52

*-температура процесса -60°C, продолжительность – 30 мин.

-количество исходных компонентов по стехиометрии на образование K₂SO₄ (по реакции).-количество H₂O – 39,93% от суммы исходных компонентов.

Таблица 2.

Химический состав продукта и фильтрата

№	Содержание компонентов в продукте, масс. %			Содержание компонентов в фильтрате, масс. %		
	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
1	53.09	2.12	73.28	3.07	11.76	7.92
2	43.86	2.29	72.45	3.37	11.43	8.52
3	49.78	9.53	48.93	1.63	11.73	5.03
4	43.26	0.7	104.6	2.28	12.21	5.1

*-номера образцов соответствуют номерам таблицы 1.

Рисунок 1. Энергодисперсионный спектр образцов

Номера образцов соответствуют номерам табл. 1.

Энергодисперсионный анализ (рис. 1, табл. 3) продуктов показал, что в первом и четвертом варианте

подачи исходных компонентов получается продукт с наименьшим содержанием хлора, а образование кристаллов сульфата калия наблюдается во всех вариантах.

Таблица 3.

Элементный состав образцов сульфата калия по EDS

№ проб соответ. номерам таблицы 1	Содержание элементов, %			
	K	S	O	Cl
1	46.12	18.32	35.57	-
2	44.11	18.41	36.40	1.08
3	44.91	18.75	32.46	3.87
4	47.27	17.33	35.39	-

*-номера образцов соответствуют номерам таблица

Результаты микроскопического анализа (рис.2) показали, что в осадке образцов 1,2 и 4 однородные крупные кристаллы сульфата калия размером $ex3x$, которые обеспечивают высокую степень разделения фаз и скорость фильтрации образующейся в результате конверсии суспензии.

Из рентгенограмм (рис. 3 и таб. 4) видно, что минералогический состав продуктов состоит из K_2SO_4 , KCl и Et_2NH_4HCl , их содержание колеблется в интервалах 72-82; 1-5 и 13-24% соответственно.

Таблица 4.

Минералогический состав продуктов реакции по рентгенофазовому анализу

№ проб соответ. номерам таблицы 1	Содержание компонентов, масс. %					
	K_2SO_4	Ref.Code	KCl	Ref.Code	Et_2NH_2HCL	Ref.Code
1	72	00-005-0613	4	01-078-3876	24	01-076-5789
2	72	00-005-0613	2	01-078-3876	24	01-076-5789
3	79	00-005-0613	1	01-078-3876	20	01-076-5789
4	82	00-005-0613	5	01-078-3876	13	01-076-5789

1

2

3

4

Рисунок 2. Микрофотография кристаллов номера образцов соответствуют номерами табл. 1

1

2

3

4

Рисунок 3. Рентгенограммы образцов

Номера образцов соответствуют номерам табл.1.

Таблица 5.**Реологические свойства фильтрата**

№	Плотность (г/см ³) при температуре, °С				Вязкость (сПз) при температуре, °С				Светопреломление
	20	40	60	80	20	40	60	80	n ²⁰
1	1095	1090	1085	1080	13.05	8.01	4.10	2.80	1.397
2	1105	1100	1095	1085	12.84	8.03	4.27	3.171	1.398
3	1055	1050	1045	1040	13.92	8.47	4.41	3.30	1.401
4	1071	1061	1053	1040	13.59	8.61	4.46	3.70	1.403

*-номера образцов соответствуют номерам таблицы 1

Для проведения технологических расчетов необходимо знать реологические свойства суспензии и жидкой фазы реакционной системы. С изменением очередности подачи исходных компонентов в процесс при температуре от 20 до 80 °С плотность и вязкость фильтратов колеблются в интервалах 1,040-1,095 г/см³ и 2,80-13,59 сПз соответственно (табл.5).

Как показали результаты экспериментов (табл.1) соотношение Ж:Т в реакционной системе колеблется от 3.64:1 до 4.41:1, но с учётом непредвиденных технологических колебаний параметров при определении реологических свойств суспензии Ж:Т варьировали в интервале 1.5:8-1.

Рисунок 4. Номограмма для определения вязкости (а) и плотности (б) суспензии, образующейся при получении сульфата калия, в зависимости от соотношения Ж:Т и температуры

Данном номограмма, которая позволяет быстро без использования специальных приборов определять плотность и вязкость системы при заданных температуре и соотношении Ж:Т. Например для определения реологических свойств суспензии при 40° С соотношении Ж:Т= 4:1 проводим параллельные линии aa_1 к координате Ж:Т и bb_1 к координате $t^{\circ}\text{C}$. От точки их пересечения проводим перпендикуляр к плоскости ABCD до пересечения с кривой $a_1a'_1$ (или $b_1b'_1$).

В результате находим значения плотности (а) и вязкости (б), которые равны 1200кг/м³ и 17.80 сПз соответственно.

Таким образом, при изученных нормах исходных компонентов, наилучшие техноаналитические показатели достигаются при следующей последовательности подачи в реактор исходных компонентов: вода, хлорид калия, диэтиламин и серная кислота.

Список литературы:

1. Бобокулов А.Н., Эркаев А.У., Тоиров З.К. Исследование процесса получения гидрокарбоната калия с применением диэтиламина.// UNIVERSUM: Химия и биология, № 10, Москва-2017г.
2. Bobokulov A.N., Erkaev A.U., Toirov Z.K., Kucharov B.X. Research on the Carbonization Process of Potassium Chloride Solutions in the Presence of Diethylamine // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJTEEE), V-8 Issue-9S2, July 2019.
3. Панасенко В.В., Гринь Г.И., Мазунин С.А. Фазовые равновесия в тройной системе $\text{KCl}-(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}_2\text{Cl}-\text{H}_2\text{O}$ при 30 °С. Вестник НТУ «ХПИ», Харьков, 2010. № 11. С. 103–107.
4. Панасенко В.В., Гринь Г.И., Панасенко В.А. и др. Изучение растворимости солей в системе $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}_2\text{Cl}-(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}_2\text{HCO}_3-\text{H}_2\text{O}$ при 30 °С // XVIII Украинская конференция по неорганической химии с участием зарубежных ученых: тезисы докладов, (27 июня – 1 июля 2011 г.). Харьков: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2011. С. 278.
5. Панасенко В.В., Гринь Г.И., Панасенко В.А. и др. Зависимость между составом и свойствами системы K^+ , $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}_2^+$ // $\text{HCO}_3^- - \text{H}_2\text{O}$ при 30 °С // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Харьков. 2011. № 4/6 (52). С. 38–41.
6. Мазунин С.А., Чечулин В.Л. Высаливание как физико-химическая основа малоотходных способов получения фосфатов калия и аммония: монография / С.А. Мазунин, В.Л. Чечулин; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. — Пермь, 2012. — 114 с.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗА СЧЕТ РАЗРАБОТКИ
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПОСРЕДСТВОМ ЭНЕРГОАУДИТА
В ОБЩЕПРОМЫШЛЕННЫХ МЕХАНИЗМАХ****Гафуров Мирзохид Орифович**

ассистент,
Бухарского инженерно-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: mirzohidgafurov17@gmail.com

Мухторов Абдулло Файзуллаевич

ассистент,
Бухарского инженерно-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Бухара

Фаттоев Миржон Хусниддин угли

магистрант
Бухарского инженерно-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Бухара

Фармонов Фарход Ахмад угли

магистрант,
Бухарского инженерно-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Бухара

**IMPROVING ENERGY EFFICIENCY THROUGH THE DEVELOPMENT OF ENERGY-SAVING
MEASURES THROUGH ENERGY AUDITS IN GENERAL INDUSTRIAL MECHANISMS****Mirzokhid Gafurov**

Assistant of the Department of Electromechanics and Technology,
Bukhara Engineering Technological Institute,
Republic of Uzbekistan, Bukhara

Abdullo Mukhtorov

Assistant of the Department of Electromechanics and Technology,
Bukhara Engineering Technological Institute,
Republic of Uzbekistan, Bukhara

Mirjon Fattoyev

Master of the Department of Electromechanics and Technology,
Bukhara Engineering Technological Institute,
Republic of Uzbekistan, Bukhara

Farkhod Farmonov

Master of the Department of Electromechanics and Technology,
Bukhara Engineering Technological Institute,
Republic of Uzbekistan, Bukhara

АННОТАЦИЯ

В данной статье представлена общая информация о мероприятиях по энергосбережению посредством энергоаудита электроприводов компрессоров, вентиляторов и насосов, которые являются общепромышленными механизмами.

Библиографическое описание: Повышение энергоэффективности за счет разработки энергосберегающих мероприятий посредством энергоаудита в общепромышленных механизмах // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. Гафуров М.О. [и др.]. 2021. 2(83). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/11252> (дата обращения: 25.02.2021).

ABSTRACT

This article provides general information on energy saving measures through energy audit of electric drives of compressors, fans and pumps, which are general industrial mechanisms.

Ключевые слова: компрессор, насос, вентилятор, всасывающие клапаны, система охлаждения и вентиляции, относительная влажность, скорость воздуха, эффективность работы, энергоэффективность, энергосбережение.

Keywords: compressor, pump, fan, suction valves, cooling and ventilation system, relative humidity, air speed, work efficiency, energy efficiency, energy saving.

В статье анализируются и изучаются следующие рекомендации по энергоаудиту электроприводов промышленных предприятий и разработке их энергосберегающих мероприятий.

Рекомендации по энергосбережению при проведении энергоаудита электроприводов компрессоров.

Работа, выполняемая энергоаудитором: разработать схему разводки сжатого воздуха с указанием направления его движения с указанием размеров магистрали, ее давления, потребителей сжатого воздуха, объема потребления, мест утечки сжатого воздуха. Количество потерянного воздуха должно быть равно количеству воздуха, используемого для поддержания компрессора в нерабочем состоянии.

Исследован режим работы компрессора. В этом случае потребляемая мощность зависит от начального давления и давления на выходе из линии, а также от ступеней сжатия.

Измеряемые величины: механические характеристики электропривода, график нагрузки компрессора, система регулировки давления, диаметр воздухопроводов соответствует расходу воздуха, наличие и количеству конденсата в воздухе, потерям, давлению у потребителей.

В системе охлаждения: определяются расход и температура охлаждающей воды на входе и выходе, состояние градиента, количество водопоглощения и потери.

Советы по экономии энергии:

Энергосбережение в компрессоре, снабжающем предприятие сжатым воздухом, может быть достигнуто за счет следующих мероприятий:

Автоматическая регулировка режимов работы и производительности компрессора при изменении расхода сжатого воздуха;

Автоматизация всасывающих клапанов;

Автоматическая регулировка компрессоров при снижении расхода сжатого воздуха;

Снижение номинального рабочего давления компрессорной установки;

Использование прямоточных клапанов в поршневых компрессорах;

Использование резонансного нагнетателя в поршневых воздушных компрессорах;

Теплопередача сжатого воздуха к воздухозаборникам;

Замена старых компрессоров на современные с высоким КПД;

Обнаружение и постоянный мониторинг выходов сжатого воздуха, исправление несжатых пробок в воздухопроводах и соединительной арматуре;

Отключение неработающих отделов, мастерских или станков от сети сжатого воздуха, для этого необходимо на каждого потребителя установить вентиль;

При необходимости заменить неэффективные механизмы сжатого воздуха другими энергоносителями;

Заменить использованные пневматические инструменты или оборудование на электрические.

Рекомендации по энергосбережению при проведении энергоаудита электроприводов охлаждения и вентиляции. Что необходимо сделать энергоаудитору: Определить параметры и расчетные характеристики элементов системы охлаждения и вентиляции на основе проекта здания. Характеристики, изучаемые при исследовании систем вентиляции, включают фактические коэффициенты подключения и нагрузки вентиляторов, время работы в течение дня, температуру воздуха в помещении, среднюю температуру наружного воздуха, частоту воздухообмена. Расчетная нагрузка на электроприводы вентиляции определяется проектом предприятия. При отсутствии этих данных существующие нормативные требования могут быть определены аналитически на основе характеристик сравнительной вентиляции. Определение реальных режимов работы вентиляторов исходя из характеристик системы вентиляции помещения.

Измеренные значения: Для определения режимов работы электроприводов вентиляции производятся следующие измерения: габариты здания, температура в помещении и на улице, относительная влажность, скорость воздуха, температура воздушного потока летом и зимой, температура инфильтрации и воздухообмена.

Советы по экономии энергии:

Монтаж теплоизоляции в воздухопроводах и устранение утечек воздуха;

Установка в системе центральных и индивидуальных регуляторов, рекуперация тепла, выделяемого при вентиляции;

Предотвратить перегрев и охлаждение воздуха в системе;

Следить за тем, чтобы электроприводы вентиляции работали только при нахождении в здании рабочих или во время технологического процесса;

Следующие меры позволяют экономить электроэнергию в вентилируемых электроприводах:

Замена старых вентиляторов на современные с высоким КПД;

Использование более эффективных методов регулирования КПД вентиляционных электроприводов;

Выключайте вентиляторы во время обеда и после рабочих смен;

Предотвращение и устранение недоработок и изъянов, не предусмотренных проектом;

Применение автоматизированных систем управления вентиляционными электроприводами.

Энергосберегающие мероприятия путем проведения энергоаудита электроприводов насосов. Измеряемые величины: качество воды согласно технологическим требованиям; Определение местонахождения и количества непроизводственных отходов; определить рабочие характеристики электропривода насосного устройства.

Рекомендуемые меры по энергосбережению:

Устранить дыры в водопроводных трубах;

Замена использованной воды на более дешевую воду (техническую, кустарную или многоразовую, сточную);

Используйте сухие градиенты.

Для электроприводов насосов рекомендуются следующие энергосберегающие мероприятия:

Повышение КПД насосных электроприводов (замена низковольтных электроприводов на современные энергоэффективные электроприводы);

Рациональная загрузка насосов и установка системы регулировки их КПД (обеспечение максимальной передачи насоса; регулировка работы насоса заглушками в точках подачи или приема; согласование количества работающих насосов, регулировка частоты вращения электродвигателя и т. д.);

Повышение проницаемости трубопроводов (уменьшение резких изгибов труб, очистка, устранение неисправностей или правильная эксплуатация).

Снижение неэффективного водопотребления и потерь (неправильное использование воды и устранение дыр; введение повторного использования воды; сокращение расхода воды за счет улучшения системы охлаждения);

Модернизация электроприводов насосов также увеличивает эффективность работы насосов.

Список литературы:

1. Аллаев К.Р., Садуллаев Н.Н. Математическая модель обобщенной системы электроснабжения промышленного предприятия. // Вестник Таш ГТУ. –Ташкент, 2009, №1, 100–104 с.
2. Аметистов Е.В., Данилов О.Л., Бобряков А.В., Гаврилов А.И. Информационно-аналитические системы по проблематике энергоэффективности: опыт разработки и внедрения. – М.: Энергосбережение, 2003, №4, 9-15 с.
3. Гафуров М.О. “Основные меры энергосбережения на промышленных предприятиях и их эффективность” // <https://7universum.com/ru/tech/authors/item/8579>
4. Мухторов А.Ф., Гафуров М.О., Аннаев З.Й. “Надежность электротехнических систем предприятий с непрерывными технологическими процессами” <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10863>
5. Мухторов А.Ф., Гафуров М.О., Норбоев А.А. “Асинхронные машины, возникающие дефекты и их профилактика”. <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10887>

СТАБИЛИЗАЦИЯ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ НА УСТРОЙСТВАХ С УНИВЕРСАЛЬНЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ

Сатторов Тошпулот Ахмад угли

ассистент кафедры электромеханики и технологии,
Бухарский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: mirzohidgafurov17@gmail.com

Чориев Маъруф Бахтиёрвич

магистрант кафедры электромеханики и технологии,
Бухарский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Бухара

Курбонова Дилноза Нуриддин қизи

магистрант кафедры электромеханики и технологии,
Бухарский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Бухара

STABILIZE THE OPERATION OF THE SPEED CONTROL UNIT ON UNIVERSAL MOTORS

Toshpulot Sattorov

Assistant of the Department of Electromechanics and Technology,
Bukhara Engineering Technological Institute,
Republic of Uzbekistan, Bukhara

Ma'ruf Choriyev

Master of the Department of Electromechanics and Technology,
Bukhara Engineering Technological Institute,
Republic of Uzbekistan, Bukhara

Dilnoza Qurbonova

Master of the Department of Electromechanics and Technology,
Bukhara Engineering Technological Institute,
Republic of Uzbekistan, Bukhara

АННОТАЦИЯ

Основным недостатком устройств с универсальными двигателями являются неисправности, вызванные изменением скорости двигателя, что сокращает время работы устройства. Следовательно, необходимо оценивать процесс, анализируя изменение параметров двигателя универсального тока при изменении скорости. Результаты анализа показывают, на каких скоростях возникают дефекты изменения скорости универсального электродвигателя и обнаруживается диапазон изменения скорости.

ABSTRACT

The main drawback in devices with universal current motors are faults caused by changes in motor speed, which reduce the operating time of the devices. Therefore, it is necessary to evaluate the process by analyzing the changes in the parameters of the universal current motor when the speed changes. The results of the analysis show at what speeds the defects in the speed change of a universal current motor occur and the range of speed changes is found.

Ключевые слова: электродвигатель универсального тока, ток, напряжение, электрическая мощность, механическая мощность, крутящий момент, скорость вращения, КПД, метод относительных единиц, механические характеристики.

Keywords: universal current motor, current, voltage, electric power, mechanical power, torque, rotation speed, efficiency, relative units method, mechanical characteristics.

При анализе устройств с двигателями универсального тока основными параметрами являются параметры двигателя. Сначала рассмотрим характе-

ристики двигателя на основе результатов экспериментов и получим корреляцию параметров. Основные параметры универсального токового двигателя, полученные для эксперимента, приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Основные паспортные параметры универсального токового двигателя, полученные на практике

Номинальное напряжение (постоянное напряжение) U_n :	140 В
Номинальный ток I_n :	2,5 А
Номинальная частота вращения n_n :	3000 об/мин
Номинальная мощность P_n :	300 W

Эти параметры являются основными и номинальными значениями универсальных двигателей. Теперь для полного анализа универсального двигателя тока мы подробно проанализируем процесс, взяв все основные значения параметров, изменив

нагрузку (момент сопротивления) на валу двигателя от нуля до максимального значения.

В таблице 2 приведены следующие экспериментальные основные параметры, при которых крутящий момент нагрузки на вал универсального двигателя находится в диапазоне от 20 до 120 %.

Таблица 2.

На практике основными параметрами универсального двигателя тока являются значения изменения нагрузки

	T / T_n	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2
Измененное значение n	T / H_m	0,19	0,29	0,38	0,48	0,57	0,67	0,76	0,86	0,95	1,05	1,14
Измерено	$n / \text{мес} / \text{мин}$	4722	4290	4016	3748	3554	3396	3240	3118	3020	2925	2828
	I / A	1,13	1,31	1,49	1,65	1,81	1,98	2,15	2,31	2,5	2,68	2,85
Измененное значение	n / n_n	1,56	1,42	1,33	1,24	1,18	1,12	1,07	1,03	1	0,97	0,94
	I / I_n	0,45	0,52	0,6	0,66	0,72	0,79	0,86	0,92	1	1,07	1,14
	$P1 / W$	158,2	183,4	208,6	231	253,4	277,2	301	323,4	350	375,2	399
	$P1 / P_n$	0,53	0,61	0,7	0,77	0,84	0,92	1	1,08	1,17	1,25	1,33
	$P2 / W$	93,9	128	159,8	186,4	212,1	236,5	257,8	279,2	300,4	320,1	337,6
	$P2 / P_n$	0,31	0,43	0,53	0,62	0,71	0,79	0,86	0,93	1	1,07	1,13
	КПД / %	59,4	69,8	76,6	80,7	83,7	85,3	85,7	86,3	85,8	85,3	84,6

Мы создали стандартизованную диаграмму, показывающую влияние крутящего момента T_n на скорость, ток, входную мощность, выходную мощность и эффективность.

График 1. Универсальные индикаторы нагрузки двигателя

Эти характеристики универсального двигателя тока показывают нам, что независимо от механических характеристик (жестких или мягких) соединительного механизма его основные параметры изменяются одинаково в течение одного рабочего периода. На графике 1 мы даем следующий анализ ключевых параметров и резюмируем его.

График 1. Темно-красная кривая показывает, что характеристика частоты вращения вала универсального двигателя обратно пропорциональна моменту. Только при номинальной скорости было установлено, что оно равно 3020 об/мин. При увеличении нагрузки на 20 % от номинала она падает до 2828 об/мин. Когда значение нагрузки уменьшается на 80 % от номинального значения нагрузки, частота вращения вала составляет 4722 об/мин. Скоростная характеристика свидетельствует о возможности применения универсальных двигателей в электроприводах с нестабильными мягкими механическими характеристиками.

На графике 1 характеристика зеленой кривой – это отношение значения тока, измеренного при различных нагрузках на валу универсального двигателя, к номинальному току, полученному методом относительных единиц. График, полученный в относительных единицах, показывает, что величина тока, которая варьируется от 20 до 120 % нагрузки, изменяется прямо пропорционально нагрузке, т.е. линейно. Это потому, что наша электрическая цепь состоит только из линейных элементов и изменение электрического заряда изменяется линейно. Этот график означает, что ток в цепи увеличивается во столько раз, когда увеличивается нагрузка, а значение тока в электрической цепи уменьшается во столько раз, когда уменьшается нагрузка на вал.

На графике синим цветом показано изменение мощности от сети при изменении нагрузки на валу. Мощность варьировалась от 158,2 до 399 Вт. Результаты означают, что мы можем увеличивать электрическую мощность универсальных двигателей только тогда, когда номинальная скорость двигателя уменьшается, когда электрическая мощность увеличивается по сравнению с номинальной. Это не всегда дает эффект. Это связано с тем, что электроприводы обладают мягкими механическими характеристиками, а момент нагрузки в электроприводах нестабилен, поэтому их энергопотребление также постоянно меняется. Таким образом, мы сохраняем только эффект этой характеристики выше. Поэтому универсальный электродвигатель используется в электроприводах, не требующих мощности и скорости. Однако по стандарту производитель имеет высокий КПД и длительный срок службы при 300 Вт только при заданном значении универсального тока двигателя.

На графике коричневым цветом показано изменение мощности вала универсального двигателя в

зависимости от механического момента. Эта графическая характеристика в основном используется для сравнения при выборе двигателя для электропривода. Эта характеристика синхронизирована с механической характеристикой. На графике показана взаимосвязь между изменением крутящего момента и моментом сопротивления электрического привода, подключенного к валу. Изменение графика линейно пропорционально. Это указывает на то, что момент сопротивления универсального двигателя не является на 100 % синхронным при полной нагрузке.

Желтым цветом на графике показана эффективность универсального двигателя при различных нагрузках. Мы обнаружили, что скорость изменения КПД варьировалась от 59,4 % до максимум 86,3 % при изменении нагрузки с 20 до 120 %. Видно, что график практически не изменился по отношению к КПД от номинала. Когда первоначальное резкое изменение нагрузки увеличивается с 20 до 40 %, можно видеть, что значение КПД резко изменяется на 20 %. Во время следующего изменения нагрузки от 40 до 120 % КПД увеличился с 6–7 % до номинального приблизительного значения. На этом графике вы можете увидеть преимущества и недостатки универсальных двигателей. Его главное преимущество в том, что универсальный двигатель может использоваться для различных нагрузок с высоким КПД. Применяется в электроприводах бытовой техники, дает очень высокий эффект. Недостатком является то, что в электроприводах с постоянной механической нагрузкой влияние этой характеристики изменения меньше, особенно в промышленных электроприводах с жесткими характеристиками.

Заключение. В результате экспериментально полученных значений в двигателе универсального тока 5 основных графических характеристик, полученных на основе метода относительных единиц, позволяют двигателю работать при различных основных нагрузках и на разных скоростях с высоким КПД. Его относительно прямое и линейное соединение позволяет поддерживать постоянную скорость и крутящий момент. Можно управлять скоростью, изменяя напряжение сети, но мощность и крутящий момент уменьшатся. Второй основной способ регулирования скорости осуществляется подключением дополнительных сопротивлений к сопротивлению обмоток бытовых и служебных устройств с универсальными двигателями. Это противоположность текущим характеристикам, но результат не меняется. Их главный недостаток – быстрый выход из строя из-за маскировки, которая возникает в этих устройствах контроля скорости. Опора на полученные результаты и выводы по предотвращению этого недостатка – важная основа.

Список литературы:

1. Гафуров М.О. Основные меры энергосбережения на промышленных предприятиях и их эффективность / <https://7universum.com/ru/tech/authors/item/8579>.

2. Маджидов С. Разъяснение терминов электропривод и электромобиль толковый словарь. – «Вентилятор», 1971.
3. Маджидов С. Электрические машины и электроприводы. – Энди, 1970 (2-е изд. 1979 г., 3-е изд. 2002 г.).
4. Мухторов А.Ф., Гафуров М.О., Аннаев З.Й. Надежность электротехнических систем предприятий с непрерывными технологическими процессами / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10863>.
5. Мухторов А.Ф., Гафуров М.О., Норбоев А.А. Асинхронные машины, возникающие дефекты и их профилактика / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10887>.
6. Соколова Э.М. Электрический и электромеханический оборудование. – «Мастерство», 2001.
7. Measures for Implementation of Photosisticers and Photosrangers used in the Electrical Transmission of the Solar Panel / M.K. Juraev, T.A. Sattorov, F.F. Muzaffarov, S.Sh. Rustamov [et al.] / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://solidstatetechnology.usindex.phpJSSTarticleview1294>.

DOI: 10.32743/UniTech.2021.83.2-3.90-93

**ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ХЛОПКА
ОТ МАЛЫХ ЧАСТИЦ ПЫЛИ****Шарипов Шерзод Насим угли**

ассистент,

Бухарского инженерно-технологического института,

Республика Узбекистан, г. Бухара

E-mail: mirzohidgafurov17@gmail.com**Худойназаров Фаррух Жуманазар угли**

магистрант,

Бухарского инженерно-технологического института,

Республика Узбекистан, г. Бухара

Гозиев Рустам Турдимурод угли

магистрант,

Бухарского инженерно-технологического института,

Республика Узбекистан, г. Бухара

Хайитов Бехруз Халим угли

магистрант,

Бухарского инженерно-технологического института,

Республика Узбекистан, г. Бухара

Наврззов Ризокул Олимович

магистрант,

Бухарского инженерно-технологического института,

Республика Узбекистан, г. Бухара

**APPLICATION OF ELECTRIC FILTERS FOR CLEANING COTTON
FROM SMALL DUST PARTICLES****Sherzod Sharipov**

Assistant of

Bukhara Engineering Technological Institute,

Republic of Uzbekistan, Bukhara

Farrukh Khudoynazarov

Master,

Bukhara Engineering Technological Institute,

Republic of Uzbekistan, Bukhara

Rustam Goziyev

Master,

Bukhara Engineering Technological Institute,

Republic of Uzbekistan, Bukhara

Bekhruz Khayitov

Master,

Bukhara Engineering Technological Institute,

Republic of Uzbekistan, Bukhara

Rizoqul Navruzov

Master,

Bukhara Engineering Technological Institute,

Republic of Uzbekistan, Bukhara

АННОТАЦИЯ

В статье приведен анализ пылесборников для улавливания мелких частиц пыли, выбрасываемых на хлопкоочистительных заводах, и доведения пыли, выбрасываемой в атмосферу, до соответствующего санитарно-технического уровня, а также разработаны рекомендации по проведению научных исследований с учетом показателей очистки хлопка от малых частиц пыли.

ABSTRACT

The article provides an analysis of dust collectors for capturing small dust particles emitted at cotton ginning plants and bringing dust emitted into the atmosphere to the appropriate sanitary-technical level, and also developed recommendations for scientific research taking into account the indicators of cleaning cotton from small dust particles.

Ключевые слова: хлопок, вредная пыль, электрофильтр, ядовитый газ, электрическое поле, электрод, корона.

Keywords: cotton, harmful dust, electrostatic precipitator, poisonous gas, electric field, electrode, corona.

В настоящее время в хлопкоочистительной промышленности необходимо принять срочные меры не только по совершенствованию технологического процесса приема, хранения, сушки, очистки и обработки, но и по совершенствованию систем осушения и очистки воздуха.

В процессе первичной обработки хлопка, то есть транспортировки, сушки, очистки, переработки волокнистых отходов производства, в воздух и атмосферу производственных помещений выбрасывается большое количество пыли, что наносит большой экологический ущерб природе.

Кроме того, чистота воздуха в производственных помещениях оказывает большое влияние на здоровье рабочих. Пыльный воздух вызывает различные заболевания в результате негативного воздействия на верхние дыхательные пути, зуд слизистых оболочек глаз в пыльных помещениях, а также частицы пыли являются средством переноса туберкулезных палочек и вредоносных бактерий.

Хлопкоочистительные заводы используют одноступенчатое и двухступенчатое оборудование для очистки от пыли для удаления различной пыли с экологической точки зрения. Пыль от хлопкоочистительных машин направляется в пылесборники (циклоны) с помощью вентилятора, проходит через них и выбрасывается в атмосферу.

КПД циклонов на хлопкоочистительных заводах составляет 54,5-86,6%. Результаты анализа показывают, что эффективность удаления мелкозернистой пыли циклоном невысока. Эффективность очистки

от пыли до 5,0 мкм не превышает 7,9-38,0%, в большинстве случаев 12,5%. Для пылевых частиц размером 5,0–10,0 мкм эффективность составляет 10–45%. В циклонах очень мелкие (1,0–5,0 мкм) частицы пыли выбрасываются в атмосферу без улавливания, а это большая часть пыли, которая выбрасывается в атмосферу из-за низкой эффективности очистки [1].

Результаты исследований показывают, что циклонное оборудование большого диаметра не подходит для эффективной очистки от вредных газов и пыли. На практике использование современного циклонного оборудования малого диаметра неэффективно из-за постоянного запыления и выхода из строя.

Поэтому изучение возможности использования фильтров для очистки вредных газов и пыли на хлопкоочистительных заводах является одним из основных вопросов сегодня. Среди фильтров, применяемых на предприятиях для очистки вредных газов и пыли, использование электрофильтров является наиболее эффективным.

Электрические фильтры основаны на ионизации молекул газа с помощью электрического разряда для очистки газов под действием электрического поля.

Если газ попадает в электрическое поле, образованное между двумя электродами, подключенными к высоковольтному постоянному току, его молекулы ионизируются, то есть они распадаются на положительно и отрицательно заряженные частицы. В результате они начинают двигаться в направлении электромагнитных линий. Для этого электрод делают в виде тонкой проволоки, протянутой от оси трубки или между двумя параллельными пластинами (Рисунок 1).

1- «коронный» электрод; 2 сливных трубчатых электрода; 3 направления мощности; 4 грузила, пластинчатый электрод. I-пылевой газ; II-очищенный газ.

Рисунок 1. Трубчатый (а) и пластинчатый (б) электроды

Напряженность электрического поля перед проволокой очень высока и уменьшается по мере приближения к краю трубы или пластины. Следует отметить, что напряженность поля перед трубой или пластиной такова, что искры и электрические переходы не возникают.

При возбуждении полного ионизированного поля между электродами образуется «коронный» разряд. В этом случае полностью ионизированный слой газа конденсируется, испуская свет и потрескивая звук. Электрод, образующий «корону», называется «коронным» электродом. Противозарядный электрод в виде трубки или пластины называется осадительным электродом.

«Коронный» электрод подключается к отрицательному полюсу, а сток - к положительному. В таких случаях на электроды могут подаваться очень высокие напряжения. При образовании «короны» появляются как заряженные ионы, так и свободные электроны. Под действием напряженности электрического поля ионы движутся к «коронному» электроду и нейтрализуются в нем [2].

Отрицательные ионы и свободные электроны направляются к осаждающему электроду. В результате на этот электрод оседают частицы пыли или тумана. Основная часть пылевых частиц в газе заряжена отрицательно, потому что движущиеся отрицательные электроны и ионы проходят большее расстояние, чем положительные ионы, пока не достигнут осаждающего электрода. Следовательно, они с большей вероятностью столкнутся с частицами газа. Только когда он сталкивается с положительно заряженными ионами вокруг «коронного» электрода, небольшая фракция частиц пыли или тумана оседает на «коронном» электроде. Когда отрицательно заряженные ионы, частицы пыли или тумана достигают осаждающего электрода, они отдают ему свой заряд и тонут под действием силы тяжести. Такой процесс осаждения осуществляется в электрофильтре.

Чтобы уменьшить вредное воздействие частиц пыли, осажденных на электродах, время от времени

частицы, осажденные на электродах, стряхивают или запыленный газ увлажняют (для увеличения проводимости) перед попаданием в электрофильтр. Однако температура газа не может опускаться ниже точки росы.

Очистка твердых частиц от запыленных газов под действием электрического поля имеет много преимуществ перед другими методами. В отстойниках, например, в циклонах, фильтрах тонкой очистки невозможно разделить под действием силы тяжести и центробежной силы.

Разделение разнополюсных газовых смесей под действием электрического поля осуществляется на электродах. Сухие электрические фильтры используются для удаления пыли и дыма, а влажные электрические фильтры используются для очистки тумана.

Простой электрофильтр состоит из двух электродов, один из которых выполнен в виде анодной трубки или пластины, а другой - катодно-проволочной. Катод - проволока протягивается в трубку или между пластинчатыми анодами. Аноды всегда заземлены. При подключении электродов к источнику постоянного тока образуется разность потенциалов 4 ... 6 кВ / см. Это значение обеспечивает плотность тока 0,05 ... 0,5 мА на 1 м длины катода.

Трубчатые электрические фильтры. Пыль и дымовые газы переносятся на дно устройства в нижней части решетки с отверстиями для электродов и распределяются по трубчатому электроду, то есть аноду. Погружаясь в анод, частицы, образующие слой, периодически встряхиваются и собираются в конической трубке на дне устройства. Осадок, состоящий из скопившихся частиц пыли, выводится из нижнего сопла, а очищенный газ выводится в окружающую среду через сопло в верхней части фильтра [3].

В пластинчатых электрических фильтрах анод действует как пластина, а катод как проволока, протянутая между пластинами. Степень очистки газов в электрофильтрах зависит от электропроводности

пыли. Если частицы хорошо проводят электричество, они мгновенно заряжаются и принимают на себя заряд электрона. Это создает подвешенную силу, которая избегает друг друга, заставляя частицы газа вылетать из фильтра и снижая степень очистки.

Пыль, осевшая на пластинчатых электродах электрического фильтра, легче очищается, чем на трубчатом фильтре, и при этом на единицу длины проволоки расходуется меньше энергии. Кроме того, эти фильтры компактны, используется меньше металла и просты в сборке. Если количество электродов и поперечное сечение устройства известны, расчет электрофильтров будет заключаться в определении длины его «коронного» электрода. Величина тока в электрофильтре равна $I = iL$, где i - плотность тока; L - длина электрода [4].

Критический градиент потенциала находится из следующего уравнения:

$$E_K = 31 + 9.54 \sqrt{\frac{\sigma}{r}}$$

где: - отношение плотности воздуха в этих условиях при давлении 0,1 МПа к плотности при температуре 25 °С. Если мы знаем расстояние между электродами, мы можем найти разность потенциалов между электродами.

Степень очистки газов определяется по следующей общей формуле:

$$\eta_3 = 1 - \frac{x_2}{x_1} = 1 - e^{-wf}$$

где: x_1 и x_2 - концентрация твердых частиц в газах, поступающих и выходящих из электрофильтров, кг/м³; w - скорость движения заряженной частицы к поверхности электрода, м / с; f - удельная поверхность погружения, м² / (м³ / с).

Для трубчатых электрофильтров:

$$f = \frac{2l}{rw}$$

Для пластинчатых электрофильтров:

$$f = \frac{l}{hw}$$

где: l - длина паза или пластины, м; r - радиус трубки стокового электрода, м; h - расстояние между утопающим и «коронным» электродами, м; w - скорость газа в электрофильтре, м / с.

Степень очистки электрофильтрами воздуха от пыли и токсичных газов теоретически определяется по следующей формуле (в%).

Для трубчатых электрофильтров:

$$\eta = 100 \left(1 - e^{\frac{-2\omega_z L}{\omega_g R}} \right)$$

Для пластинчатых электрофильтров:

$$\eta = 100 \left(1 - e^{\frac{-2\omega_z L}{\omega_g h}} \right)$$

где: ω_z - скорость движения частиц, м / с. ω_g - активность газов внутри электрофильтра, м / с.

L - длина электрического поля, м.

R - радиус разделяющего электрода, м.

h - расстояние между сепаратором и коронными электродами, м [5].

Заключение: циклоны, используемые в настоящее время на хлопкоочистительных заводах, не соответствуют требованиям санитарных норм по очистке воздуха от вредных частиц. Циклоны с точки зрения проектных характеристик имеют более низкие показатели, высокий расход металла и энергии, чем электрические фильтры. С учетом широты улавливания твердых частиц и низкого воздействия на окружающую среду и энергии эффективности, рекомендуется использовать электрические фильтры для очистки воздуха в производственной среде.

Список литературы:

1. Гафуров М.О. “Основные меры энергосбережения на промышленных предприятиях и их эффективность”// <https://7universum.com/ru/tech/authors/item/8579>
2. Khafizov I.I., Gafforov K.K., Oblokulov B., Azimov A. “Elimination of energy losses in pumping installations by means variable frequency drive”, International Engineering Journal For Research & Development, Vol.5, Issue 3, April 2020, E-ISSN NO:-2349-0721, Impact factor : 6.03.P. 83-89.
3. Мухторов А.Ф. Гафуров М.О. Аннаев З.Й. “Надежность электротехнических систем предприятий с непрерывными технологическими процессами”. <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10863>
4. Николаев М.Ю., Есимов А.М., Леонов В.В. “Электрофильтры: принцип работы и основные достоинства”. Технические науки - от теории к практике: сб. ст. по матер. XLI междунар. науч.-практ. конф. № 12(37). – Новосибирск: СибАК, 2014.
5. Xafizov I.I., Sharipov Sh.N., Xudoynazrov F.J. “Sanoat korxonalarida zararli gaz va changlarni tozalovchi energiya samarador elektr filtrlarni qo'llash”, Monografiya, Buxoro nashir-2020 y
6. Xafizov I.I., Sharipov Sh.N., Xudoynazrov F.J., Xafizov X.I. “Саноат корхоналарида зарарли газ ва чанглардан тозаловчи энергия самарадор электр филтрларнинг қўлланилиши”// Buxoro davlat universiteti ilmiy axboroti jurnali 2020/2 (78) b. 28-32.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научный журнал

**UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№ 2(83)
Февраль 2021

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+