7universum.com
UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

Выпуск: 10(127)

Октябрь 2024

Часть 6

Москва
2024

УДК 62/64+66/69
ББК 3
U55

Главный редактор:
Ахметов Сайранбек Махсутович, д-р техн. наук;

Члены редакционной коллегии:
Алланиязов Гуломжон Шерниязович, д-р философии техн. наук;
Горбачевский Евгений Викторович, канд. техн. наук;
Демин Анатолий Владимирович, д-р техн. наук;
Дехканов Зульфикахар Киргизбаевич, д-р техн. наук;
Звездина Марина Юрьевна, д-р. физ.-мат. наук;
Ким Алексей Юрьевич, д-р техн. наук;
Козьминых Владислав Олегович, д-р хим. наук;
Ларионов Максим Викторович, д-р биол. наук;
Манасян Сергей Керопович, д-р техн. наук;
Мажидов Кахрамон Халимович, д-р наук, проф;
Мартышкин Алексей Иванович, канд.техн. наук;
Мерганов Аваз Мирсултанович, канд.техн. наук;
Пайзуллаханов Мухаммад-Султанхан Саидвалиханович, д-р техн. наук;
Радкевич Мария Викторовна, д-р техн наук;
Романов Андрей Александрович, спец. по направлению гидрогеология и инженерная геология;
Серегин Андрей Алексеевич, канд. техн. наук;
Старченко Ирина Борисовна, д-р техн. наук;
Усманов Хайрулла Сайдуллаевич, д-р техн. наук;
Юденков Алексей Витальевич, д-р физ.-мат. наук;
Фозилов Садриддин Файзуллаевич, д-р техн. наук;
Tengiz Magradze, PhD in Power Engineering and Electrical Engineering.

U55 Universum: технические науки: научный журнал. – № 10(127). Часть 6., М., Изд. «МЦНО», 2024. – 72 с. – Электрон. версия печ. публ. – http://7universum.com/ru/tech/archive/category/10127

ISSN : 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2024.127.10

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2024 г.

Содержание

Статьи на русском языке **5**

Химическая технология **5**

ОТРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ НИТРОФОСФАТНЫХ И НИТРОСУЛЬФОФОСФАТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА МОДЕЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ 5
Зикиров Хусан Аликулович
Ёрбобаев Руслан Чориевич
Мирзакулов Холтура Чориевич
Каршиев Нурали Холикович

РАЗРАБОТКА СПОСОБА РАСТВОРЕНИЯ ОТХОДОВ НАТУРАЛЬНЫХ ВОЛОКОН В ЭЛЕКТРОАКТИВИРОВАННЫХ РАСТВОРЯЮЩИХ СИСТЕМАХ 11
Исламов Бахтиёр Хайдарович
Мухамедов Гафурджан Исраилович
Мамаева Дилдора Ахмаджановна

ИСПЫТАНИЕ НА ПРОЧНОСТЬ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ С ДОБАВЛЕНИЕМ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРОВ И БАЗАЛЬТОВОЙ ФИБРЫ 15
Исмаилов Феруз Собирович
Каримов Масуд Убайдулла уғли
Джалилов Абдулахат Турапович
Исмаилова Халават Джабаровна
Ахмедов Султан Ильясович

РАЗРАБОТКА УГОЛЬНЫХ БРИКЕТОВ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ И ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВ 19
Меликулов Отабек Жамал угли
Халмурадова Дилафруз Куватовна
Ясен Мижити
Исламов Лазиз Бекмуродович
Киямова Дилфуза Шарифовна

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СПОСОБНОСТИ РАЗРАБОТАННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ СОЖ НА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛАСТИНКАХ И СТРУЖКАХ 24
Негматов Сайибжан Садыкович
Юлчиева Сурайё Бахрамовна
Рахимов Хуршид Юлдашевич
Кучкарова Мунира Хусан кизи

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗРАБОТАННОГО КОМПОЗИЦИОННОГО ДЕЭМУЛЬГАТОРА НА ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ НА ГРАНИЦЕ НЕФТЬ-ВОДА 31
Негматов Сайибжан Садыкович
Исмаилов Равшан Исраилович
Рахимов Хуршид Юлдашевич
Раупова Дилфуза Нуруллаевна
Мусабеков Дилшод Хакимович

РАСЧЕТ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТРУБЧАТО-РЕШЕТЧАТОЙ НАСАДКИ ИЗ ТРУБ СО СПИРАЛЕВИДНЫМИ ТУРБУЛИЗАТОРАМИ 38
Нуриллаева Айнагул Абдиуалиевна
Каримов Кудрат Фуадович
Мавлонов Элбек Тулкинович
Нурмухамедов Хабибулла Саъдуллаевич
Нишанова Садокат Хабибуллаевна
Усманов Батыр Сатвалдиевич
Абдурахимова Азиза Уразалиевна

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА ЦИНКА 46
Рахимкулов Шокир Ризоевич
Холов Илхом Абдукаюмович
Умиджонова Гульхайо Шухрат кизи
Самадий Муроджон Абдусалимзода

КИНЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ 50
Садикова Насиба Камбаралиевна
Амонов Мухтар Рахматович

СИНТЕЗ ПОЛИМЕРНОЙ СЕРЫ И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ПОЛИЭТИЛЕНОМ БИТУМ 54
Соттикулов Элёр Сотимбоевич
Махмадуллаев Жасурбек Одилжонович

ПОЛУЧЕНИЕ СУЛЬФАТА КАЛИЯ ПУТЕМ КОНВЕРСИИ ФОСФОГИПСА И НИТРАТА КАЛИЯ В АММИАЧНОМ РАСТВОРЕ 59
Умарова Мафтуна Машрабжон кизи
Дехканов Зульфикахар Киргизбаевич

ЭФФЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ КУКОЛОК ТУТОВОГО ШЕЛКОПРЯДА 65
Фатиллоев Шамшод Файзулло Угли
Махмудов Рафик Амонович

СТАТЬИ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

ОТРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ НИТРОФОСФАТНЫХ И НИТРОСУЛЬФОФОСФАТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА МОДЕЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ

Зикиров Хусан Аликулович
докторант
Ташкентского химико-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: zikirovhusan1989@gmail.com

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

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

Каршиев Нурали Холикович
преподаватель
Денауского предпринимательства и педагогического института,
Республика Узбекистан, г. Денау

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE PROCESS OF PRODUCING NITROPHOSPHATE AND NITROSULPHOPHOSPHATE FERTILIZERS ON A MODEL INSTALLATION

Husan Zikirov
PhD student
of the Tashkent Institute of Chemical Technology,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Ruslan Yorbobaev
Senior Lecturer,
Tashkent Chemical-Technological Institute,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Kholtura Mirzakulov
Professor,
Tashkent Chemical-Technological Institute,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Nurali Karshiev
Teacher
of Denau entrepreneurship and pedagogical institute,
Republic of Uzbekistan, Denau

Библиографическое описание: ОТРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ НИТРОФОСФАТНЫХ И НИТРОСУЛЬФОФОСФАТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА МОДЕЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. Зикиров Х.А. [и др.]. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18347*

АННОТАЦИЯ

Целью исследований является установление оптимальных технологических параметров процесса разложения необогащенного фосфатного сырья Центральных Кызылкумов азотной и серной кислоты на переработки сложных нитросульфофосфатных удобрений, изучения химического состава. Разработана технологическая схема и нормы технологического режима процесса разложения необогащенного фосфатного сырья Центральных Кызылкумов на получения нитросульфофосфатные удобрения.

ABSTRACT

The aim of the research is to establish the optimal technological parameters of the process of decomposition of unenriched phosphate raw materials of the Central Kyzylkum nitric and sulfuric acid for processing complex nitrosulphophosphate fertilizers, and to study the chemical composition. A technological scheme and standards for the technological mode of the process of decomposition of unenriched phosphate raw materials of the Central Kyzylkum for obtaining nitrosulphophosphate fertilizers have been developed.

Ключевые слова: необогащенного фосфатного сырья, азотно-серная кислоты, разложение, кислые нитросульфофосфатные пульпы, нитросульфофосфатные удобрения.

Keywords: unenriched phosphate raw materials, nitric-sulfuric acids, decomposition, acid nitrosulphophosphate pulps, nitrosulphophosphate fertilizers.

Введение

Химическая промышленность является базовой отраслью, играющей ключевую роль в агропромышленном комплексе, поэтому её развитие является приоритетной задачей современного развития экономики Республики Узбекистан [1]. Важнейшим в социально-экономическом развитии Узбекистана является реализация принятой в стране антикризисной программы, в которой предусмотрена ускоренное проведение модернизации, техническое и технологическое перевооружение предприятий производства, широкое внедрение современных гибких технологий [2]. Основным фактором интенсификации сельскохозяйственного производства является его химизация, в частности, широкое применение минеральных удобрений и других химических продуктов [3].

При этом при химизации сельского хозяйства необходимо обеспечить поступление в почву всех макро- и микроэлементов, а не ограничиваться только азотными удобрениями [4]. Анализ почв сельскохозяйственных угодий в последние годы выявил тенденцию к снижению в них таких важных макроэлементов, как кальций, магний, сера [5]. Доля таких земель составляет 30-40 %. Особое значение имеет кальций, необходимый растениям для развития корневой системы, способствующий образованию белков, являющийся нейтрализатором органических кислот и ослабляющий вредное действие избытка катионов водорода, алюминия и аммония. Недостаточное количество кальция в пище влечет более активное поглощение организмом человека стронция, что приводит к неправильному развитию скелета и ослаблению костных тканей [5].

Доля выпускаемых отечественной промышленностью кальцийсодержащих удобрений существенно снизилась [5]. Менее 1 % ассортимента производимых удобрений содержат в своем составе кальций.

Поэтому исследования и разработка технологии новых комплексных высокотехнологичных кальцийсодержащих удобрений для сельскохозяйственного производства в Узбекистане на основе азотно-фосфорнокислотной и азотносернокислотой переработки природных фосфатов являются актуальными. С другой стороны, несмотря на большие достижения науки в области производства комплексных удобрений для сельского хозяйства, в настоящее время они остаются практически недоступными для отечественного производителя из-за высокой стоимости. Они, как правило, представлены высококонцентрированными (требование заказчиков), водорастворимыми соединениями - аммофос, нитроаммофос, азофоска [6]. Получение удобрения с регулируемой растворимостью, по укороченной технологической схеме, с более низкими инвестиционными и энергетическими затратами представляется весьма перспективным.

Что же касается сырья, то запасы фосфоритов Центральных Кызылкумов (ЦК) оцениваются в количестве 43,5 млн. т 100%ного P_2O_5, что обеспечит потребность сельского хозяйства Республики Узбекистан в фосфорных удобрениях более чем на 100 лет [7]. Необходимо подчеркнуть, что фосфориты ЦК по содержанию основного компонента - фосфора относятся к бедным рудам [8]. Из-за высокого кальциевого модуля ($CaO:P_2O_5$-2,85) и содержания глинистых минералов и органических веществ эти фосфориты не приемлемы для производства аммофоса без дополнительной обработки, что также увеличивает себестоимость последнего [9].

В то же время анализ научно-технической литературы показывает, что среди известных способов азотно-кислотное разложение фосфоритов является самым прогрессивным и экономичным методом получения фосфорсодержащих удобрений. В данном случае, не только химическая энергия азотной кислоты используется для раскрытия фосфатного сырья, но и анионы NO_3 в виде питательного компонента остаются в готовом продукте [10].

Исходя из вышеизложенного следует, что разработка рациональной технологии получения фосфорсодержащих, комплексных NP- удобрений с приемлемыми технико-экономическими показателями на основе разложения рядовых, некондиционных фосфоритов ЦК при стехиометрической суммарной норме азотной и фосфорный, азотной и серной кислот является весьма актуальной задачей, решению которой посвящена данная диссертационная работа.

Методы исследования

Для получения сложных нитросульфофосфатных удобрений являются необогащенное фосфатное сырье (НФС) ЦК, азотная, серная кислоты, аммиак.

В качестве фосфатного сырья использовали НФС ЦК состава, масс. %: P_2O_5-20,71; CaO-47,23; MgO-0,92; Al_2O_3-1,08; Fe_2O_3-0,78; F-1,7; CO_2-16,55; SO_3-1,84; н.о.-6,13.

Эксперименты по получению сложных нитросульфофосфатных удобрений разложением НФС ЦК азотной и серной кислотами проводили в реакторе объемом 250 мл, установленном в термостат. Перемешивание производилось мешалкой, приводимой в движение электродвигателем. Кислую пульпу нейтрализовали газообразным аммиаком. Аммонизированную пульпу сушили в сушильном шкафу и затем анализировали на содержание основных компонентов стандартным методиками [11].

Результаты и обсуждения

Для отработки технологических параметров процесса получения нитросульфофосфатных удобрений, а также для выпуска опытной партии нами была собрана модельная установка, имитирующая производственные условия.

Технология получения нитросульфофосфатных удобрений на основе Кызылкумских фосфоритов азотно-сернокислотным разложением состоят из следующих основных стадий:

1. Разложение необогащенных фосфоритов ЦК серной и азотной кислотами.

2. Аммонизация кислых пульп газообразным аммиаком.

3. Сушка, грануляция, дробление и рассев.

Модельная лабораторная установка состояла из цилиндрического реактора объемом 5 литров (0,005 $м^3$), изготовленного из нержавеющей стали марки Х18Н10Т, снабженного лопастной мешалкой, приводимой в движение мотором и склянок Мариотта для подачи ЭФК, H_2SO_4 и HNO_3. Вначале в стальной реактор загружали необходимое количество фоссырья и постепенно при перемешивании (скорость вращения мешалки 200-250 об./мин.) добавляли азотную, а затем серную кислоты через склянки Мариотта в течение 20-30 мин. Реактор находился в водяном термостате. Оптимальная температура 65°С поддерживалась с помощью контактного термометра. После прекращения дозировки кислотного реагента реакционную массу выдерживали в течение 45 минут при перемешивании. При этом температура процесса поддерживали 40-45°С. После взаимодействия азотной кислоты с фосфоритом к реакционную массу подавали оставшееся количество серной кислоты и температуру поднимали до 65°С.

После завершения опытов полученную кислую пульпу нейтрализовали газообразным аммиаком до значения pH 3,6-3,9. Аммонизированные пульпы высушивали в термостате при температуре 95-100°С. Каждую партию различных видов высушенных нитросульфофосфатных удобрений анализировали на содержание питательных компонентов. Составы удобрений приведены в таблице 1.

Данные таблиц показывают, что составы удобрений, полученных на модельной установке и в лабораторных условиях, очень близки. Это свидетельствует о том, что размеры реактора практически не влияют на состав удобрений. Далее были получены опытные партий удобрений с оптимальным составом и установлены окончательные технологические параметры процессов получения нитросульфофосфатных удобрений. Для получения каждого вида удобрения проведены опыты по 7-8 раз. После сушки образцы удобрений смешивали, после чего брали среднюю пробу для определения состава. Состав опытных партий удобрений были идентичны удобрениям, состав которых приведен в таблице 1.

Таблица 1.

Составы нитросульфофосфатных удобрений, полученных на модельной установке

Норма H_2SO_4 : HNO_3	pH пульпы	Химический состав масс., %						$\frac{P_2O_{5\ вод.}}{P_2O_{5\ общ.}}$, %
		$P_2O_{5\ общ.}$	$P_2O_{5\ усв.}$	$P_2O_{5\ вод.}$	N	SO_3	CaO	
80:30	3,0	11,49	11,07	6,26	7,57	21,73	41,31	54,48
	3,5	11,41	10,96	5,78	7,86	21,52	41,07	50,65
60:50	3,0	10,30	9,89	6,69	10,53	15,73	37,81	65,71
	3,5	9,93	9,57	5,79	10,84	15,53	37,59	58,33
50:50	3,0	9,71	9,34	8,78	13,48	9,74	34,31	90,40
	3,5	9,64	9,27	7,55	13,81	9,55	34,12	78,32
30:70	3,0	8,83	8,45	7,51	13,05	4,98	29,25	85,04
	3,5	8,77	8,30	6,77	13,39	4,88	29,09	77,16

На основе проведенных лабораторных исследований и опытных работ нами определены нормы технологического режима процессов получения нитросульфофосфатных удобрений. Показатели технологического режима процесса получения нитросульфофосфатных удобрений приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Основные параметры технологического режима получения нитросульфофосфатных удобрений из НФС Центральных Кызылкумов

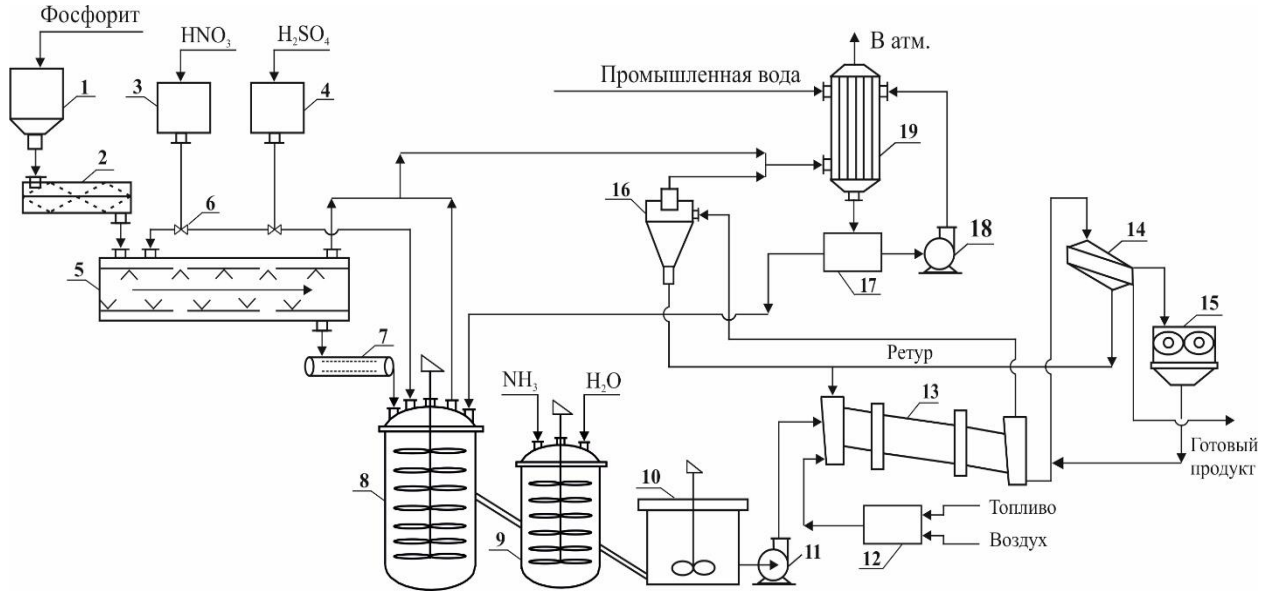
	Наименование параметра	
1	Концентрация HNO_3, масс. %	56
2	Концентрация H_2SO_4, масс. %	92,5
3	Содержание P_2O_5 в фоссырье, %	17-21
4	Соотношение норм HNO_3:H_2SO_4	30:80
	Декарбонизация	
5	Норма H_2SO_4, %	25-30
6	Температура реакционной массы, °С	40-50
7	Продолжительность декарбонизации, мин.	3-5
	Доразложения	
8	Норма HNO_3, %	30
9	Норма H_2SO_4, %	50-55
10	Т : Ж	1:3
11	Температура пульпы, °С	50-60
12	Время разложения, мин.	30-40
13	Плотность кислой пульпы, кг/м^3	1400-1430
	Аммонизация	
14	Расход аммиака (на 1 т 100 %-ного P_2O_5), т	0,28
15	pH аммонизированной пульпы	3,5-4,0
16	Температура аммонизированной фосфатной пульпы, °С	60-70
	Грануляция и сушка	
17	Температура, °С :	
	- аммонизированной фосфатной пульпы поступающей в БГС	55-60
	- продукта в аппарате БГС, °С	90-100
	-продукта на выходе из БГС	80-90

Данные лабораторных исследовании и опытных работ на модельной установке позволили разработать принципиальную технологическую схему получения нитросульфофосфатных удобрений. Основными аппаратами производства являются шнековый реактор, реактор до разложения, аммонизатор и барабанный гранулятор-сушилка.

Сущность технологического процесса заключается в двухстадийном разложении фосфоритовой муки серно-азотной кислотами. На первой стадии в шнековом реакторе частью серной кислот проводится предварительная декарбонизация высококарбонизированного фосфоритного сырья. Этот процесс осуществляется при меньшем количестве жидкой фазы в системе, что создает желаемые условия, позволяющие исключить интенсивное пенообразование. Далее образующаяся масса из шнекового смесителя направляется на вторую стадию для завершения декарбонизации и разложения фосфорита оставшейся частью серной и азотной кислотами. Доразложение декарбонозированного Кызылкумского фосфорита оставшейся частью серной и азотной кислотами осуществляется при нормах HNO_3 30-90 %-й H_2SO_4 10-80 %, при температуре 40-50°С в течение 45-60 мин, при Т:Ж=1:2,8÷3,5.

Затем полученную пульпу аммонизируют до значения pH 3,5 – 4,0. При необходимости добавляют необходимое количество воды, чтобы пульпа была транспортабельная, затем гранулируют и сушат.

Принципиальная схема процесса получения нитросульфофосфатных удобрений представлена на рисунке.



1 - бункер; 2 - питатель; 3, 4 - напорные баки; 5 - шнековый смеситель; 6 - щелевой дозатор 7 - ленточный транспортер; 8 - реактор; 9 - сатуратор-нейтрализатор; 10 - сборник пульпы; 11, 18 - насосы 12 - топка; 13 - аппарат БГС; 14 - классификатор; 15 - дробилка; 16 - циклон; 17 - промежуточная емкость; 19 – скруббер.

Рисунок 1. Принципиальная технологическая схема процесса получения нитросульфофосфатных удобрений

Фосфатное сырьё из бункера (поз. 1) и шнекового питателя (поз. 2) поступает в шнековый смеситель (поз. 5), куда одновременно из напорного бака (поз. 3) и щелевого дозатора (поз. 6) поступает азотная кислота для получения нитросульфофосфатных удобрений. Количество HNO_3 кислот дозируется с помощью расходомера (поз. 6) для осуществления заданного условия процесса декарбонизации. Из шнекового смесителя масса через ленточный транспортёр (поз. 7) поступает в реактор (поз. 8) на вторую стадию разложения фосфатного сырья. В реактор подаются оставшиеся части HNO_3 и H_2SO_4. Полученная нитросульфофосфатная пульпа поступает в нейтрализатор (поз. 9), где избыточную кислотность пульпы аммонизируют до значений pH 3,5-4,0. Газообразный аммиак вводится под слой пульпы. Сатуратор – нейтрализатор снабжен центральной лопастной мешалкой и циркулирующим насосом. При аммонизации пульпы, особенно при высокой норме фосфоритной муки, наблюдается её сильное загустевание. Поэтому во избежание этого негативного явления в сатуратор подаётся необходимое количество воды.

Аммонизированная пульпа поступает в сборник (поз. 10) и оттуда с помощью погружного насоса (поз. 11) подаётся через пневматическую форсунку в барабан гранулятора-сушилки (поз. 13) для гранулирования и сушки продукта. Готовое удобрение из БГС направляется на вибросито (поз. 14), где просевается по фракциям. Крупные фракции, проходя через дробилки (поз. 15), измельчаются и просеваются в вибраторе. Из вибратора (поз. 14) удобрение направляется на склад готовой продукции. Пыль поступает в циклон (поз. 16) и очищается. Готовая продукция, имеющая размеры гранул менее 1 мм и пыль из циклона возвращаются в БГС в качестве ретура. Воздух, выходящий из аппарата, проходя через циклон, очищается кислым продукционным раствором, поступающим из сборника и затем выбрасывается в атмосферу. Выделяющиеся в процессе разложения, аммонизации водяные пары, газы, содержащие аммиак и фтор, также поступают в абсорбер. Конденсат самотёком поступает в промежуточную емкость (поз. 17) и циркулирует.

Заключение

Таким образом, исследованы процессы разложения НФС ЦК растворами серной и азотной кислот при различных соотношениях нормы кислот, их влияние на химический состав и степень разложения сырья. Установлено, что с увеличением нормы азотной кислоты с 30 до 90% незначительно снижается содержание P_2O_5, повышается содержание азота с 1,90 до 5,49. Изучен процесс нейтрализации кислых пульп нитросульфофосфатых удобрений газообразным аммиаком. При аммонизации кислых пульп до pH 3 – 4 незначительно снижает $P_2O_{5\ усв}$ и существенно понижается содержание водорастворимых форм P_2O_5. Разработана технологическая схема производства нитросульфофосфатных удобрений на основе местного фосфатного сырья.

Список литературы:

1. Мухамедов Д.Д., Шипкова О.Т. Химическая промышленность республики Узбекистан: основные препятствия на пути развития отрасли // Успехи в химии и химической технологии. ТОМ XXXI. 2017. № 14. – С. 25-27.
2. Мирзакулов Х.Ч. Физико-химические основы и технология переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов. – Ташкент, Изд-во «Навруз». 2019. 416 с.

3. Баширова С.А. Интенсификация сельскохозяйственного производства как важнейшее условие научно – технического прогресса // Економічний вісник Донбасу № 2(56), 2019. -С. 103-107.
4. Самсонова Н.Е. Удобрение сельскохозяйственных культур в центральном нечерноземье // Смоленск: ФГБОУ ВПО «Смоленская ГСХА», 2014. - 104 с.
5. Гунин В.В. Технология комплексных кальцийсодержащих удобрений на основе азотнокислотного разложения апатита. Дисс. … к.т.н. – Иваново. 2008. 146 с.
6. Зикиров Ҳ.А., Мирзақулов Х.Ч., Ёрбобаев Р.Ч. Исследование процесса получения удобрений NPCa на основе сульфат и азотнокислотное разложение мытого обоженного фосконцентрата Центральных Кызылкумов Сборник статей республиканской научно-практической конференции «Перспективы развития инновационных технологий производства неорганических веществ и материалов в условиях глобализации» - Ташкент, 2023. - С. 36-37.
7. Usmanov B., Amanbayeva G. Processing of phosphorites of the Central Kyzylkum for single and complex fertilizers. SJ International journal of theoretical and practical research, 2 (10), (2022). pp. 175-183.
8. Мирзакулов Х.Ч., Усманов И.И., Ёрбобаев Р.Ч., Суванов Ф.Р. Разложение фосфоритов Центральных Кызылкумов азотной кислотой и реологические свойства кислых и аммонизированных растворов // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2020. № 6 (75). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/9745.
9. Умаралиева М.Ж., Дехканов З.К., Хошимханова М.А. Технология азотнокислотной переработки техногенных отходов обогащения фосфоритов // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2023. 8(113). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/15900.
10. Назирова Р.М., Таджиев С.М., Мирсалимова С.Р., Кодирова М.Р. Сложные удобрения на основе азотнокислотной переработки необогащённой фосфоритной муки в присутствии нитрата аммония // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2020. № 6 (75). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/9737.
11. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов / М.М. Винник, Л.Н. Урбанов и др. – М.: Химия, 1975. – 218 с.

РАЗРАБОТКА СПОСОБА РАСТВОРЕНИЯ ОТХОДОВ НАТУРАЛЬНЫХ ВОЛОКОН В ЭЛЕКТРОАКТИВИРОВАННЫХ РАСТВОРЯЮЩИХ СИСТЕМАХ

Исламов Бахтиёр Хайдарович
канд. физ-мат. наук, доцент,
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: b.x.islamov28@.com

Мухамедов Гафурджан Исраилович
д-р хим. наук, профессор,
Чирчикский государственный педагогический университет,
Республика Узбекистан, г. Чирчик
E-mail: muxamedov.gafurjan@gmail.com

Мамаева Дилдора Ахмаджановна
ст. преподаватель,
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,
Республика Узбекистан, г. Ташкент,
E-mail: dildoramamyeva80@gmail.com

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR DISSOLVING NATURAL FIBER WASTE IN ELECTROACTIVATED SOLVENT SYSTEMS

Bakhtiyor Islamov
Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Tashkent Institute of Textile and Light Industry,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Gafurdzhan Mukhamedov
Doctor of Chemical Sciences, Professor,
Chirchik State Pedagogical University,
Republic of Uzbekistan, Chirchik

Dildora Mamaeva
Senior Lecturer,
Tashkent Institute of Textile and Light Industry,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В работе рассмотрен способ получения прядильного раствора из отходов натуральных волокон. Проведены сравнительные исследования, влияния параметров технологических режимов на процесс растворения натуральных волокон в электроактивированных водных растворах. Разработан способ, обеспечивающий получение в электроактивированных водных растворах стабильных прядильных растворов из отходов натуральных волокон при объемной плотности заряда $\rho = 0{,}7\text{-}1{,}1*10^{-3}$ Кл/м^3 и при температуре 30-35^{0}С. Исследование физико-химических и эксплуатационных свойств данных растворов, показало, что данные растворы с успехом может быть применены в текстильной практике и биоинженерных приложениях.

ABSTRACT

The paper discusses a method for producing a spinning solution from waste natural fibers. Comparative studies have been carried out on the influence of technological parameters in the process of dissolving natural fibers in electrically activated aqueous solutions. A method has been developed that ensures the production of stable spinning solutions from waste natural fibers in electrically activated aqueous solutions at a volumetric charge density $\rho = 0.7\text{-}1.1*10^{-3}$ C/m^3 and at a temperature of 30-35^{o}C. A study of the physicochemical and operational properties of these solutions showed that these solutions can be successfully used in textile practice and bioengineering applications.

Ключевые слова: натуральные волокна, смеси полимеров, переработка полимеров, прядильные растворы.
Keywords: natural fibers, polymer mixtures, polymer processing, spinning solutions.

Библиографическое описание: Исламов Б.Х., Мухамедов Г.И., Мамаева Д.А. РАЗРАБОТКА СПОСОБА РАСТВОРЕНИЯ ОТХОДОВ НАТУРАЛЬНЫХ ВОЛОКОН В ЭЛЕКТРОАКТИВИРОВАННЫХ РАСТВОРЯЮЩИХ СИСТЕМАХ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18461*

Введение. Разработке способов и ресурсосберегающих технологий вторичной переработке отходов текстильной промышленности, например, кожи, меха и др., посвящены достаточное количество научных исследований [1-2]. Известны работы, по выявлению возможности применения продуктов вторичной переработки для изготовления готовых изделий, например, в виде компонентов для повышения прочностных свойств швейных ниток из натуральных волокон, при разработке функциональных пакетов с повышенными теплоизоляционными свойствами [3-4]. В связи с этим рациональное использование текстильных отходов имеет важное хозяйственное значение [5-6].

Результаты исследований. Данная разработка относится к области производства химических волокон, а именно к способу получения раствора для формирования химического волокна из белков и может быть использовано при получении искусственных фиброинсодержащих волокон. Критерием оценки получаемого раствора и, соответственно, разрабатываемого способа может служит возможность в результате использования приемов, действий и участвующих веществ данного способа обеспечить максимальное содержание растворенного фиброина в общем объеме раствора. В работе [7], описан способ получения раствора путем интенсивного перемешивания, предварительно обработанного уксусной кислотой натурального шелка или фиброина в растворе неорганической соли - роданистого натрия при температуре 25-50^{0}С. Концентрация соли в растворителе - составляет 60-63 вес % Недостатком является наличие значительного количества гелеобразных частиц в прядильном растворе, что нарушает устойчивость формирования и снижает механические свойства волокна. Использование высокотоксичного вещества (NaSCN), предельно допустимая концентрация, которого в окружающей среде составляет 50 мг/м^3, делает практическую реализацию способа затруднительной.

Разработан способ растворения фиброина натурального шелка в водных растворах хлористого цинка (50%) концентрации [8]. Однако, такие растворы обладают недостаточной стабильностью. При использовании концентрированных водных растворов хлористого цинка белковый субстрат шелка полостью растворяется лишь при 120-150^{0}С. При этой же температуре неизбежно частично разлагается фиброин и получаются растворы только сравнительно низкой концентрации (4-7%). Их можно применить для поверхностной обработки различных натуральных и химических волокон для образования на поверхности белковой рубашки. Однако формирование волокна из этих растворов невозможно вследствие низкой концентрации и неудовлетворительных реологических характеристик.

Задачей данной разработки является увеличение концентрации фиброина в прядильном растворе за счет повышения растворяющей способности самого растворителя, при пониженной концентрации его компонентов и улучшение условий охраны окружающей среды за счет исключения из растворителя токсичных компонентов.

Поставленная задача решается тем, что раствор хлористого цинка концентрацией от 9 до 13% смешивают с раствором ледяной уксусной кислоты концентрацией от 3 до 7%, полученной смесью заполняют катодную камеру диафрагменного электроактиватора с титановым электродом и осуществляют растворение волокнистых отходов шелка, предварительно очищенных от механических примесей, в этой зоне при объемной плотности заряда (ρ=q/v), ρ= 0,7-1,1*10^{-3} Кл/м^3 и при температуре смеси 30-35^{0}С. Объемную плотность заряда определяли по формуле:

$$\rho = \frac{q}{V} = \frac{(\varphi_1 - \varphi_2) * \varepsilon_0 * \varepsilon}{2d^2}$$

где: q –количество заряда проходящего через жидкость, V –объем жидкости, d –расстояние между электродами, $(\varphi_1 - \varphi_2)$ –потенциал между клеммами электродов, ε_0 –электрическая постоянная, ε – диэлектрическая проницаемость среды.

В основу работы положена задача создания способа растворения фиброина натурального шелка, в котором за счет полного растворения фиброина в концентрации большей, и при использовании нетоксичных веществ, обеспечивается получение более вязких растворов фиброина из которых получается волокно с лучшими характеристиками по прочности и удлинению, существенно сокращается время растворения.

Этапы осуществления способа:

1. Подготовка волокнистых отходов шелка к процессу растворения – очистка от механических примесей

2. Подготовка смеси, включающей раствор хлористого цинка концентрацией от 9 до 13% и раствор ледяной уксусной кислоты концентрацией от 3 до 7%.

3. Размещение указанной смеси в катодной камере диафрагменного электроактиватора.

4. Размещение и растворение в указанной смеси подготовленных волокнистых отходов шелка, при объемной плотности заряда ρ= 0,7-1,1*10^{-3} Кл/м^3 и при температуре смеси 30-35^{0}С в течение 40-50 мин.

Процесс растворения электроактиватор предназначается для активирования различных химических процессов. Принципиальная схема электроактиватора представлена на рис. 1.

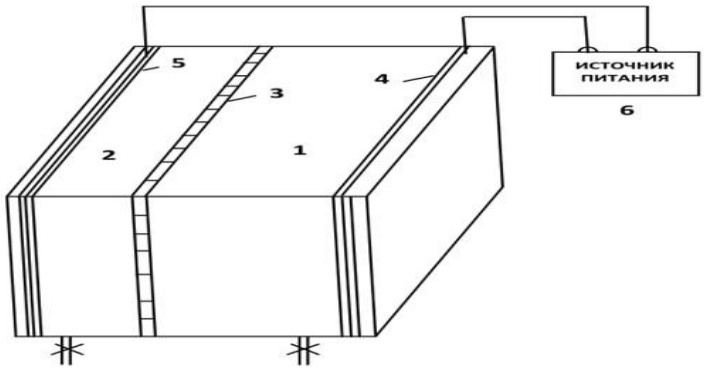


Рисунок 1. Принципиальная схема лабораторного электроактиватора

Лабораторный электроактиватор состоит из двух ячеек, сделанных из оргстекла 1 и 2, емкость по 2 л и разделенных между собой перегородкой из диэлектрического материала 3 (керамическая плита). В ячейки погружены электроды анод 4 (для данного способа предпочтительно из титана) и катод 5 (предпочтительно графит, нержавеющая сталь или титан). Электроды соединены с источником питания 6. Снизу ячеек имеются выходы для слива жидкостей. Напряжение регулировалось от 1 до 50 В и силу тока от 0 до 20 А. В катодную зону заливается исследуемая жидкость, а в анодную буферный раствор. Из ледяной уксусной кислоты и хлористого цинка приготовляли раствор различной концентрации (от 3 до 7% и от 9 до 13% соответственно), данным раствором заполнялась катодная камера диафрагменного электроактиватора. Анодную камеру заливали 2% раствор хлористого натрия. Материал катода был подобран экспериментальным путем для получения наилучших результатов данной смеси при наименьших затратах электрической энергии. Выявлено, что оптимальные температуры в пределах от 30 до 35^{0}С. Чем ниже концентрация растворов компонентов, тем выше должна быть температура. Затем в катодную камеру загружали навеску волокнистых отходов производства натурального шелка (коконного сдира), включали мешалку и источник питания. Растворение проводили в различных режимах для определения оптимальных параметров процесса. Результаты исследований относительной прочности ($\sigma_р$, Н/м^2) и удлинения (ε,%) волокна, полученного из раствора фиброина, а также его концентрации (с,%) приведены в таблицах 1-2.

Таблица 1.

Влияние концентрации $ZnCl_2$ на свойства раствора фиброина при концентрации уксусной кислоты – 3%

Показатель свойств волокна и растворов	**Концентрация $ZnCl_2$,%**					
	9,0	**10,0**	**10,5**	**11,0**	**12,0**	**13,0**
$\sigma_р$, Н/см^2	56	58	61	67	69	71
$\varepsilon_р$, %	3,2	4,2	4,7	4,9	5,2	5,6
с, %	7	9	11	15	15	15
	ρ= 0,7 μКл/л, температура Т=30^{0}С.					
Концентрация уксусной кислоты – 5%						
Показатель свойств волокна и растворов	**Концентрация $ZnCl_2$,%**					
	9,0	**10,0**	**10,5**	**11,0**	**12,0**	**13,0**
$\sigma_р$, Н/см^2	63	69	84	89	89	89
$\varepsilon_р$, %	4,2	4,6	6,8	7,2	6,9	6,9
с, %	10	18	20	20	20	20
	ρ= 0,8 μКл/л, температура Т=30^{0}С.					
Концентрация уксусной кислоты – 7%						
Показатель свойств волокна и растворов	**Концентрация $ZnCl_2$,%**					
	9,0	**10,0**	**10,5**	**11,0**	**12,0**	**13,0**
$\sigma_р$, Н/см^2	62	67	72	76	82	84
$\varepsilon_р$, %	4,2	5,4	5,9	6,2	6,3	6,7
с, %	10	18	20	20	20	20
	ρ= 0,8 μКл/л, температура Т=30^{0}С.					

Таблица 2.

Влияние объемной плотности заряда на свойства раствора фиброина и волокна

Показатель свойств волокна и растворов	Значение (ρ), μКл/л				
	0,7	**0,8**	**0,9**	**1,0**	**1,1**
$\sigma_р$, Н/см^2	56	89	89	89	88
$\varepsilon_р$, %	3,2	7,2	7,2	7,2	5,2
с, %	7	20	20	22	22

Примечание: *Температура Т=30-35^{0}С; концентрация уксусной кислоты-5%, концентрация хлористого цинка - 11%.*

Выводы. Выявлено, что при начальной и конечной (после электрохимической обработки) температуре раствора в пределах 30-35^{0}С, оптимальными являются концентрация $ZnCI_2$ в пределах от 10 до 12%, CH_3COOH от 4 до 6%, а объемная плотность заряда ρ= 0,8-1,0 μКл/л. Можно сделать вывод, что разработанный способ позволяет существенно сократить длительность процесса растворения натурального шелка, повысить экономичность процесса, улучшить качество раствора и имеет широкие возможности для его промышленного использования.

Список литературы:

1. Ташпулатов С.Ш., Андреева Е.Г. Теоретические основы технологии изготовления швейных изделий: Учебник. – Ташкент: Наука, 2017. - 215 с.
2. Кокеткин П.П. Одежда: технология-техника, процессы-качество: Справочник / Кокеткин П.П. - М.: МГУДТ, 2001. - 560 с.
3. Tashpulatov S.Sh., Norboeva R.H., Cherunova I.V. Actual problems of ensuring strength of fluid compounds from cotton thread in sewing items by the import substitution program // International Journal of European science review, ISSN 2310-5577, Vienna, 11-12 (2019), November-December, Vol. 12, p.p.129.
4. Норбаева Р.Х., Эгамбердиев Ф.О., Ташпулатов С.Ш. Пути повышения прочностных свойств швейных ниток и ниточных соединений в текстильных материалах // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2023. 9(114). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/16002
5. Islamov B.Kh, Fattahov M.A. Viscosity properties of aqueous solutions of natural silk waste compositions. // The American Journal of Engineering and Technology. 2022. V. 04, I. 02, pp. 1-4.
6. Islamov B.Kh., Tashpulatov S.Sh., Vahobov K.I. Fibrous and dispersion-hardened composite materials. // "Technical science and innovation". 2023. №1 (09), pp. 64-69. https://uzjournals.edu.uz/cgi/submit.cgi?context=btstu .
7. Хамраев Н.Л., Геллер Б.Э., Закиров И.З."Способ получения раствора для формирования фиброиновых волокон". А.с. № 601328, 1978г.
8. Аширов П.М., Ли.А.Е. Способ получения фиброинсодержащего полиакрилонитрильного волокно. А.с. № 395526, 1970 г.

ИСПЫТАНИЕ НА ПРОЧНОСТЬ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ С ДОБАВЛЕНИЕМ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРОВ И БАЗАЛЬТОВОЙ ФИБРЫ

Исмаилов Феруз Собирович
ст. науч. сотр., канд. техн. наук.
Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии,
Республика Узбекистан, п/о Шуробазар
E-mail: ismoilovferuz54@gmail.com

Каримов Масуд Убайдулла угли
д-р. техн. наук, проф., начальник отдела технологии,
Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

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

Исмаилова Халават Джабаровна
профессор,
Каршинский инженерно-экономический институт,
Республика Узбекистан, г. Карши

Ахмедов Султан Ильясович
зав. кафедрой строительства и экологической инженерии,
Ташкентский университет архитектуры и строительства,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

STRENGTH TEST OF CONCRETE MIXTURES WITH THE ADDITION OF SUPERPLASTICIZERS AND BASALT FIBRE

Feruz Ismoilov
PhD,
Tashkent Research Institute of Chemical Technology,
Uzbekistan, p/o Shuro Baazar

Mas'ud Karimov
D.Sc., Head of Technology,
Tashkent Scientific Research Institute of Chemical,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Abdulahat Djalilov
Doctor of Chemical Sciences, Academician,
Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Khalavat Ismoilova
Prof,
Karshi Engineering and Economics Institute,
Republic of Uzbekistan, Karshi

Sultan Akhmedov
Head of the Department of Construction and Environmental Engineering,
Tashkent University of Architecture and Construction,
Republic of Uzbekistan, Karshi

Библиографическое описание: ИСПЫТАНИЕ НА ПРОЧНОСТЬ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ С ДОБАВЛЕНИЕМ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРОВ И БАЗАЛЬТОВОЙ ФИБРЫ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. Исмаилов Ф.С. [и др.]. 2024. 10(127). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18395

АННОТАЦИЯ

В данной исследовательской работе представлены результаты изучения структуры поликарбоксилатного суперпластификатора методом инфракрасной спектроскопии. Представлены результаты испытаний физико-механических свойства бетона с добавлением синтезированного суперпластификатора. Изучены физико-химические свойства цементного смеси после добавления суперпластификатора. Приведены результаты исследования структуры суперпластификатора методом инфракрасной спектроскопии. Также представлены результаты испытаний физико-механических свойств композитов синтезированного поликарбоксилатного суперпластификатора с базальтовым волокном. Показаны степень влияния добавления поликарбоксилатных суперпластификаторов и базальтовой фибрына степень прочности и продления времени транспортировки бетонных смесей на строительные площадки.

ABSTRACT

This research paper presents the results of studying the structure of polycarboxylate superplasticizer by infrared spectroscopy. The results of testing the physical and mechanical properties of concrete with the addition of the synthesized superplasticizer are presented. The physical and chemical properties of the cement mixture after adding the superplasticizer are studied. The results of studying the structure of the superplasticizer by infrared spectroscopy are presented. The results of testing the physical and mechanical properties of composites of the synthesized polycarboxylate superplasticizer with basalt fiber are also presented. The degree of influence of adding polycarboxylate superplasticizers and basalt fiber on the strength and extension of the transportation time of concrete mixtures to construction sites are shown.

Ключевые слова: поликарбоксилат, базальтовая фибра, суперпластификатор, бетонная смесь, прочность, состав, ИК-спектроскопия.

Keywords: polycarboxylate, basalt fiber, superplasticizer, concrete mixture, strength, composition, IR spectroscopy.

Введение. Процесс добавления базальтовой фибрыв бетонную смесь требует большого научного и практического опыта. Причина в том, что при добавлении базальтовой фибры снижается текучесть и пластичность бетонной смеси и увеличивается потребность в воде. Данная проблема может быть решена за счет добавления в бетонную смесь различных суперпластификаторов. В связи с этим актуальна разработка недорогих технологий получения прочных бетонных изделий с добавлением базальтовых волокон. Одним из основных условий обеспечения строительной отрасли качественной продукцией является более быстрое упрочнение бетона и повышение подвижности бетонных смесей, а это в свою очередь, играет важную роль при транспортировке бетонных смесей к строительным зданиям и сооружениям. По сравнению с суперпластификаторами на основе лигносульфоната, меламина и нафталина, применяемыми в строительной отрасли, суперпластификаторы на основе поликарбоксилатов обладают рядом преимуществ, таких как пониженный расход воды, хорошая дисперсность, способность удерживать осадки, меньшее количество добавления в смесь и предотвращение коррозии железобетонных изделий [1-3]. Хорошее растекание поликарбоксилатного суперпластификатора обусловлено воздействием стерических блоков в его боковых цепях [4].

По мнению Верани и др., наблюдается общая тенденция, согласно которой добавление 1% по массе цементной полиметакриловой кислоты и сополимера метоксиполиэтиленгликоля может обеспечить хорошую текучесть цементной смеси [5]. Поликарбоксилатный суперпластификатор стал наиболее широко используемой добавкой в мире благодаря своей экологичности и способностью снижения потребление воды [6].

Методология. Синтезирован сополимер поликарбоксилатного суперпластификатора, использованием эфира полиоксиэтиленизобутилового спирта (HPEG) и акриловой кислоты (АК) в качестве макромономера путем реакции свободнорадикальной полимеризации при 60 ℃ в условиях водного раствора. Радикальную сополимеризацию HPEG и АК проводили при 60℃ с использованием меркаптановой кислоты в качестве радикала. в четырехгорлую круглодонную колбу емкостью 500 мл добавляли HPEG - 87,12 г., АК-13,3 г. и меркаптановая кислота - 0,7 г. и перемешивали. К смеси с помощью капельницы добавляли инициатор - 0,5 мл. Затем колбу помещали на термостатируемую масляную баню при температуре 75°C, в течение 5 часов. Конечный продукт поликарбоксилатного суперпластификатора представлял собой 31%-ный раствор бледно-желтого цвета, pH которого доводили до ~7 добавлением 30% раствора NaOH. При синтезе поликарбоксилатного суперпластификатора важное значение для образования конечного продукта имеют мольное соотношение макромономеров в поликарбоксилатных сополимерах и температура реакции.

Результаты и обсуждения. Получены и анализированы ИК-спектры синтезированного поликарбоксилатного суперпластификатора. Кроме того, проводились испытания прочности бетона с суперпластификатором по ГОСТу 28570-2019, показатели текучести - по ГОСТу 10121.1-81, долговечность образцов бетона с добавлением базальтового суперпластификатора - по ГОСТ 28570-2019. ИК-спектр синтезированного поликарбоксилатного суперпластификатора анализировали на спектрометре IR Tracer-100 (SHIMADZU CORP., Япония, 2017). Чувствительность спектрометра: отношение шумов 60000:1, шкала волн: 3398,57÷603,72 $см^{-1}$.

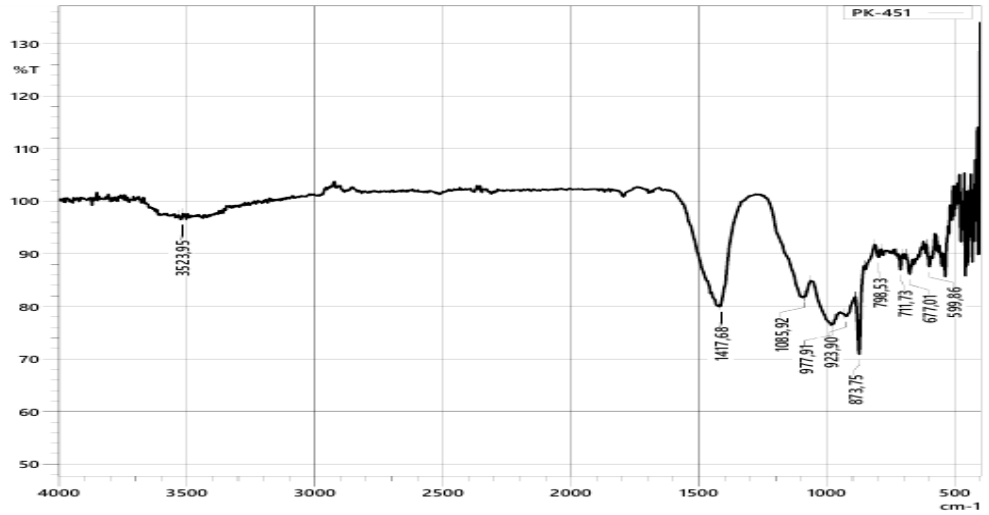


Рисунок 1. ИК-спектр бетона с добавлением поликарбоксилатного суперпластификатора

При анализе ИК-спектроскопии (рис. 1) можно увидеть изменение координации атомов алюминия при гидратации алюминатов кальция, переход негидратированных минералов в гидратированные фазы с параллельным образованием -ОН-групп. Линии поглощения в областях 677,01, 711,73, 873,75, 923,90, 977,91, 1417,66 см$^{-1}$ указывают на образование минералов гидросиликатного типа кальция. Также, при добавлении суперпластификатора можно наблюдать высокую интенсивность полосы поглощения, характерную для минералов, что обеспечивает высокую прочность и долговечность бетона.

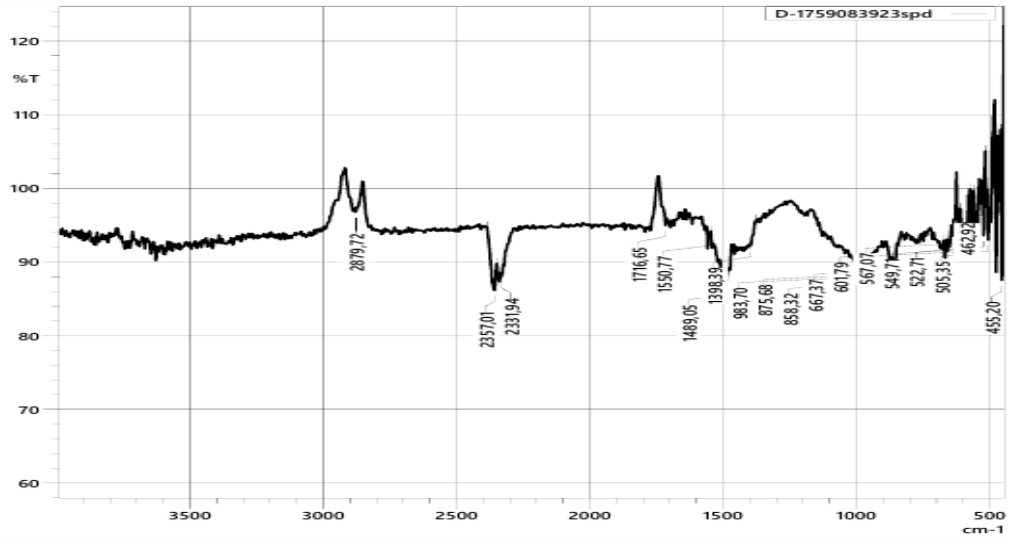


***Рисунок 2. ИК-спектральный анализ бетона с добавлением суперпластификатора на основе* NFS**

Как видно (рис. 2) из ИК-спектра бетонной смеси с добавлением суперпластификатора, наличие пиков поглощения в диапазоне 900-1000 см$^{-1}$ характерны группе гидросульфоалюмината кальция. Область поглощения спектра 1000 см$^{-1}$ свидетельствует о кристалличности щелочного алюмината кальция в присутствии суперпластификатора. Поглощения в диапазоне 1398,39–1550,77 см$^{-1}$ и 2897,72 см-1 указывают на наличие субмикрокристаллического гидросиликата группы тоберморита, содержание которого меньше, чем в образцах с поликарбоксилатным суперпластификатором.

Добавление в бетонную смесь химических добавок обеспечивает образование упорядоченной и устойчивой структуры, что увеличивает прочность, при этом прочность снижается с увеличением количества добавок в бетонной смеси. Негидратированные минералы в бетоне с суперпластификатором заменяют гидратированные фазы. Доказано, что высокая интенсивность полосы поглощения, характерная для минералов, обеспечивающая прочность бетона с добавлением поликарбоксилатного суперпластификатора, на 15 % превышает интенсивность бетона с добавлением суперпластификатора НФС. В целях повышения экономической эффективности вновь синтезированный поликарбоксилатный суперпластификатор используется в качестве водорастворимого агента, который имеет лучший водорастворимый эффект, чем обычные водорастворимые агенты других суперпластификаторов. Текучесть цементных паст

улучшается за счет увеличения количества поликарбоксилата.

Влияние суперпластификатора на прочность цементного камня определяли в формах размером 100x100x100 мм, которые затвердевали в нормальных условиях, а затем проходили через испытательные аппараты на сжатия при 7 и 28 сутках.

Таблица 1.

Результаты испытаний бетона с добавлением поликарбоксилатного суперпластификатора и бетона с добавлением базальта

№	Цемент	Количество добавки, %	Соотношение вода/цемент	Базальтовая фибра, %	Текучесть, см	Прочность, МПа	
						7 дней	28 дней
1	100	0	0.43		6		
2	100	1	0.42		29	24.20	36.40
3	100	1	0.50	0.3	14	28.60	39.84

Изучение прочности и текучести бетона с добавлением синтезированного суперпластификатора и базальтовой фибры. В бетонную смесь добавляют поликарбоксилатный суперпластификатор в количестве 1% от водоцементного соотношения. Результаты были получены при добавлении в бетонную смесь 3% базальтовой фибры. Выяснилось, что добавление более 1% суперпластификатора неэффективно. Оптимальным в наших исследованиях оказалось добавление базальтовой фибрыв количестве 3%. При изучении физико-механических свойств бетона мы выбрали водоцементное отношение для образца бетона без добавки - 0,43, для бетона с суперпластификатором - 0,42 и для бетона с базальтом - 0,50. Добавив 0,8% суперпластификатора в 25%-ный водный раствор, мы добились увеличения прочности бетона. Добавив в бетонную смесь 3% базальтовой фибры, мы увеличили прочность бетона. При увеличении количества суперпластификатора наблюдалась снижение прочности бетона.

Выводы

Синтезирован поликарбоксилатный суперпластификатор на основе HPEG-2400, акриловой кислоты и инициаторов. Согласно заключению, полученному по результатам ИК-спектроскопического анализа, мономер акриловой кислоты успешно вшивается молекулам поликарбоксилата при полимеризации. Полученные результаты доказывают, что качество бетона улучшается при добавлении суперпластификатора. Добавление в бетонную смесь добавки суперпластификатора в количестве 1 % по отношению к водно-цементной массе снизило ее плотность и повысило прочность бетона за счет улучшения пористой структуры. Добавление в бетонную смесь более 1% синтезированного поликарбоксилатного суперпластификатора оказалось неэффективным.

Список литературы:

1. Flatt, R.; Schober, I. Superplasticizers and the Rheology of Concrete. In Understanding the Rheology of Concrete; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2012; pp. 144–208.
2. Plank, J.; Pųllmann, K.; Zouaoui, N.; Andres, P.R.; Schaefer, C. Synthesis and Performance of Methacrylic Ester Based Polycarboxylate Superplasticizers Possessing Hydroxy Terminated Poly (Ethylene Glycol) Side Chains. Cem. Concr. Res. 2008, 38, 1210–1216. [CrossRef]
3. Xu, Q.; Gao, H.; Zeng, J.; Chen, C.; Zhou, W.; Wang, S.; Tian, X.; Peng, Y. Synthesis, Working Mechanism, and Effectiveness of a Novel Corrosion-Inhibiting Polycarboxylate Superplasticizer for Concrete. Can. J. Chem. Eng. 2016, 94, 1909–1917. [CrossRef]
4. Yoshioka, K.; Tazawa, E.-I.; Kawai, K.; Enohata, T. Adsorption Characteristics of Superplasticizers on Cement Component Minerals. Cem. Concr. Res. 2002, 32, 1507–1513. [CrossRef]
5. Werani, M.; Lei, L. Influence of Side Chain Length of MPEG Based Polycarboxylate Superplasticizers on Their Resistance towards Intercalation into Clay Structures. Constr. Build. Mater. 2021, 281, 122621. [CrossRef]
6. Shanshan Qian, Yan Yao, Ziming Wang, Suping Cui, Xiao Liu, Haidong Jiang, Zhaolai Guo, Guanghong Laia, Qian Xua, Jianan Guana. //Synthesis, characterization and working mechanism of a novel polycarboxylate superplasticizer for concrete possessing reduced viscosity. // Construction and Building Materials. 169 (2018) 452–461page.
7. Ziming Wang, Huiqun Li. New Progress in Research and Application of polycarboxylate superplasticizer [J]. Concrete World, 2012 (08): 50-56.
8. Исмоилов Ф.С.// Разработка технологии получения суперпластификаторов для бетонных смесей на основе пиролизного масла и их применение. // Диссертация. Ташкент 2023 г.

РАЗРАБОТКА УГОЛЬНЫХ БРИКЕТОВ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ И ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВ

Меликулов Отабек Жамал угли
соискатель
ГУП «Фан ва тараккиёт»,
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: sherzod_eminov@mail.ru

Халмурадова Дилафруз Куватовна
профессор
Самаркандского медицинского университета,
Республика Узбекистан, г. Самарканд

Ясен Мижити
профессор
Шинжанского медицинского университета,
Китай, г. Шэньян

Исламов Лазиз Бекмуродович
соискатель
ГУП «Фан ва тараккиёт»,
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Киямова Дилфуза Шарифовна
доцент
Самаркандского медицинского университета,
Республика Узбекистан, г. Самарканд

DEVELOPMENT OF COAL BRIQUETTES BASED ON LOCAL RAW MATERIALS AND PRODUCTION WASTE

Melikulov Otabek Jamal ugli
Applicant
SUE "Fan va tarakkiyot",
Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Dilafruz Khalmuradova
Professor
of Samarkand Medical University,
Uzbekistan, Samarkand

Yasen Mizhiti
Professor
of Shinzhan Medical University,
China, Shenyang

Laziz Islamov
Applicant
SUE "Fan va tarakkiyot",
Tashkent State Technical
University, Republic of Uzbekistan, Tashkent

Библиографическое описание: РАЗРАБОТКА УГОЛЬНЫХ БРИКЕТОВ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ И ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. Меликулов О.Ж. [и др.]. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18373*

Dilfuza Kiyamova
Associate Professor
of Samarkand Medical University,
Uzbekistan, Samarkand

АННОТАЦИЯ

В статье показано влияние наполнителей на прочностные свойства угольных брикетов. Показано, что увеличение прочности тем, что в присутствии наполнителя происходит сшивание соседних частиц наполнителя в структуре угольного брикета макромолекулами ингредиентами композиционного материала. В результате между частицами наполнителя появляются мостики индивидуальных цепочек макромолекул, что способствует ограничению числа возможных конформаций макромолекул и их сегментного движения, что приводит к повышению прочности брикета.

ABSTRACT

The article shows the influence of fillers on the strength properties of coal briquettes. It is shown that the increase in strength is due to the fact that in the presence of a filler, neighboring filler particles in the structure of a coal briquette are cross-linked by macromolecules and ingredients of the composite material. As a result, bridges of individual chains of macromolecules appear between the filler particles, which helps limit the number of possible conformations of macromolecules and their segmental movement, which leads to an increase in the strength of the briquette.

Ключевые слова: угольные брикеты, наполнители, прочностные свойства. Физико-механические свойства, бурые угли, отходы.

Keywords: coal briquettes, fillers, strength properties. Physical and mechanical properties, brown coals, waste.

Введение. В мире активно ведутся научные исследования по созданию и реализации новых инновационных идей по производству угольных брикетов отвечающие современным требования в высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами. Бурые угли являются основным топливным продуктом для тепловых электростанции. При транспортировке они быстро измельчаются [1-3]. Поэтому таких угольных мелочей можно использовать при получение брикетов. В связи с этим разработка угольных брикетов на основе местного сырья и отходов производств является весьма актуальным.

Угольная промышленность Узбекистана имеет 72-летнюю историю. Основу ресурсной базы угольной отрасли республики составляют буроугольное «Ангренское» и два менее крупных каменноугольных месторождения – «Шаргуньское» и «Байсунское». Стоит отметить, что 85% добываемого в Узбекистане угля приходится на разрез «Ангренский» [3].

При наполнении угольных брикетов происходит изменение ряда термодинамических параметров полимеров (плотности, энтропии, энтальпии) [4, 5]. Наполнение является наиболее широко применяемым и высокоэффективным способом направленного регулирования свойств композиционных материалов, позволяющим повысить показатели механической прочности и жесткости, химической стойкости, теплостойкости, диэлектрических свойств и т. д. В общем случае под наполнением композиционных полимерных материалов понимают сочетание полимеров с твердыми и (или) газообразными веществами, которые относительно равномерно распределяются в объеме композиции и имеют четко выраженную границу раздела с непрерывной полимерной фазой (матрицей).

Целью данного исследования является разработка брикетирования угольной мелочи из местного сырья и отходов производств. А также определение некоторых эксплуатационных свойств этих брикетов.

Материалы и методика исследования. При разработке угольных брикетов нами были использованы следующие ингредиенты: бурые угольные мелочи Ангренского месторождения, крахмал, мебельные отходы (древесная стружка), каолин, лигнин, тальк и минералоид получен из Кызылтепинского района Навоийской области.

Методика получения угольных брикетов проводили следующим образом.

Нами для производства угольных брикетов были использованы угольные мелочи размером 0,01-10 мм. Они привозят с АО «Узбек кумир» автотранспортом на предприятие и разгружается на специальную площадку. На площадке сырью подготавливается в ручную с добавлением связующих компонентов и наполнителей из расчета 10 кг в тонну, связующий из расчета 200 кг в тонну, угольные мелочи из расчета 600 кг в тонну и вода техническая из расчета 200 литров в тонну массу добавляемых компонентов измеряется на электронных весах прошедшую поверку в органах Уз стандарта. Из площадки сырье ручным способом поступает в мешалку оборудование марки JZ 250 Non –vacuum brick extruder производства (Китай), где производится дополнительная перемешивание смесей и отпрессуется на формы кирпича одинарного, полно тельного типа для производства продукции соответствующий требованиям O'zDst 2994:2015 [6].

Способность углей окусковаться в брикеты и качество получаемой продукции зависит от свойств углей – твердости, хрупкости, упругости, пластичности, структуры, степени углефикации, зольности, содержания смолистых веществ [7, 8].

Физико-механические свойства разработанных угольных брикетов определяли по ГОСТ 21289-75 [9].

Результаты и обсуждение. В качестве связующего использовали крахмал с минералоидом. Минералоид добывается в процессе бурения по добыче воды в Кызылтепинском районе Навоийской области. Химический состав минеральной глины анализировали на основе спектра элементного анализа (таблица). Минералоид мы условно его обозначили МНЛО. Так как, этот минералоид вязкий его можно использовать как пластификатор при получении угольного брикета. В таблице показан химический состав минералоида.

Таблица 1.

Химический состав минералоида

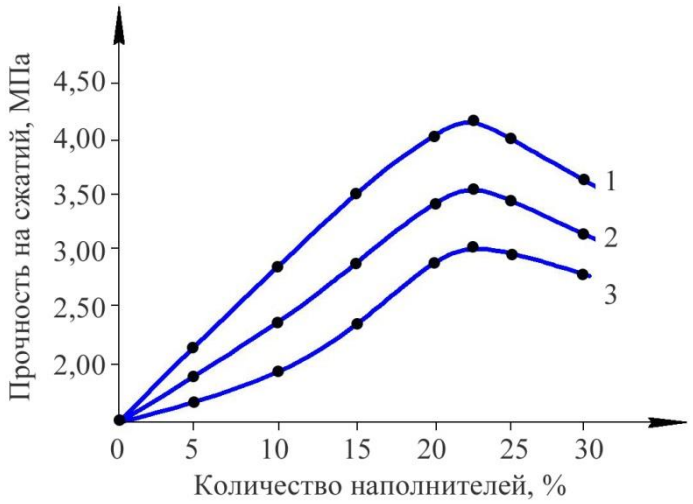
Наименование элементов	Химическая формула	Количество % (масса)
Алюминий	Al	14,8
Кремний	Si	58,1
Фосфор	P	0,146
Сера	S	0,455
Хлор	Cl	1,55
Калий	K	5,46
Кальций	Ca	0,483
Хром	Cr	0,0631
Марганец	Mn	0,0285
Железо	Fe	17,5
Медь	Cu	0,0165
Цинк	Zn	0,0312
Кобальт	Co	0,0413
Титан	Ti	1,42

Рисунок 1. Смесь минералоида с крахмалом

Нами использованный в качестве наполнителя древесная стружка, лигнин, каолин используются для повышения прочностных свойств брикетов, а также с целью сокращения расхода вяжущего. Наполнители добавляли от 5 до 30 массовых частей.

На рисунке показано влияние количество наполнителей на прочность на сжатие угольных брикетов. Как видно из рисунка, максимальное количество наполнителей 20-25 масс.ч. Прочность брикетов зависит от количество наполнителя.

Для получения наполненных полимерных композиций в большинстве случаев применяют твердые тонкодисперсные наполнители с частицами сферической (стеклянные микросферы, золы-уноса), зернистой (сажа, кремнезем, древесная мука, мел, каолин), пластинчатой (тальк, графит, слюда), игольчатой (оксиды, соли, силикаты) формы, а также волокнистые наполнители (хлопок, стекловолокно, асбест, целлюлоза).



1-угольный брикет наполненный древесной стружкой;
2-брикет наполненный лигнином; 3-брикет наполненный каолином

Рисунок 2. Зависимость прочность на сжатий угольного брикета от количество наполнителей

При малых степенях наполнения частицы сравнительно далеко удалены друг от друга в объеме композита, поэтому эффект задержки трещины значительно снижен. При высоких степенях наполнения частицы упакованы настолько плотно, что композит представляет сплошную среду, в которой фронт трещины перестает взаимодействовать с отдельными частицами. Эффект упрочнения композитов в присутствии наполнителя во многом определяется структурой граничного слоя и прочностью адгезионного взаимодействия частиц наполнителя с угольным мелочам. Адсорбционное взаимодействие проявляется в радиально-сферической ориентации структурных единиц угольной матрицы у поверхности наполнителя [10-13].

Заключение. Таким образом можно сказать, что при разработке угольных брикетов с различными наполнителями приводит к изменению прочностных характеристик готовых брикетов. Особенностью композитов с дисперсным наполнителем является экстремальное изменение их прочности с увеличением объемной доли наполнителя.

Список литературы:

1. Бурый уголь // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.- СПб., 1890—1907.
2. https:// unece/org›pdts›mansurov_uzbekistan. Краткое сообщение об использовании угля на тепловых электростанциях Узбекистана. Ташкент 2020, 5 с.
3. Хурсанов Х.П. Угольная промышленность Узбекистана: Этапы становления, пути развития и перспективы // Горный вестник Узбекистана. 2008. – № 1 (32). – С. 4–9.
4. Аскаров К.А., Киямова Д.Ш., Холмурадова Д.К. Исследование процесса получения топливных брикетов из отходов производств // Композиционные материалы, 2021, № 3, - С. 148-150.
5. Аскаров К.А., Киямова Д.Ш., Холмурадова Д.К. Исследование влияния наполнителей на физико-механические свойства угольных брикетов // Universum: технические науки. Выпуск: 8(89) Москва 2021. Часть 2. – С. 49-51.
6. Киямова Д.Ш., Холмурадова Д.К. Разработка научно-методических принципов и технологии получения угольных брикетов // Universum: техниеские науки. Выпуск: 4(97) Москва 2022. Часть 8. – С. 56-58.
7. Рассказова, А.В. Повышение комплексности использования энергетических ресурсов Дальневосточного региона и экологические аспекты переработки буроугольной мелочи [Текст] / А.В. Рассказова // Молодые исследователи – регионам: Материалы Всероссийской научной конференции студентов. В 2-х томах. - Вологда: ВОГТУ. – 2011. – Т. 1. – С. 382-384.
8. Fuel briquette [Электронный ресурс]: pat. 02117032 Russian Federation, МПК C10L6. / Kravets Yu.M., Kostochko A.V., Novikov D.S.; заявитель и патентообладатель Kazan state technological university. - № 97107218/04. – Режим доступа: http://patentscope.wipo.int.
9. ГОСТ 21289-75. Брикеты угольные. Методы определения механической прочности [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://gostexpert.ru/gost/gost-21289-75.
10. Эминов Ш.О., Абдукаримова Д.Н. Исследование влияния электрофизической природы и концентрации наполнителей на процесс электризации композиционных полимерных покрытий при взаимодействии с хлопком-сырцом // Universum: технические науки. 2020. № 6-3 (75). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vliyaniya-elektrofizicheskoy-prirody-i- Дата обращения: 07.10.2024).

11. Nuritdinovna A.D., Soibjanovna N.K., Olimjonovich E.S. Research Of Physical And Chemical Properties Of Fillers For The Development Of Composite Chemical Preparations //The American Journal of Engineering and Technology. – 2021. – Т. 3. – №. 05. – С. 40-46.
12. Намазов Ш.С. Ташпулатов Ш.Ш., Ортыкова С.С., Эминов Ш.О. ХИМИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ МИНЕРАЛИЗОВАННОЙ МАССЫ С ПОМОЩЬЮ НИТРАТА АММОНИЯ И НИТРАТА ЦИНКА // Universum: технические науки. 2021. №6-3 (87). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/himicheskaya-aktivatsiya-mineralizovannoy-massy-s-pomoschyu-nitrata-ammoniya-i-nitrata-tsinka (дата обращения: 28.09.2024).
13. Абдукаримова Д.Н., Негматова К.С., Эминов Ш.О. Исследование физико-химических и технологических свойств Na-карбосиметилцеллюлозы и композиционной порошкообразной госсиполовой смолы от их концентрации // Universum: технические науки. 2020. № 5-2 (74). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-fiziko-himicheskih-i-tehnologicheskih-svoystv-na-karbosimetiltsellyulozy-i-kompozitsionnoy-poroshkoobraznoy (дата обращения: 28.09.2024).

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СПОСОБНОСТИ РАЗРАБОТАННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ СОЖ НА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛАСТИНКАХ И СТРУЖКАХ

Негматов Сайибжан Садыкович
научный руководитель
Государственного унитарного предприятия «Фан ва тараккиёт»
Ташкентский государственный технический университет, Академик АН РУз,
Заслуженный деятель науки Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: amin_109@inbox.ru

Юлчиева Сурайё Бахрамовна
д-р техн. наук, ст. науч. сотр.,
ГУП «Фан ва тараккиёт»,
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Рахимов Хуршид Юлдашевич
д-р философии по техническим наукам (PhD), ст. науч. сотр.,
докторант ГУП «Фан ва тараккиёт», ТашГТУ,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Кучкарова Мунира Хусан кизи
базовый докторант, ГУП "Фан ва тараккиёт",
Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

STUDY OF CORROSION ABILITY OF DEVELOPED COMPOSITE COOLANTS ON METAL PLATES AND CHIPS

Sayibjan Negmatov
Scientific Director
of the State Unitary Enterprise "Fan va tarakkiyot"
Tashkent State Technical University,
Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Honored Scientist The Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Surayo Yulchieva
Doctor of Technical Sciences,
Senior Researcher, SUE "Fan va Tarakkiyot",
Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Khurshid Rakhimov
Doctor of Philosophy in Technical Sciences (PhD), Senior Researcher,
Doctoral student of the SUE "Fan va Tarakkiyot",
Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Munira Kuchkarova
Basic doctoral student, SUE "Fan va Tarakkiyot",
Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Библиографическое описание: ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СПОСОБНОСТИ РАЗРАБОТАННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ СОЖ НА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛАСТИНКАХ И СТРУЖКАХ // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. Негматов С.С. [и др.]. 2024. 10(127). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18384

АННОТАЦИЯ

В статье исследованы влияние на коррозионной способности разработанных композиционных составов - СОЖ на металлических пластинках и стружках. Для разработки нового состава композиционного СОЖ, отвечаюшим всем параметрам и требованием металлургических промышленности, нами были проведены исследования нескольких составов. Данная исследовательская работа посвящена глубоко исследовать коррозионная способность с разными методиками с разработанным оптимальным составом. Для холодной обработки металлов давлением разработанные композиционный СОЖ на масляной основе со значительным содержанием различных присадок и смазочных добавок, придающих нужные эксплуатационные свойства - коррозионную устойчивость и износостойкость, хорошие противозадирные качества. Создаваемая защитная масляная пленка снижает трение, уменьшает дефекты и улучшает качество поверхности получаемой детали. Разработанный композиционный СОЖ, главным назначением которых является охлаждение и смазка инструментов и обрабатываемых деталей из черных и цветных металлов и сплавов. Они уменьшают трение и защищают инструменты и заготовку от перегрева и коррозии, эффективно удаляют абразивную пыль и мелкую стружку из рабочей зоны, предотвращают быстрый износ основных элементов оборудования.

ABSTRACT

The article studies the effect of the developed composite compositions on the corrosion ability - cutting fluid on metal plates and chips. To develop a new composition of the composite cutting fluid that meets all the parameters and requirements of the metallurgical industry, we conducted studies of several compositions. This research work is devoted to deeply exploring the corrosion ability with different methods with the developed optimal composition. For cold metal forming, developed composite cutting fluid on an oil base with a significant content of various additives and lubricating additives that impart the necessary performance properties - corrosion resistance and wear resistance, good anti-seize properties. The created protective oil film reduces friction, reduces defects and improves the surface quality of the resulting part. The developed composite cutting fluid, the main purpose of which is cooling and lubrication of tools and workpieces made of ferrous and non-ferrous metals and alloys. They reduce friction and protect tools and workpieces from overheating and corrosion, effectively remove abrasive dust and small chips from the work area, and prevent rapid wear of the main equipment elements.

Ключевые слова: смазочно-охлаждающая жидкость, коррозия, поверхностное-активное вещество, состав, химический реагент, соапсток, триэтаноламин, стружка, плотность, водородный показатель.

Keywords: cutting fluid, corrosion, surfactant, composition, chemical reagent, soapstock, triethanolamine, shavings, density, hydrogen index.

Введение. В республике проводятся исследования по изучению смазывающих свойств для снижения трение в зоне металлообработки, фрикционный износ инструмента, значительное снижение вероятность задира и повреждения поверхностей обрабатываемых деталей и инструмента, позволяющие разработать с их использованием смазывающие материалы, и достигаются определенные результаты. Однако эти материалы, в основном, состоят из импортных ингредиентов. Они имеют сравнительно узкий диапазон проявления максимума потерь и ограничены в ассортименте. Эти недостатки не позволяют широко использовать их в качестве смазывающего материала для обработки металлов резанием [1-2].

Смазывающие – охлаждающие жидкости (СОЖ) - это неотъемлемая часть всего комплекса средств, обеспечивающего эффективную эксплуатацию металлорежущего оборудования. Поскольку в практике металлообработки условия резания различаются значительно, то соответственно применяется и большое число смазочно-охлаждающих технологических сред, искусственно вводимых в зону резания. Естественно, что такие вопросы, как назначение, классификация и физико-химические основы действия СОЖ, требуют особого внимания и должны быть достаточно подробно рассмотрены в первую очередь [3-4].

Под коррозией металлов понимается их разрушение вследствие протекания химических или электрохимических процессов, вызываемых смазочно-охлаждающей средой. Применение масляных СОЖ неактивного ряда, которые по качеству соответствуют требованиям технических условий, не вызывает каких-либо опасений в отношении коррозии черных или цветных металлов. Что касается СОЖ активного ряда, то они оказывают коррозионное воздействие на цветные металлы. Опасность коррозионного воздействия СОЖ на черные металлы возникает всегда, когда жидкость окисляется (стареет) и насыщается водой [5].

В этом аспекте, проведение исследований, позволяющих повысить смазывающих материалов и разработать эффективные композиционные материалы для обработки в процессе резания назначения имеет важное значение и является актуальной проблемой.

Методика эксперимента. Метод основан на свойстве чугуна реагировать с коррозионно-активными рабочими смазочно-охлаждающими технологическими средствами образуя окрашенные продукты коррозии.

На круглый бумажный фильтр диаметром 50 мм, помещённый в чашку Петри, с помощью шпателя равномерно наносят 2+/-0,1 г чугунных стружек. Мерной пипеткой отбирают 2 мл хорошо перемешанной рабочей эмульсии или водного раствора СОЖ и равномерно смачивают стружку на фильтре.

Чашку Петри закрывают крышкой и выдерживают при комнатной температуре в течении 2 ч. При этом чашка Петри не должна подвергаться воздействию сквозняков и солнечных лучей.

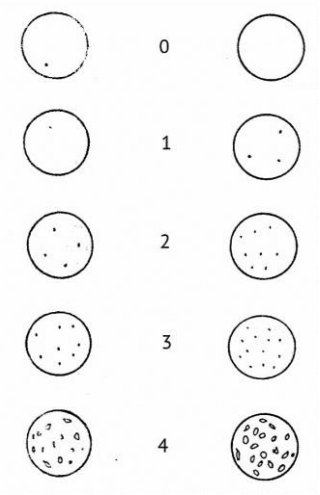


Рисунок 1. Оценка (в баллах) коррозионной агрессивности СОЖ

Затем стружку удаляют, круглый бумажный фильтр просушивают при комнатной температуре. Испытания проводят параллельно в двух чашках Петри.

Рабочая эмульсия или водный раствор СОЖ считается выдержавшим испытание, если на фильтровальной бумаге полностью отсутствуют коррозионные пятна. В случае наличия коррозионных пятен (рис. 1) оценивают степень коррозии по следующей схеме (табл. 1).

Таблица 1.

Схема оценки степени коррозии образцов

Балл	Степень коррозии	Внешний вид фильтра
0	Отсутствие	Без изменений
1	Следы	До трёх пятен диаметром менее 1 мм
2	Лёгкая	Пятна диаметром более 1 мм
3	Умеренная	По схеме, приведённой на рис. 1
4	Сильная	По схеме, приведённой на рис. 1

Результаты исследований и их обсуждение. Нами были исследованы коррозионной способности с разработанными композиционными составами марки «К-СОЖ-1», «К-СОЖ-2», «К-СОЖ-3» и «К-СОЖ-4» на металлических пластинках и стружках. Аналогично сопоставили Германского производства СОЖ марки «OSCAR».

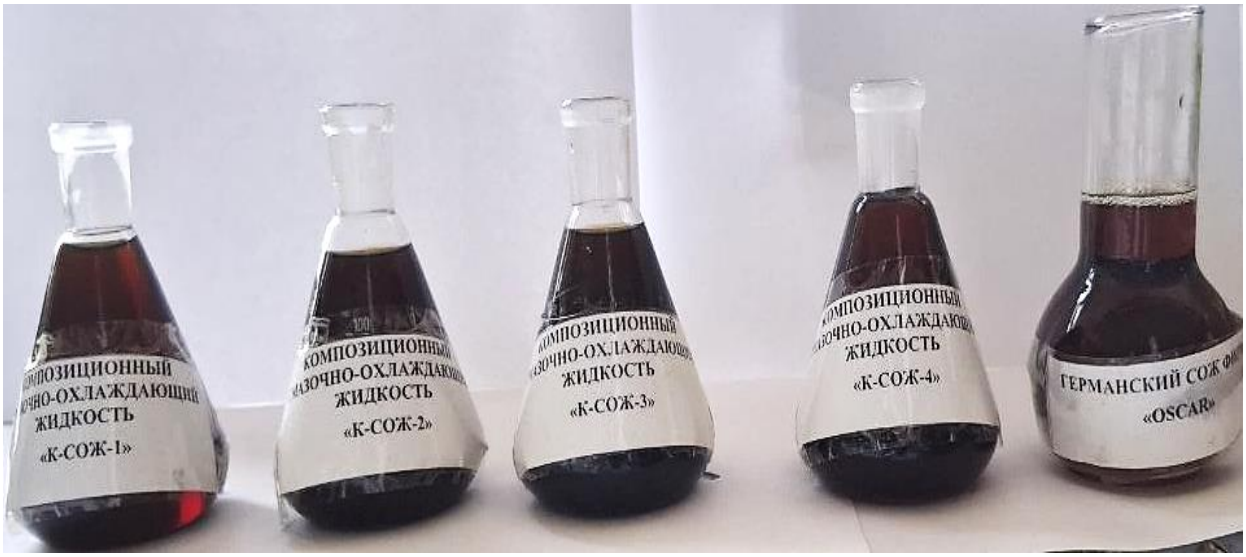


Рисунок 2. Разработанные составы композиционных СОЖ

Для определения коррозионностойкости СОЖы 4-х составов и аналог Германского производства СОЖ марки «OSCAR», 5 стальных пластинок обработанных разработанных составов (рис. 3).

Рисунок 3. Пластинки с обработанными композиционными составами и аналогами СОЖ марки «OSCAR» Германского производства для определения коррозионностойкости

Нами было получено СОЖ однородная жидкость, никаких осадков, при лабораторных экспериментах дала тонкую пленку металлу и приводном воздействии не было выявлено коррозия.

Деятельность ингредиентов способствует коррозионной агрессивности СОЖ по отношению к металлам и напрямую зависит от степени повреждения [6-7].

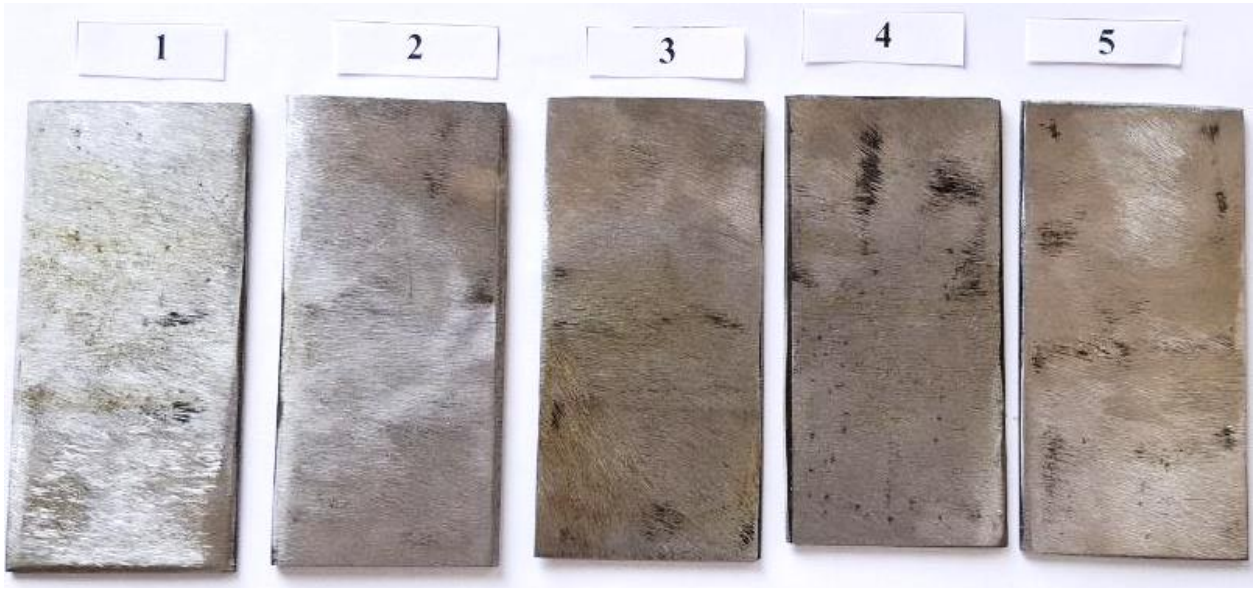


Рисунок 4. Пластинки с обработанными композиционными составами и аналогами СОЖ марки «OSCAR» для определения коррозионностойкости

Как видно, из рис. 4 стальные пробники, опущенные в стакан разработанными СОЖ ами 10% -водного раствора. Через сутки пробники поставили высушивали при комнатной температуре 20^0C. Образовалось во всех экземплярах тонкая маслянистая пленка. №4 и №5-образце не обнаружено начальная коррозия, а в других образцах №1, №2 и №3 некоторых местах было выявлена начинающая коррозия. Германский и разработанные СОЖы нами эмульгирующаяся способность не нарушена, по этому в этих образцах не было выявлена.

Далее определили коррозионной активности СОЖ методом отпечатков с металлическими стружками.

В лабораторном эксперименте на фильтрованную бумагу расстелили стружки металла и сверху с помощью спрея нанесли тонким слоям разработанных 4-х составов композиционного СОЖ.

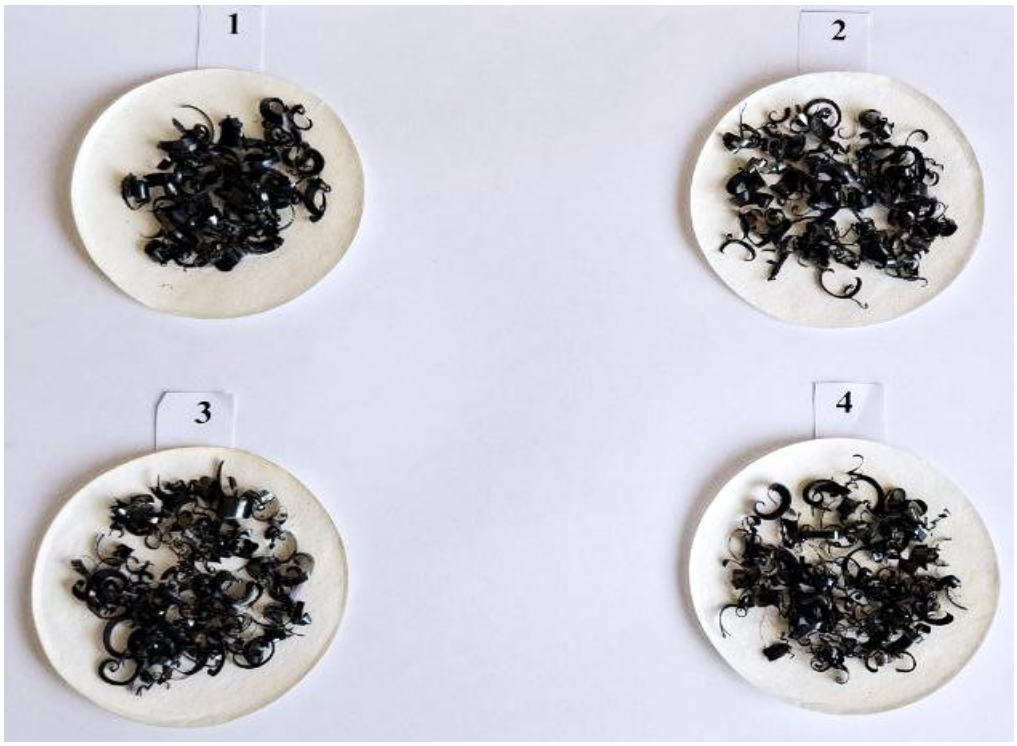


Рисунок 5. Лабораторный эксперимент с металлическими стружками на выявления коррозии

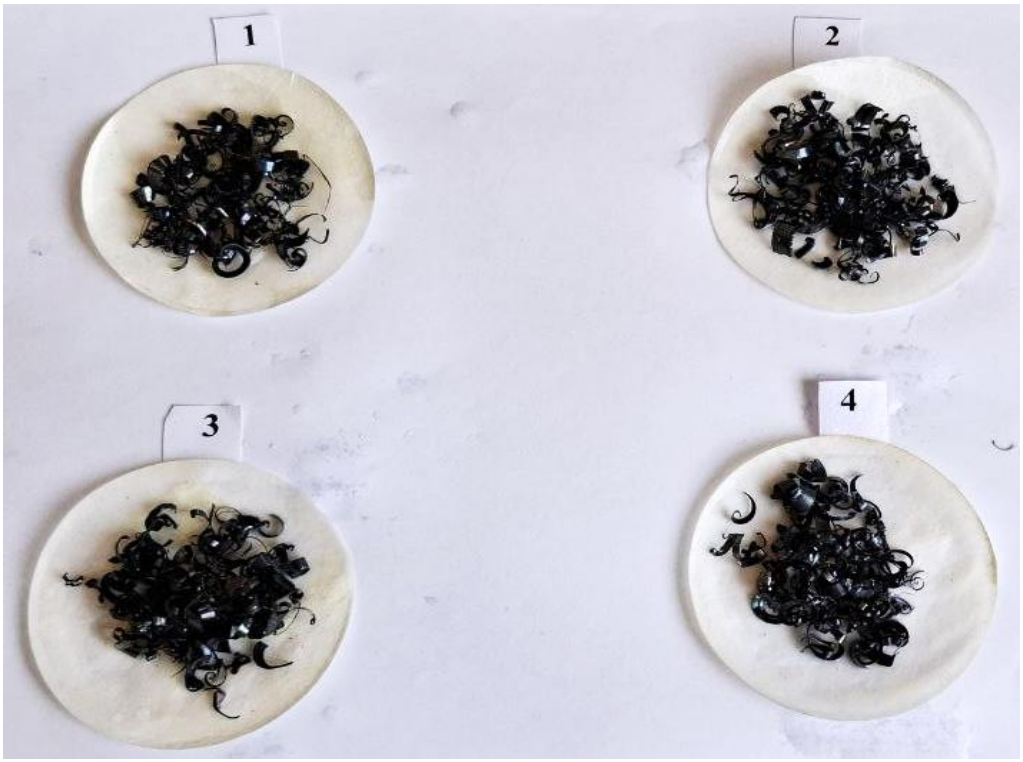


Рисунок 6. Лабораторный эксперимент с металлическими стружками с разработанными 10% композиционными СОЖами

Затем стружку удаляем от фильтрованной бумаги и круглую бумажную фильтр просушиваем при комнатной температуре. Испытания проводят параллельно в двух чашках Петри.

При введении составов наблюдается уменьшение коррозионной агрессивности эмульсии по отношению к металлам с 4 баллов (сильная коррозия) до 1 балла (следы коррозии), рис. 7.

Рисунок 7. Фильтрованная бумага после проверки от коррозии металлических стружек

Разработанные композиционные составы 10%- водный растворы СОЖ считается выдержавшим испытание, если на фильтровальной бумаге полностью отсутствуют коррозионные пятна. В случае наличия коррозионных пятен оценивают степень коррозии по следующей схеме (табл. 2).

1-без наполнения СОЖ; 2-с наполнением СОЖ (10%); 3-фильтр бумага после проверки от коррозии

Рисунок 8. Лабораторный эксперимент с Германским СОЖ-ом марки «OSCAR»

Таблица 2.

Схема оценки степени коррозии образцов

Балл	Степень коррозии	Разработанные составы				
		«К-СОЖ-1»	«К-СОЖ-2»	«К-СОЖ-3»	«К-СОЖ-4»	Германский СОЖ «OSCAR»
Внешний вид фильтра						
0	Отсутствие				Без изменений	Без изменений
1	Следы	До трёх пятен диаметром менее 1 мм				
2	Лёгкая		Пятна диаметром более 1 мм	Пятна диаметром более 1 мм		
3	Умеренная	-	-	-	-	-
4	Сильная	-	-	-	-	-

Как видно из вышеприведенных анализов результатов теоретических и экспериментальных исследований, разработанные составы на основе соапсток обладает смазочными, пластифицирующими, дезинфицирующими, бактерицидными и другими свойствами. Это даёт возможность использовать её как одним из основных компонентов при разработке и получении новых композиционных СОЖ.

Заключение. Исследования показали существенное влияние концентрации СОЖ на смазывающие свойства масляных растворов противоизносных и противозадирных присадок. В зависимости от химической природы СОЖ влияние их концентрации на смазывающие свойства присадок может быть положительным или отрицательным. Поэтому при создании новых смазочных материалов необходимо экспериментально устанавливать для каждого конкретного случая оптимальные концентрации СОЖ, не ослабляющие смазывающие действия противоизносных и противозадирных присадок и придающие композициям высокие антифрикционные, антикоррозионные, антиокислительные и другие свойства.

Таким образом, синтезированный нами композиционные смазочно-охлаждающие жидкости обладает высокими физико-химическими свойствами и при концентрации 10% полностью защищает смазочно-охлаждающие жидкости от поражения как коррозионными, продлевая тем самым срок их эксплуатации.

Список литературы:

1. Булыжев Е.М., Худобин Л.В. Ресурсосберегающее применение смазочно-охлаждающих жидкостей при металлообработке. М.: Машиностроение, 2004. 352 с.
2. Клюев А.Ю., Пучкова Н.В., Прокопчук Н.Р. Исследование свойств и разработка технологии смазочно-охлаждающей жидкости на водной основе СОЖ ЛХ-2 с применением аддукта ОКМА// Труды БГТУ Серия 2. № 2. 2022. С. 132–142.
3. Шашин А.Д. Исследование влияния СОЖ на процесс взаимодействия инструмента и заготовки при обработке металлов резанием//Автореф.дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук. Москва – 2003. 20 с.
4. Макарова И.А. Снижение экологической опасности смазочно-охлаждающих жидкостей стабилизацией углеродными нанотрубками и утилизацией отработанных эмульсий// Дис. на соискание ученой степени к. х.н. Ульяновск – 2018. 122 с.
5. Перелыгин, Ю.П. Коррозия и защита металлов от коррозии: учеб. пособие для студентов технических специальностей / Ю.П. Перелыгин, И.С. Лось, С.Ю. Киреев. – 2-е изд., доп. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2015. – 88 с.
6. Смазочно-охлаждающая жидкость для механической обработки металлов: Пат. RU 2110562 / А.А. Алтынбаев, В.Н. Кокорин, Е.А. Филимонов. Опубл. 10.05.1998.
7. Дегтярь Ю.С. Разработка рекомендаций и технологических решений, направленных на снижение негативного воздействия смазочно-охлаждающих жидкостей на человека и окружающую среду// Тольятти 2016. 65 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗРАБОТАННОГО КОМПОЗИЦИОННОГО ДЕЭМУЛЬГАТОРА НА ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ НА ГРАНИЦЕ НЕФТЬ-ВОДА

Негматов Сайибжан Садыкович
научный руководитель
Государственного унитарного предприятия «Фан ва тараккиёт»
Ташкентский государственный технический университет,
Академик АН РУз, Заслуженный деятель науки Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: amin_109@inbox.ru

Исмаилов Равшан Исраилович
д-р хим. наук, профессор,
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Рахимов Хуршид Юлдашевич
ст. науч. сотр., PhD,
Государственного унитарного предприятия «Фан ва тараккиёт»,
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Раупова Дилфуза Нуруллаевна
докторант, PhD
Государственного унитарного предприятия «Фан ва тараккиёт»,
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Мусабеков Дилшод Хакимович
докторант
Государственного унитарного предприятия «Фан ва тараккиёт» ТашГТУ,
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF THE DEVELOPED COMPOSITE DEMULSIFIER ON THE SURFACE TENSION AT THE OIL-WATER INTERFACE

Sayibjan Negmatov
Scientific Director
of the State Unitary Enterprise "Fan va tarakkiet"
Tashkent State Technical University,
Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Honored Scientist The Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Ravshan Ismailov
Doctor of Chemical Sciences, Professor,
Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Khurshid Rakhimov
PhD, Senior Researcher
at the State Unitary Enterprise "Fan va tarakkiet",
Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Библиографическое описание: ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЕ РАЗРАБОТАННОГО КОМПОЗИЦИОННОГО ДЕЭМУЛЬГАТОРА НА ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ НА ГРАНИЦЕ НЕФТЬ-ВОДА // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. Негматов С.С. [и др.]. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18401*

Dilfuza Raupova
PhD, Doctoral student
of the State Unitary Enterprise "Fan va tarakkiet"
Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Dilshod Musabekov
Doctoral student
of the State Unitary Enterprise "Fan va tarakkiet"
Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье изучены влияние разработанного композиционного деэмульгатора на поверхностное натяжение на границе нефтяной эмульсии месторождение «Совлигар». Для разработки нового состава композиционного деэмульгатора, отвечаюшим всем параметрам и требованием НПЗ, нами были проведены исследования нескольких составов на основе местного сырья и отходов различных промышленных производств и изучены их физико-химические свойства. Данная исследовательская работа посвящена глубоко исследовать разрушения водонефтяных эмульсий с разными методиками с разработанным оптимальным составом. Для разрушения нефтеэмульсии были выбраны многоатомные спирты, аминосодержащие вещество, анион активные ПАВ, а также спиртовые отходы Бектемирского завода. Приведены физико-химические показатели высокоэмульсионные нефти с месторождения «Совлигар». Для высокоэмульсионных нефтей особенно в регионе Сурхандарьинского месторождение «Совлигор», «Чордарбоза» в условиях процесса глубокого обезвоживания и обессоливания исследовали с разными составами разработанными композиционными деэмульгаторами.

При увеличении содержания воды в нефти уменьшается расстояние между смежными капельками дисперсной воды, что, в свою очередь, приводит к увеличению вероятности столкновения и слияния самых маленьких капель. При этом контакте образуются более крупные капли воды, а согласно закону Стокса скорость осаждения капель воды из эмульсии прямо пропорциональна квадрату их радиуса. Следовательно, увеличение подачи промывной воды приводит к углублению обезвоживания за счет коалесценции мелкодисперсной составляющей эмульсии и в результате к снижению содержания воды и хлоридов в нефти.

Разработанные нами композиционный деэмульгатор «КХ-ДЭМ-5» лучше обезвоживает и обессоливает нефть, чем деэмульгатор дипроксамин 157.

ABSTRACT

The article examines the effect of the developed composite demulsifier on the surface tension at the boundary of the Sovligar oil emulsion field. To develop a new composition of a composite demulsifier that meets all the parameters and requirements of the refinery, we conducted studies of several formulations based on local raw materials and waste from various industrial plants and studied their physico-chemical properties. This research paper is devoted to a deep investigation of the destruction of oil-water emulsions with different methods with the developed optimal composition. Polyatomic alcohols, amino-containing substances, anion active surfactants, as well as alcoholic waste from the Bektemir plant were selected for the destruction of the oil emulsion.

The physico-chemical parameters of highly emulsified oil from the Sovligar field are given. For highly emulsified oils, especially in the Surkhandarya region, the Sovligor and Chordarbosa deposits were studied with different compositions of developed composite demulsifiers under conditions of deep dehydration and desalination. With an increase in the water content in oil, the distance between adjacent droplets of dispersed water decreases, which, in turn, leads to an increase in the probability of collision and fusion of the smallest droplets. During this contact, larger water droplets are formed, and according to Stokes' law, the rate of precipitation of water droplets from the emulsion is directly proportional to the square of their radius. Consequently, an increase in the supply of washing water leads to a deepening of dehydration due to the coalescence of the fine component of the emulsion and, as a result, to a decrease in the content of water and chlorides in the oil.

The composite demulsifier "KH-DEM-5" developed by us dehydrates and desalinates oil better than the demulsifier diproxamine 157.

Ключевые слова: поверхностное-активное вещество, состав, химический реагент, нефть, обезвоживание, обессоливание, эмульсия, поверхностное натяжение, деэмульгатор, плотность, водородный показатель.

Keywords: surface-active substance, composition, chemical reagent, oil, dehydration, desalination, emulsion, surface tension, demulsifier, density, hydrogen index.

Введение. В последние годы добыча нефти становится все труднее. Выработанность залежей нефти сопровождается значительным обводнением продукции скважин, что влечет за собой изменение группового химического состава сырой нефти и образованию эмульсий [1].

Вода в нефти появляется вследствие поступления к забою скважины подстилающей воды или воды,

закачиваемой в пласт с целью поддержания давления. При движении нефти, и пластовой воды по стволу скважины и нефтесборным трубопроводам происходит их взаимное перемешивание, а в результате перемешивания - дробление. Процесс дробления одной жидкости в другой называют диспергированием. В результате диспергирования одной жидкости в другой образуются эмульсии. Под эмульсией понимают такую смесь двух взаимно не растворимых (или очень мало растворимых) жидкостей, одна из которых диспергирована в другой в виде мелких капелек (глобул). Диспергированную жидкость называют внутренней, или дисперсной фазой, а жидкость, в которой она находится, - дисперсионной, или внешней средой [2-3].

Нефтяной пласт (коллектор) является гетерогенной системой, с огромной межфазной поверхностью. 1 $м^3$ песчаного коллектора обладает межфазной поверхностью равной десяткам тысяч $м^2$. Фильтрация (миграция) нефти, воды, газа(флюидов) в нефтяном коллекторе во многом зависит от явлений, происходящих на границах раздела фаз (твердое тело-жидкость, жидкость-газ, жидкость-жидкость). Обычно имеется в виду поверхностное натяжение жидких тел на границе газ-жидкость. В случае жидкой поверхности раздела поверхностное натяжение правомерно также рассматривать как силу, действующую на единицу длины контура поверхности и стремящуюся сократить поверхность до минимума при заданных объёмах фаз [4].

Методика эксперимента. У исследуемого композиционного деэмульгатора было определено поверхностное натяжение на границе раздела фаз вода – воздух сталагмометрическим методом [5].

Сталагмометрический метод основан на установлении массы капли жидкости, медленно образующейся и отрывающейся с конца капилляра. Практически удобнее определять не массу капли, а ее объем или число капель в резервуаре с известным объемом. Число капель подсчитывают при вытекании жидкости через капилляр.

Для экспериментального определения поверхностного натяжения на границе жидкость-жидкость применяют сталагмометр – капельную пипетку Доннана (Рис. 1).

Она представляет собой капилляр *1* диаметром 1-2 мм, нижний конец которого загнут вверх, а верхний переходит в шар *2* емкостью 1-2 мл, снабженный двумя метками. Выше верхней метки имеется кран *3*. Сверху на капилляр надевают резиновый шланг с зажимом *4*.

Взаимно нерастворимые жидкости А и В наливают в стаканчик (поровну) так, чтобы между ними была четкая граница раздела. Жидкость А, имеющую меньшую плотность и находящуюся сверху, засасывают в шар 2 чуть выше верхней метки a-b и закрывают кран. Пипетку опускают в нижний слой (жидкость В) и регулируют.

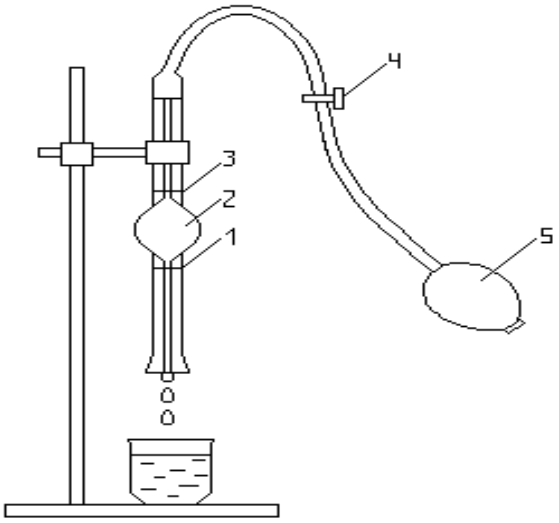


Рисунок 1. Пипетка Доннана

Пипетка Доннана выход капель жидкости А в жидкость В. Образование каждой капли должно протекать довольно медленно (30-40 с), чтобы замедление образования капель в конце опыта, после вытекания из пипетки основной массы жидкости, не сказывалось на количестве капель. Жидкость А, вытекая в жидкость В, образует NA/B капель, в случае же вытекания того же объема жидкости А в другую жидкость С образуется NA/C капель. Чем ниже величина поверхностного натяжения на границе двух несмешивающихся жидкостей, тем большее число капель образуется из одинаковых объемов одной и той же жидкости [5].

Применяли сравнительный метод для определения поверхностного натяжения жидкости. Он заключается в том, что подсчитывают число капель n_0 эталонной жидкости, поверхностное натяжение σ_0 которой известно, и число капель n_x испытуемой жидкости с поверхностным натяжением σ_x. Поверхностное натяжение испытуемой жидкости вычисляют по уравнению [5]:

$$\sigma_x=\sigma_0 \frac{n_0\ \rho_x}{n_x\ \rho_0} \text{ или } \sigma_x= 72{,}75\ \frac{n_0\ \rho_x}{n_x\ \rho_0}$$

где ρ_0 и ρ_X – плотность эталонной жидкости и испытуемой жидкости соответственно; 72,75 – поверхностное натяжение воды при 20 ^{0}С, дин/см.

Результаты и их обсуждение. Особенно важную роль играет поверхностное натяжение в процессах добычи нефти. Некоторые вещества, применяемые в этих процессах способны понижать поверхностное натяжение жидкостей. Такие вещества называются поверхностно-активными (ПАВ). По отношению к воде поверхностно-активными являются карбоновые кислоты, спирты, альдегиды, амины, белки и некоторые другие органические соединения. Схематически строение молекулы ПАВ изображают следующим образом: Кружочек обозначает полярную группу, а хвост - неполярную углеводородную часть. Такое строение молекул ПАВ называется

дифильным, то есть молекула обладает сродством к двум различным по полярности фазам (фильность - сродство). Такие молекулы способны ориентироваться (адсорбироваться) на границах раздела фаз, выравнивая полярности этих фаз, тем самым, снижая поверхностное натяжение между ними [6].

В связи с этим для эффективного разрушения водонефтяных эмульсий был разработан новый состав композиционного деэмульгатора - «КХ-ДЭМ-5» (композиционный химический деэмульгатор), который представляет собой раствор композиции на основе глицерина, неорганических ингредиентов и отходов органических растворителей [7].

В таблице 1 показаны результаты сравнительного анализа поверхностного натяжения водного раствора, разработанных композиционных деэмульгаторов (5-составов) с разными процентными (1%, 2%, 3%) водными растворами и аналогично Российского дипроксамина 157 [8].

В рисунке 2 показано разработанных 5-составов композиционных деэмульгаторов.

Рисунок 2. Разработанные композиционные деэмульгаторы

Концентрация химического реагента влияет на поверхностное натяжение. Методы, которые используются в настоящее время, позволяют определить значения поверхностного натяжения с точностью до 0,01 мН/м и в редких случаях до 0,001 мН/м. При выборе метода по определению поверхностного натяжения должно учитываться следующее: точность результатов, нетрудоёмкость при проведении исследования и результаты должны быть пригодны для корреляции.

Таблица 1.

Поверхностное натяжение водного раствора, разработанного композиционного химического деэмульгатора и дипроксамина 157 в области разных концентраций

Концентрация, %	Поверхностное натяжение, Н/м					
	1-состав	2-состав	3-состав	4-состав	5-состав	Дипроксамин-157
1	45,46	43,58	43,05	42,19	38,49	40,4
2	41,36	40,80	40,19	35,75	35,66	40,15
3	39,22	38,36	37,50	35,58	35,48	40,0

В таблице 1 видно, что 3% водные растворы поверхностного натяжения деэмульгаторов дает положительные результаты чем 1 и 2 %. Концентрация имеет большую роль в процессе разрушения нефтеэмульсий. После введения в водонефтяную эмульсию деэмульгатора, химическая реакция играет не главную роль среди протекающих физико-химических процессов. Основную роль играют: явление адсорбции, смачивания, изменение межфазного поверхностного натяжения и т.д.

При растворении деэмульгаторов, как уже говорилось выше, поверхностное натяжение уменьшается. Это происходит за счет самопроизвольного процесса адсорбции поверхностно активных веществ на межфазной границе в соответствие с уравнением Гиббса. Особенность специфичных, имеющих дифильные молекулы с большим углеводородным радикалом, поверхностная активность веществ заключается в большой поверхностной активности их к воде, чем и объясняется сильная зависимость поверхностного натяжения водного раствора поверхностно активного вещества от их концентрации. В результате адсорбции концентрация поверхностно активных веществ в поверхностном слое становится на много больше их концентрации в объеме раствора [9].

Для высокоэмульсионных нефтей особенно в регионе Сурхандарьинского месторождения «Совлигор», «Чордарбоза» в условиях процесса глубокого обезвоживания и обессоливания исследовали с разными соотношениями выбранными разработанными композиционными деэмульгаторами.

Исследования проводились по нижеследующим методикам: В ёмкость объёмом 1000 мл наливали нефтеэмульсию привезенную с месторождения «Совлигар». Содержимое ёмкости перемешивали, встряхивая в течение 10 минут. Приготовленную эмульсию разливали в разделительные колбы по 90 мл. Приготовили 3% раствор деэмульгатора «КХ-ДЭМ-5», последовательно, вводили расчетное количество деэмульгатора марки «КХ-ДЭМ-5» 3% и перемешивали эмульсию в течение 5 минуты. Приготовленные растворы поместили в водяную баню при 90-100 ^{0}С. Затем каждую 30 минут в течение 2 часов измеряли разделившуюся воду от нефтеэмульсии [7-8].

После разделения воды провели анализ на содержание воды в нефтеэмульсии согласно ГОСТ 2477 [10].

Испытания проводились при обессоливании высокоэмульсионные нефти месторождения «Совлигар» физико-механические свойства, которых приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Показатели высокоэмульсионные нефти с месторождения Совлигар

№	Наименование показателей	Методы испытания	Результаты нефти Совлигар
1	Плотность кг/м^3	ГОСТ 3900	895,6
2	Содержание сера, %	ГОСТ 1437	1,12
3	Содержание воды, %	ГОСТ 2477	4
4	Содержание хлористых солей мг/дм^3	ГОСТ 21534	1367,5
5	Температура застывания ^{0}С	ГОСТ 20287	-15
6	Мех.примеси, %	ГОСТ 6370	0,24

Рисунок 3. Разрушения высокоэмульсионной нефти с разными процентами водных растворов при температуре 95-100 ˚С

Для определения содержания воды в составе нефтеэмульсии после воздействия разработанного композиционного деэмульгатора «КХ-ДЭМ-5» и дипроксамина 157 нами проведены следующие исследования. Из разделительной колбы отделившуюся воду слили, с верхней части остаточной нефтеэмульсии отобрали 50 мл пробы и смешали с тяжелой нефтью 100 мл, после нагревали на электроплитке при температуре 100 ^{0}С. Полученные результаты указаны в нижеследующей таблице 3.

Таблица 3.

Количество остатка воды и солей в составе нефти после воздействия разработанного «МК-ДЭМ-4» и дипроксамина 157

№	Наименование	Методы	Нефть Совлигар	«КХ-ДЭМ-5» 1%	«КХ-ДЭМ-5» 2%	«КХ-ДЭМ-5» 3%	Дипрок-самин 3%
1	Содержание воды,%	ГОСТ 2477	4	1,0	0,06	0,04	1,2
2	Содержание хлористых солей мг/дм^3	ГОСТ 21534	1367,5	399,5	340,0	192,2	1097,0

Полученные результаты показали, что при использовании композиционного деэмульгатора «КХ-ДЭМ-5» при 3% концентрации количество выделившейся воды и солей в вышеизложенных лабораторных испытаниях показывает лучшие результаты в сравнении с результатами обработки дипроксамином 157 [11-12].

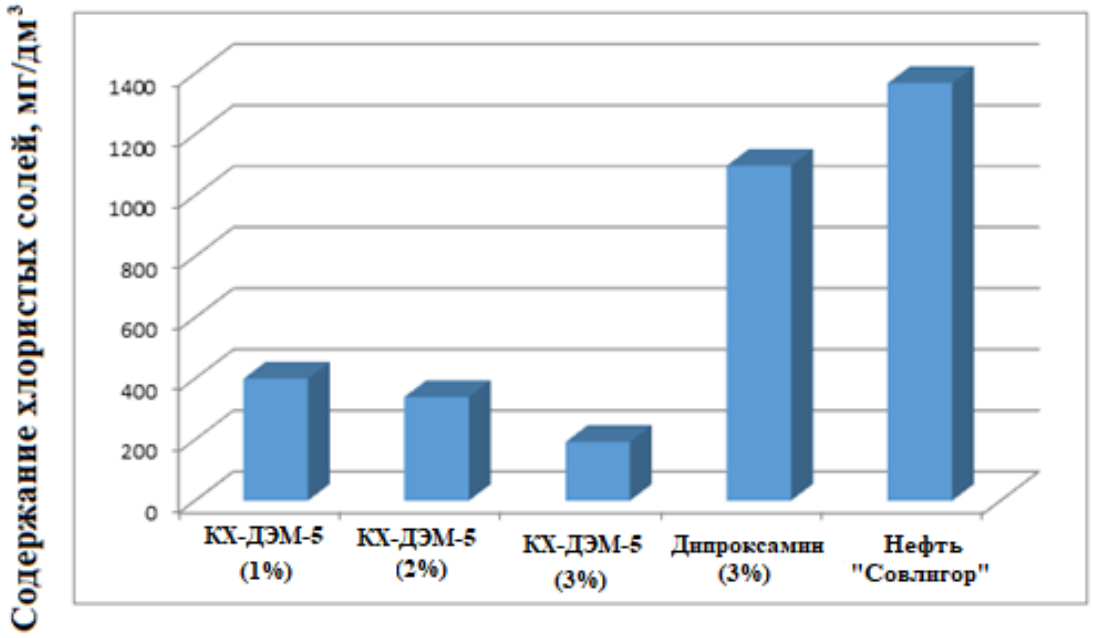


Рисунок 4. Количество соли в составе нефти после воздействия разработанного «КХ-ДЭМ-5» и дипроксамина 157 с разными водными концентрациями

Результаты полученных анализов показали, что деэмульгатор «МК-ДЭМ-4» при 3% концентрации при испытании обессоливания в лабораторных условиях показали лучшие результаты по сравнению с применяемым в настоящее время на заводе ООО «Бухарский НПЗ» дипроксамином 157 [13-14].

Таким образом, анализ полученных результатов показали, что разработанный композиционный деэмульгатор «КХ-ДЭМ-5» (1%, 2%, 3%) по сравнению с деэмульгирующим свойством дипроксамином количество воды и солей в составе нефти был можно считать эффективным.

Заключение. Поверхностное натяжение является фактором интенсивности поверхностной энергии, обусловленной некомпенсированным полем молекулярных сил на межфазной поверхности. В растворах в зависимости от природы растворенного вещества влияние добавок вещества на поверхностное натяжение межфазной границы может быть самым различным.

Разработанный композиционный химический деэмульгатор «КХ-ДЭМ-5» по способности понижения поверхностного натяжения 3% водного раствора до 35,48 Н/м, при температуре 20 ^{0}С характеризуется как неионогенный ПАВ и анионный ПАВ.

Применение разработанного композиционного химического реагента - деэмульгатор марки «КХ-ДЭМ-5», разработанного на основе местного сырья и отходов спиртовых растворителей, значительно дешевле, чем используемый аналог российского производства.

Разработанный композиционный деэмульгатор – «КХ-ДЭМ-5» можно успешно применять в процессе обезвоживания и обессоливания высоковязких нефтеэмульсии.

Список литературы:

1. Небогина Н.А. Влияние состава нефти и степени ее обводненности на структурно-механические свойства эмульсий. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук. Томск 2009. - 22 с.
2. Филимонова Е.И. Основы технологии переработки нефти: Учебное пособие / Е.И. Филимонова. – Ярославль: издательство ЯГТУ, 2010. – 171 с.
3. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учебное пособие для вузов / С.А. Ахметов. – Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.
4. Нгуен Ван Тьен, Дорохов И.Н. Моделирование процессов дробления и коалесценции капель в промысловых водонефтяных эмульсиях/ Сборник трудов XVI международной. научной конференции. «Математические методы в технике и технологиях» в 10 томов. Том 4. Секция 4. - Ростов на Дону: РГАСХМ, 2003. - с. 84 - 85.
5. Фахрутдинов Б.Р. Изучение поверхностно-активных свойств неионогенных поверхностно-активных веществ/ Б.Р. Фахрутдинов, О.А. Варанавская, Л.К. Хватова, Е.А. Лебедев, И.Н. Дияров» // Журнал прикладной химии. - 2001. - Т. Т. 74, Вып. 8. - С. 1378-1381
6. Плохова С.Е. Саттарова Э.Д. Елпидинский А.А. Изучение поверхностных свойств композиционных реагентов. https://cyberleninka.ru/.
7. Негматов С.С., Негматова К.С., Мусабеков Д.Х., Рахимов Ю.К., Раупова Д.Н., Рахимов Х.Ю. Исследование эффективных составов композиционных химических реагентов - деэмульгаторов для разрушения эмульсии и осаждения механических примесей из отработанного масла. Республиканской научно-технической конференции «Прогрессивные технологии получения композиционных материалов на основе местного и вторичного сырья» 14-15 сентября 2023 г. Ташкент, С.60-61.
8. Negmatov S.S., Abed N.S., Negmatova K.S., Raupova D.N., Rakhimov H.Y., Tulyaganova V.S., Yulchieva S.B. Investigation of the physicochemical properties of the developed composite demulsifier based on local and secondary raw materials for the destruction of oil emulsion. PPOR, Vol. 25, No. 1, 2024, pp. 207-216 https://doi.org/10.62972/1726-4685.2024.1.207.
9. Александрова, Э.А. Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 1. Химические методы анализа: Учебник и практикум / Э.А. Александрова, Н.Г. Гайдукова. - Люберцы: Юрайт, 2015. - 551 с.
10. ГОСТ 2477. Методы определение содержание воды.
11. Negmatov S.S., Negmatova K.S., Abed N.S., Ikramova M.E., Negmatov J.N., Sharipov G.A., Tulyaganova V.S., Yulchieva S.B., Rajabov A.R., Dustmuradov E.B. Research of the Properties of Mineral Ingredients and the Possibility of Applying them in Producing the Weighted Drilling Solutions Applicable in Drilling Oil and Gas Wells under High Filled Pressures Conditions. AIP Conference Proceedings 2432, 050054 (2022); https://doi.org/10.1063/5.0090823
12. Sultanov S, Negmatova K, Negmatov S, Abed N, Babakhanova M, Matsharipova M, Valiyeva G, Madraximov O, Umirova N, Babakhanova M, Nasriddinov A. Anti-Corrosion Coating for Engineering Purposes. AIP Conference Proceedings 2432, 050016 (2022); https://doi.org/10.1063/5.0090796
13. Негматов С.С., Рахимов Ю.К., Анварова М.Т., Раупова Д.Н., Рахимов Х.Ю. Определение методом индикаторного титрования водного экстракта содержания хлористых солей в составе нефти с месторождения «Совлигар». Материалы РНТК «Ресурсо- и энергосберегающие, экологически безвредные композиционные и нанокомпозиционные материалы» 25-26 апреля 2019 г.-С. 211-212.
14. Negmatov S.S., Rakhimov Yu.K., Raupova D.N., Anvarova M.T., Rakhimov H.Yu. Research demineralization of water-oil emulsion of deposit of “Sovligar” by the worked out composition demulsifies from local raw material. VIII Международный Симпозиум «Полимеры специального назначения для охраны окружающей среды, нефтяной отрасли, био-нанотехнологии и медицины» 23-25 август, Караганда 2019 г. -С. 43.

РАСЧЕТ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТРУБЧАТО-РЕШЕТЧАТОЙ НАСАДКИ ИЗ ТРУБ СО СПИРАЛЕВИДНЫМИ ТУРБУЛИЗАТОРАМИ

Нуриллаева Айнагул Абдиуалиевна
докторант,
Ташкентский химико-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: anuryllaeva@mail.ru

Каримов Кудрат Фуадович
проф.,
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: kudrat_kf@list.ru

Мавлонов Элбек Тулкинович
доцент,
Ташкентский химико-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: elbek8181@mail.ru

Нурмухамедов Хабибулла Саъдуллаевич
проф.,
Ташкентский химико-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: haas-bek@mail.ru

Нишанова Садокат Хабибуллаевна
ст. преподаватель,
Ташкентский химико-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: sadosha1811@gmail.com

Усманов Батыр Сатвалдиевич
доцент,
Ферганский политехнический институт
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: b.usmanov@ferpi.uz

Абдурахимова Азиза Уразалиевна
доцент,
Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева» в городе Ташкенте,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: abazur87@mail.ru

CALCULATION OF HYDRAULIC RESISTANCE OF A TUBE-GRID PACKING MADE OF PIPES WITH SPIRAL TURBULIZERS

Ainagul Nurillaeva
PhD student,
Tashkent Institute of Chemical Technology,
Uzbekistan, Tashkent

Kudrat Karimov
Professor,
Tashkent State Technical University
Uzbekistan, Tashkent

Библиографическое описание: РАСЧЕТ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТРУБЧАТО-РЕШЕТЧАТОЙ НАСАДКИ ИЗ ТРУБ СО СПИРАЛЕВИДНЫМИ ТУРБУЛИЗАТОРАМИ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. Нуриллаева А.А. [и др.]. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18349*

Elbek Mavlonov
Associate Professor,
Tashkent Institute of Chemical Technology
Uzbekistan, Tashkent

Khabibulla Nurmukhamedov
Professor,
Tashkent Institute of Chemical Technology
Uzbekistan, Tashkent

Sadokat Nishanova
Senior teacher,
Tashkent Institute of Chemical Technology,
Uzbekistan, Tashkent

Batyr Usmanov
Associate Professor,
Fergana Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Fergana

Aziza Abdurakhimova
Associate Professor,
Russian University of Chemical Technology
named after D.I. Mendeleyev in Tashkent,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В работе представлены экспериментальные данные по исследованию гидравлического сопротивления трубчато-решетчатой насадки из труб со спиралевидными турбулизаторами. Исследовано гидравлическое сопротивление пучка труб со спиралевидными турбулизаторами при их поперечном обтекании. Опытным путем доказано, что с увеличением скорости потока в интервале чисел Рейнольдса $Re=4,4\cdot10^4 – 3,3\cdot10^5$, при шагах размещения труб t/d=1,15–2,0 и навивки турбулизаторов s/d=5,11–14,2 величины критерия Эйлера снижаются в 1,5–2 раза. Экспериментальных данные по гидравлическому сопротивлению трубчато-решетчатой насадки из труб со спиралевидными турбулизаторами обобщены и выведена критериальная формула с погрешностью ±9,8 %.

Экспериментальными исследованиями выявлено, что с ростом скорости потока гидравлическое сопротивление имеет тенденцию к снижению.

Установлено, что гидравлическое сопротивление трубчато-решетчатой насадки из труб со спиралевидными турбулизаторами на 23–50 % меньше, чем у насадочно-трубчатых систем с различными относительными свободными объемами, что приводит к снижение энергетических затрат, связанных с прокачкой газовой фазы в насадочных колоннах.

ABSTRACT

The paper presents experimental data on the study of hydraulic resistance of a tubular-lattice packing made of pipes with spiral turbulators. The hydraulic resistance of a tube bundle with spiral turbulators was investigated during their transverse flow. Experiments have proven that with an increase in flow velocity in the range of Reynolds numbers $Re = Re=4,4\cdot10^4 – 3,3\cdot10^5$, with pipe placement steps t/d = 1,15–2,0 and turbulator winding s/d=5,11–14,2, the Euler criterion values decrease by 1,5–2 times. Experimental data on the hydraulic resistance of a tubular-lattice packing made of pipes with spiral turbulators are summarized and a criteria formula with an error of ± 9,8% is derived.

Experimental studies have revealed that with an increase in flow velocity, hydraulic resistance tends to decrease. It has been established that the hydraulic resistance of a tubular-lattice packing made of pipes with spiral turbulators is 23–50 % less than that of packed-tubular systems with different relative free volumes, which leads to a reduction in energy costs associated with pumping the gas phase in packed columns.

Ключевые слова: труба, спиралевидный турбулизатор, трубчато-решетчатая насадка, гидравлическое сопротивление**,** обобщение, критериальная формула, энергетические затраты.

Keywords: pipe, spiral turbulator, tubular lattice packing, hydraulic resistance, generalization, criteria formula, energy costs.

Введение

В химической, газо- и нефтеперерабатывающей, пищевой промышленности наибольшее применение нашли тарельчатые колонные аппараты. Однако в последнее время растет интерес к насадочным аппаратам, увеличивается количество внедрений колонн с разнообразными насадками. Насадочные колонные аппараты применяются, главным образом, для перегонки высоко агрессивных или вязких продуктов, а также когда возникает необходимость иметь малый запас жидкости в процессе ректификации, не требующих тонкого разделения, и в процессах абсорбции с большими удельными нагревателями по жидкой фазе.

Основные требования при создании теплообменных устройств различного назначения заключаются в обеспечении как можно меньших объемов, массы аппаратов и энергетических затрат на прокачку рабочего агента и в тоже время возможно большей теплообменной поверхности. Трудность сочетания указанных требований очевидна. Поэтому, как правило, необходимо искать наилучшие компромиссные инженерные решения. При этом неизбежно приходиться решать задачу интенсификации процесса теплообмена для повышения тепловой эффективности аппарата или системы в целом с учетом гидравлического сопротивления [9; 19; 30].

Прокачка газа через тарелку или насадку сопровождается потерей его энергии, которая проявляется в уменьшении давления в колонне от тарелки к тарелке или по высоте слоя насадки снизу вверх. Как известно, гидравлическое сопротивление тарелки или насадки складывается из сопротивления сухой тарелки или насадки, сопротивления барботажного слоя и «остаточных» сопротивлений, обусловленных действием сил поверхностного натяжения.

Для эффективной работоспособности к насадке предъявляются следующие требования [7; 13]: низкое гидравлическое сопротивление газовому потоку; хорошая смачиваемость (отношение смоченной поверхности насадки к ее полной поверхности); равномерное распределение потоков газа и жидкости по поперечному сечению колонны; высокая кратность обновления поверхности контакта фаз; минимальный унос жидкости с газом; сохранение эффективности при широком изменении расходов газа и жидкости; механическая прочность и другие.

Общеизвестно, что при эксплуатации колонных аппаратов со ступенчатым контактом фаз взаимодействие газа и жидкости происходит на устройствах тарельчатого или насадочного типов. Они служат для увеличения поверхности контакта фаз при направленном их движении, то есть газ, как правило, движется снизу вверх, а жидкость – сверху вниз. Естественно, наиболее распространенными видами тарелок являются ситчатые, колпачковые, клапанные и подобные им [9; 13; 30], а среди насадочных устройств – кольца Рашига, Палля, седла Берля и другие.

Широко используются, насадочные элементы как зарубежных, так и отечественных фирм. Например, нерегулярные насадки HY-PAK, CASCADE-RINGS, «Инжехим», ГИПХ, ГИАП и регулярные – INTALOX, Sulzer, Koch, «Инжехим», Norton, «Меллапак», «Вакупак», «Кедр», УГНТУ, «Глитч-Грид», «ПерформГрид» и так далее [1; 5–8; 10–12; 18; 22; 27; 28]. Классификация насадочных элементов сделана в работах [22].

В Инженерно-внедренческом центре «Инжехим» разработан ряд насадок, образованных двумя, тремя или четырьмя изогнутыми полосами, смещенными относительно друг друга [11; 17; 27]. Края насадки изогнуты для исключения плотного прилегания отдельных элементов друг к другу. Особенностью данной конструкции является то, что жидкость, омывающая элементы насадки, сходит преимущественно с них в виде пленки. Пленочный характер стока жидкости с элементов насадки обеспечивает высокие массообменные характеристики при минимальном значении уноса и способствует снижению гидравлического сопротивления.

Известны насадки для массообменного аппарата, содержащие проволоку или полимерные мононити, фиксирующие элементы в виде параллельных стрежней [14], в виде барботажного контактного устройства с лопатками, соединенных с осью вращения и наличием перфорированного основания с переливным устройством [15], в виде пакетной вихревой насадки, состоящей из множества одинаковых ячеек прямоугольной формы, соединенных между собой в единый пакет. При этом стенки каждой ячейки смещены относительно друг друга по вертикали, перекрывая фронтальную щель на входе и на выходе за счет загнутых внутрь окончаний, которые образуют завихрители на входе и на выходе из ячейки. Достоинства такого приспособления: расширение диапазона устойчивого псевдоэмульсионного режима работы насадки при малом гидравлическом её сопротивлении [16]. К недостаткам вышеуказанных патентов следует отнести сложность конструкции и нетехнологичность изготовления.

В работе Соколова А.С. с сотрудниками предложена и исследована миникольцевая насадка типа МКН из полимерного материала, элементы которой представляют собой кольцо. Внутренняя поверхность колец имеет прерывистое ребро, а на одном торце элемента насадки равномерно расположены небольшие прямоугольные выступы [23]. К недостаткам следует отнести невозможность эксплуатации при высоких температурах. Достоинства: относительно низкое гидравлическое сопротивление, дешевизна и технологичность в изготовлении.

Обобщение экспериментальных данных по гидравлическому сопротивлению любых аппаратов и устройства обычно производят через критерий Эйлера Eu.

Когда силы вязкости в жидкости имеют существенное значение, то критериальное уравнение можно получить, как решение дифференциальных уравнений Навье-Стокса для установившегося движения [9; 19; 30].

$$Eu = f(\mathrm{Re}, Fr, \Gamma_i) \qquad (1)$$

где – Γ_i – симплекс геометрического подобия; Fr - критерий Фруда.

Геометрические характеристики исследованных тарелок приведены в работе [24].

Тараненко Г.В. провел обработку экспериментальных данных по определению гидравлического сопротивления газожидкостного слоя на тарелках провального типа диаметром $D_к$=0,15 м. Опыты проводились на модельной системе вода – воздух. Свободное сечение тарелок составляло f=16, 25 и 36%, а диаметр отверстий в плато тарелки – d_o=0,012 м. Обработка экспериментальных данных позволила получить следующую зависимость [25; 29].

$$Eu_{гж} = AFr^b \quad (2)$$

Сурвила Ю.Ю. и ее коллеги для варианта размещения витых труб, когда ширина проходного канала вдоль трубок периодически изменяется, получили следующие зависимости для расчета гидравлического сопротивления [3]:

для s/d=12,2 $$Eu = 3,86\,\mathrm{Re}^{-0,156} \quad (3)$$

для s/d=6,1 $$Eu = 1,165\,\mathrm{Re}^{-0,6} \quad (4)$$

Вилемас Ю.В. с сотрудниками для шахматного упорядоченного расположения пучка витых труб с шагами решетки 12,3х12,3 мм получены следующие расчетные зависимости для определения гидравлического сопротивления [3]:

для s/d=14,2 $$Eu = 4,65\,\mathrm{Re}^{-0,154} \quad (5)$$

Общеизвестно, что высота колонны зависит только от количества и расстояния между тарелками. Количество тарелок влияет непосредственно на качество получаемого продукта. Известно, что высокое качество получаемого продукта требует большего объема взаимодействия двух фаз (флегмы и пара) [2; 20; 26].

В последнее время, в целях увеличения эффективности колонных аппаратов повышенный интерес вызывают трубчато-решетчатые насадки и все больше находят применение в колонных аппаратах, в которых процессы протекают при высоких скоростях газовой и жидкой фаз, иногда с выделением теплоты реакции или подводом теплоты в зону контакта газовой и жидкой фаз.

Методы исследования. Экспериментальная установка состоит из трубчато-решетчатой насадки в виде пакета труб, турбогазодувки производительностью 18,9 м^3/мин, байпасной линии с краном, соединительных трубопроводов с переходником, цилиндрического корпуса, труб, фланцы, измерительной диафрагмы, системы измерения перепада давления и температуры. Для исследования гидродинамики трубчатого пакета используется устройство, представляющее собой цилиндрический корпус из оргстекла диаметром 0,2 м, что позволяет помимо непосредственных измерений перепада давлений производить визуальные наблюдения и при необходимости вести киносъемку процесса.

Конструкция трубчато-решетчатой насадки выполнена в виде пакета труб из гладких труб и труб со спиралевидными турбулизаторами. Причем, шаг навивки спиралевидных турбулизаторов s/$d_э$=5,11-14,2 (где s-шаг расположения турбулизаторов; $d_э$-большой диаметр эллипса), а шаг расположения труб в трубной решетке изменялся в пределах t/$d_э$=1,15-10,0 (где t-шаг между осями соседних труб). Величины в пучках труб со спиралевидными турбулизаторами с шириной каналов между близлежащими трубами были неизменными.

Измерение перепада давления от трубчато-решетчатой насадки осуществлялось U-образным дифманометром ДТ-500. Погрешность измерения данным дифманометром составляет ±2 мм.рт.ст., что равно погрешности ±0,28 %. Расход воздуха определялся при помощи измерительной диафрагмы, а замер производился при помощи микроманометра ММН-240 в интервале температур 10–35ºС с погрешностью ±1%. Скорость потока изменялась в диапазоне чисел Рейнольдса Re=(0,3–34)·10^4.

Обсуждение результатов. Экспериментальные данные при поперечном обтекании трубчато-решетчатой насадки из труб со спиралевидными турбулизаторами представлены на рисунке (рис. 1). Трубы в пучок собраны таким образом, что в межтрубном пространстве созданы каналы переменной ширины. При поперечном обтекании гидравлическое сопротивление мало зависит от длины труб в трубном пучке. Существенное влияние на гидравлическое сопротивление Eu оказывает естественная скорость потока воздуха Re, а также шаг размещения t/$d_э$ труб в трубной решетке. Зависимость Eu=f(Re) абсолютно для всех значений шага размещения труб имеет ниспадающий характер.

Наибольшее гидравлическое сопротивление зафиксировано при шаге размещения труб t/$d_э$=1,15 (рис. 1а). Как видно из графика, при шаге навивки турбулизаторов s/$d_э$=5,11 в зависимости от числа Рейнольдса численные значения критерия Эйлера Eu снижаются с 4,9 при числе Рейнольдса Re=4,7·10^4 до 3,6 при числе Re=3·10^5.

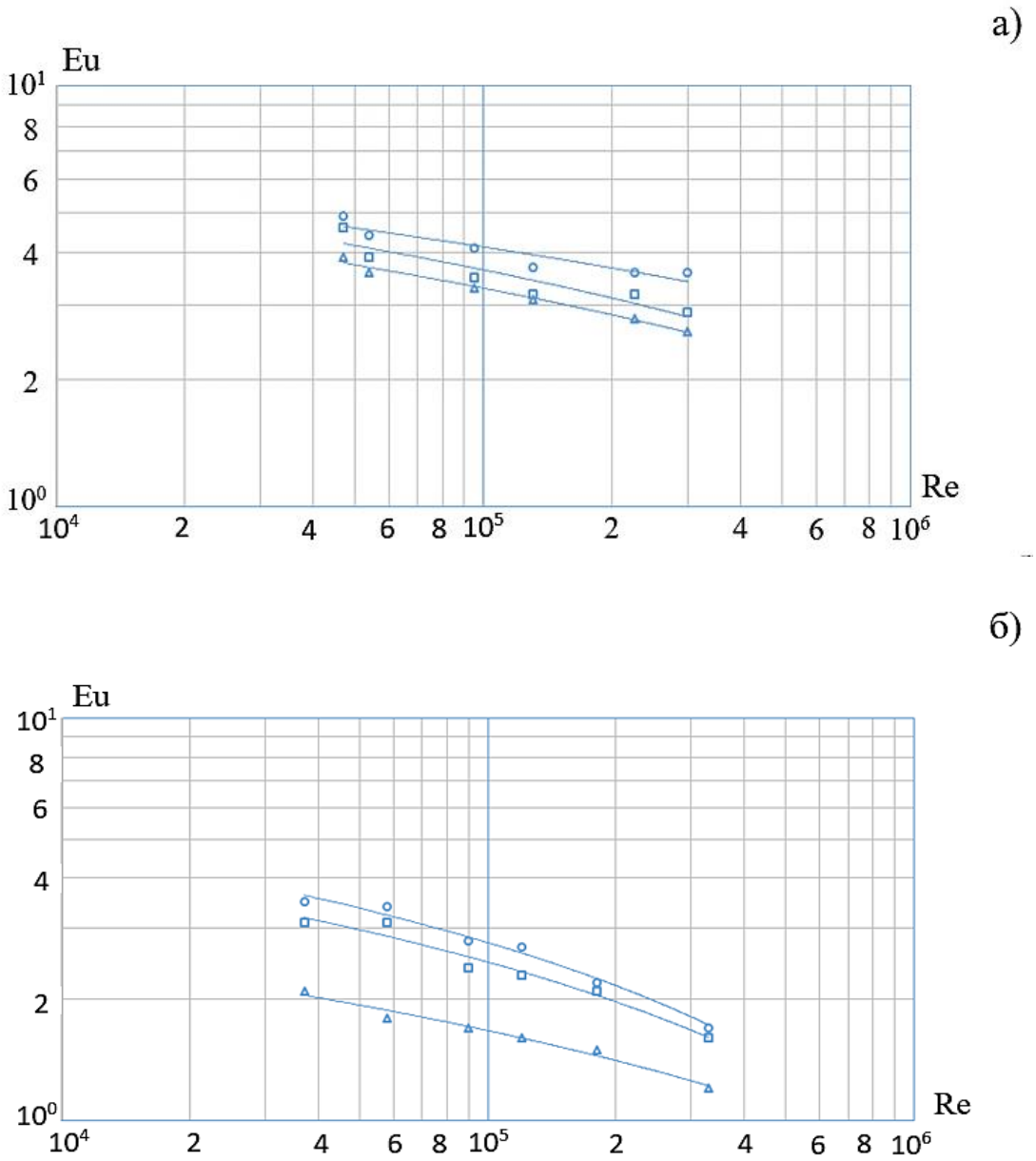


Рисунок 1. Гидравлическое сопротивление пучка труб со спиралевидными турбулизаторами при их поперечном обтекании

а – $t/d_э$=1,15; б – $t/d_э$ =2,0.
○ - $s/d_э$=5,11; □ - $s/d_э$ =5,11; △ - $s/d_э$ =14,2.

С ростом шага размещения труб в трубной решетке при шаге навивки турбулизаторов $s/d_э$=5,11 в зависимости от числа Рейнольдса численные значения критерия Эйлера снижаются с 3,55 при $Re=4{,}7\cdot10^4$ до 1,75 при числе $Re=3{,}3\cdot10^5$. Увеличение шага размещения труб в трубной решетке до $t/d_э$=2,0 (рис. 1б) ведет к снижению гидравлического сопротивления, то есть наблюдается изменение численного значения критерия Эйлера почти в 2 раза.

Обобщением экспериментальных данных по гидравлическому сопротивлению трубчато-решетчатой насадки из труб со спиралевидными турбулизаторами выведена расчетная формула следующего вида:

$$Eu = A\cdot \mathrm{Re}^{b}\cdot\left(\frac{t}{d_э}\right)^{m}\cdot\left(\frac{s}{d_э}\right)^{n} \qquad (1)$$

Погрешность формулы (1) не превышает ±9,8 % в интервале изменения чисел Рейнольдса $Re=(3{,}4\text{-}31)\cdot10^4$, шага размещения труб $t/d_э$ =1,15–2,0 и шага навивки спиралевидных турбулизаторов $s/d_э$=5,11-14,2 (рис.2). Численные значения коэффициента A=115, значение степени b= –0,22, величина степени m= –0,89 и показатель степени n= –0,38.

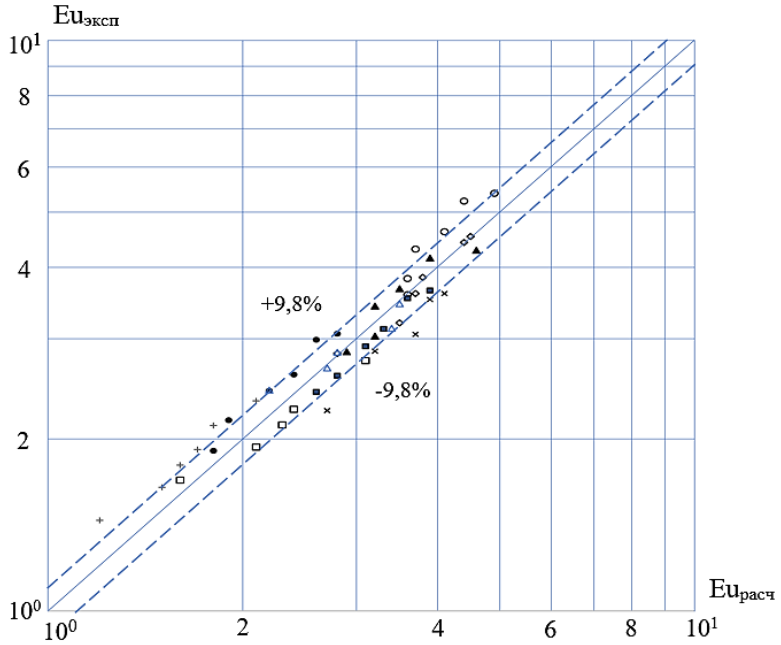


Рисунок 2. Сопоставление экспериментальных данных по гидравлическому сопротивлению $Eu_{эксп.}$ трубчато-решетчатых насадок с расчетными $Eu_{расч.}$.

s/dэ =5,11: ○ - t/dэ=1,15; ◇ - t/dэ=1,5; △ - t/dэ=2,0;
s/dэ =9,32: ▲ - t/dэ=1,15; × - t/dэ=1,5; □ - t/dэ=2,0;
s/dэ =14,2: ■ - t/dэ=1,15; ● - t/dэ=1,5; + - t/dэ=2,0.

Следует отметить, что формула (1) и другие зависимости, предназначенные для расчета гидравлического сопротивления насадок позволяют определить значение и изменение сопротивления того или иного устройства при изменении режима течения потока жидкости или газа. Данное явление особенно важно для колонных аппаратов насадочного типа, поскольку подобные аппараты эксплуатируются при высоких скоростях как по газовой, так и жидкой фазам.

Результаты многих исследователей выявили, что конструкция турбулизаторов имеет немаловажное значение в гидравлическом сопротивлении аппарата [3; 5; 9; 11–13; 19; 30]. Сопоставление труб со спиралевидными турбулизаторами с волнисто-гофрированных трубами и трубами с поперечно расположенными интенсификаторами показало, что трубы со спиралевидными турбулизаторами имеют относительно низкое гидравлическое сопротивление (рис. 3).

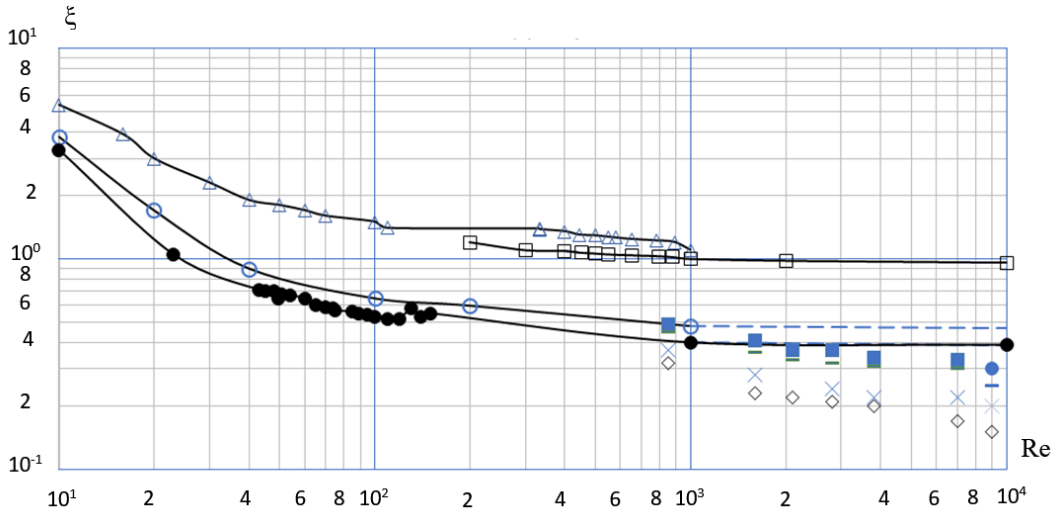


Рисунок 3. Зависимость коэффициента гидравлического сопротивления трубчато-насадочных систем

△- $\varepsilon_н$=0,486, $d_н$=6,5 мм; □ - $\varepsilon_н$=0,478, $d_н$=6,5 мм; ○ - $\varepsilon_н$=0,45, $d_н$=9,3 мм;
● - $\varepsilon_н$=0,445, $d_н$=3,5 мм; данные авторов ■ – t/dэ=1,15, s/dэ=5,11;
- - t/dэ=1,15, s/dэ=5,11; × - t/dэ=3, s/dэ=5,11; ◇ - t/dэ=3, s/dэ=9,32.

Влияние числа Рейнольдса Re на коэффициент сопротивления насадочно-трубчатой системы показывает, что данная зависимость имеет ниспадающий характер с ростом значений скорости и при Re≥1000 коэффициент сопротивления не зависит от скорости потока [21]. Сравнение данных по коэффициенту гидравлического сопротивления ξ полученных Нерушевым Ю.Ф. при $\varepsilon_н$=0,45, $d_н$=9,3 мм и Суховым В.И. при $\varepsilon_н$=0,478, $d_н$=6,5 мм [21] с данными авторов выявило то, что гидравлическое сопротивление насадки со спиралевидными турбулизаторами меньше соответственно на 23 % и ~50 %. При использовании в насадочно-трубчатой системе труб со спиралевидными турбулизаторами выход коэффициента на постоянные значения наступает при числах Re=1500–2000. Это объясняется существенным влиянием фактора формы интенсифицирующих турбулизаторов на коэффициент гидравлического сопротивления.

Выводы

Одним из основных достоинств насадочных колонн является возможность их эксплуатации при высоких производительностях по газовой и жидкой фазам [4]. Проведенные исследования по гидравлическому сопротивлению трубчато-решетчатой насадки из труб со спиралевидными турбулизаторами показали, что с ростом скорости потока гидравлическое сопротивление плавно снижается.

В результате сопоставления данных по коэффициенту гидравлического сопротивления насадочно-трубчатых систем с различными относительными свободными объемами установлено, что гидравлическое сопротивление насадок со спиралевидными турбулизаторами меньше на 23–50 %. Кроме того, полученная формула и графики экспериментальных данных по гидравлическому сопротивлению позволяют произвести оптимизационные расчеты мощности на прокачку газовой фазы в насадочных колоннах.

Список литературы:

1. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа. – Уфа, 2004. – 672 с.
2. Ваньков А.А., Щетинин В.С. Влияние гидравлического сопротивления на конструктивные параметры колонны / Modern High Technologies. – 2014. – № 8. – с. 8–10.
3. Дзюбенко Б.В., Кузма-Кичта Ю.А., Холпанов Л.П. и др. Интенфикация тепло-и массообмена в энергетических установках. – М.: ФГУП ЦНИИАТОМИНФОРМ, 2003. – 232 с.
4. Дмитриев Г.Б., Беренгартен М.Г., Пушнов А.С., Климов А.Г. Сравнение тарельчатых и насадочных контактных устройств колонных аппаратов // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2007. – № 1. – С. 9 –10.
5. Дмитриев Г.Б., Клюшенкова М.И., Пушнов А.С. Эффективные конструкции структурированных насадок для процессов тепломассообмена // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2005. – № 8. – С. 15–17.
6. Зельвенский Я.Д., Торопов Н.Н. Гидродинамика противотока жидкость-пар в насадочной колонне при низкотемпературной ректификации под давлением // Химическая промышленность. – 2002. –№ 8. – С. 21–23.
7. Зиберт Г.К., Феоктистова Т.М. Объемные насадки. – М.: ИРЦ Газпром, 2002. – 52 с.
8. Каган А.М., Пушнов А.С., Рябушенко А.С. Насадочные контактные устройства // Химическая технология. – 2007. – Т. 8. – № 5. – С. 232–240.
9. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 2006. – 783 с.
10. Клюйко В.В., Холпанов Л.П. Исследование и расчет гидродинамических характеристик регулярных контактных устройств массообменных колонн // Химические и нефтегазовое машиностроение. – 2004. – №5. – С. 10–12.
11. Лаптев А.Г., Фарахов М.И. Разделение гетерогенных систем в насадочных аппаратах. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-та, 2006. – 342 с.
12. Лебедев Ю.Н., Чекменов В.Г., Зайцева Т.М. и др. Насадка ВАПУ ПАК для вакуумных колонн // Химия и технология топлив и масел. – 2004. – № 1. – С. 48–52.
13. Леонтьев В.С., Сидоров С.И. Современные насадочные колонны: особенности конструктивного оформления // Химическая промышленность, 2005. – № 7. – С. 347–356.
14. Патент РФ №109015 МПК[1] B01J 19/32 (2006.01), B01D 45/00 (2006.01). Насадка для массообменного аппарата / Голованчиков А.Б., Воротнева С.Б., Дулькина Н.А., Фетисова Е.Г., Ужва Ю.О., Решетников А.А.; Бюл. № 28. 10.10.2011 г. – ил. 2. – 9 с.
15. Патент РФ №171763 МПК[2] B01D 3/30 (2006.01), B01D 3/18 (2006.01), B01D 3/20 (2006.01). Тепломассообменная тарелка с барботажным контактным устройством / Голованчиков А.Б., Прохоренко Н.А., Ляпков А.В., Баранов Д.М., Баранов Б.М., Самойлова О.Г.; Бюл. №17. 15.06.2017г. – ил 2. – 6 с.
16. Патент РФ №2416461 МПК[8] B01J 19/32 (2006.01). Пакетная вихревая насадка для тепло- и массообменных колонных аппаратов / Кадыров Р.Ф., Блиничев В.Н., Чагин О.В., Кадыров Р.Р. Бюл. №11. 20.04.2011г. – 9 с. –ил 3.
17. Патент РФ № 17764 МПК[2] B01D 53/00 (2000.01). Насадка для массообменных колонн / Фарахов М.И., Кудряшов В.Н., Лаптев А.Г., Шигапов И.М. и др. Бюл. № 12. 27.04.2001 г. – 4 с. – ил. 2.

18. Повтарев И.А., Блиничев В.Н., Чагин О.В. Исследование зависимости гидравлического сопротивления насадочного слоя колонного оборудования // Химия и химическая технология. – 2006. – Т.49. – № 12. – С. 109–110.
19. Попов И.А., Гортышов Ю.Ф., Олимпиев В.В. Промышленное применение интенсификации теплообмена-современное состояние проблемы // Теплоэнергетика, 2012. – №1. – С. 3–14.
20. Райковский Н.А., Филькин Н.Ю. Машины и аппараты нефтехимических производств. – М.: Изд-во Инфра-Инженерная, 2024. – 364 с.
21. Светлов Ю.В. Интенсификация гидродинамических и тепловых процессов в аппаратах с турбулизаторами потока. – М.: Энергоатомиздат, 2005. – 304 с.
22. Сокол Б.А., Чернышев А.К., Баранов Д.А. Насадки массообменных колонн / под ред. Д.А. Баранова. – М.: Инфохим, 2009. – 358 с.
23. Соколов А.С., Пушнов А.С., Толстиков А.В., Курбатова Е.А. Тепло- и массообменные испытания миникольцевых насадок из полимерного материала // Известия МГТУ «МАМИ» – № 3(21), 2014. – Т. 3. – С. 73–81.
24. Тараненко Г.В. Гидравлические и массообменные характеристики тарелок провального типа с различным диаметром отверстий. – Луганск: изд-во ВНУ им. В.Даля, 2013. – 174 с.
25. Тараненко Г.В. Расчет гидравлического сопротивления тарелок провального типа в режиме подвижного газожидкостного слоя // Scientific Science Rise. – 2016. – №6/2(23). – С. 30–36.
26. Таранов Л.В. Расчет тарелок ректификационных колонн. – Тюмень: Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2004. – 21 с.
27. Фарахов М.И., Лаптев А.Г., Минеев Н.Г. Насадочные контактные устройства для массообменных колонн // Химическая техника. – 2009. – №2. –С. 4–5.
28. Senol Aynur, Dramur Umur. Performance test and design considerations of a column packed with a new ceramic packing // Inorganica Chimica Acta. – 1995. – Vol. 23. – Is. 2. – Pp. 145–155.
29. Taranenko G.V. Calculation of the lower operating limit of dual-flow plates with different geometrical characteristics // Science Rise. – 2015. – Vol. 3. – Is. 2 (8). – Pp. 67–73.
30. Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov H.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. – Toshkent: Fan va texnologiyalar, 2015. – 848 b.

Обозначения

D – диаметр аппарата, м;
d – диаметр труб, мм;
f – свободное сечение тарелки, %;
$Eu = \triangle P/\rho \cdot w^2$ – критерий Эйлера;
$Fr = g \cdot d/w^2$ – критерий Фруда;
$Re = w \cdot d \cdot \rho/\mu$ - критерий Рейнольдса;
s – шаг расположения турбулизаторов, мм;
t – шаг размещения труб в трубной решетке, мм;
ε – относительный свободный объем;
ξ – коэффициент гидравлического сопротивления.

Индексы:
к – колонна;
н – насадка;
э – большой диаметр эллипса;

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА ЦИНКА

Рахимкулов Шокир Ризоевич
докторант
Ташкентского химико-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: shokir0595@mail.ru

Холов Илхом Абдукаюмович
доцент
Ташкентский государственный технический университет
имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Умиджонова Гульхайо Шухрат кизи
преподаватель-стажер
Каршынского инженерно-экономического института
химико-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Карши

Самадий Муроджон Абдусалимзода
доцент
Каршынского инженерно-экономического института
химико-технологического института
Республика Узбекистан, г. Карши
E-mail: samadiy@inbox.ru

THE PRINCIPAL SCHEME FOR PRODUCING ZINC OXIDE NANOPARTICLES

Shokir Rakhimkulov
Ph.D researcher
of Tashkent institute of chemical technology,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Ilkhom Kholov
Trainee teacher
Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Tashkent, Uzbekistan

Gulkhayo Umidjonova
Trainee teacher
of Karshi engineering-economics institute,
Republic of Uzbekistan, Karshi

Murodjon Samadiy
Associate professor
of Karshi engineering-economics institute,
Republic of Uzbekistan, Karshi

АННОТАЦИЯ

Порошок оксида цинка традиционно используется в качестве белого пигмента и добавки к каучуку. Несмотря на то, что он в значительной степени вытеснен в качестве пигмента в красках, его использование в резине остается очень важным. Однако множество других практических применений ZnO иногда упускаются из виду, а обзоры в недавней научной литературе склонны подчеркивать высокотехнологичные применения, которые еще не имеют коммерческой реальности.

Аналогичным образом, хотя некоторые мелкосерийные процессы, используемые для производства нано-структур ZnO, хорошо освещены в литературе, гораздо меньше сообщается о тоннажных процессах химической

Библиографическое описание: ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА ЦИНКА // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. Рахимкулов Ш.Р. [и др.]. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18352*

технологии, с помощью которых на самом деле производится большая часть ZnO. Множество процессов, с помощью которых можно получить ZnO, являются потенциальным источником путаницы, однако используемый процесс оказывает большое влияние на свойства оксида и, следовательно, на его пригодность для различного применения. В настоящей статье авторами предоставлен современный обзор и анализ производства ZnO, его свойств, применения и перспектив на будущее.

ABSTRACT

Zinc oxide powder has traditionally been used as a white pigment and additive to rubber. Although it has largely been superseded as a pigment in paints, its use in rubber remains very important. However, the many other practical applications of ZnO are sometimes overlooked, and reviews in the recent scientific literature tend to emphasize high-tech applications that do not yet have commercial reality.

Similarly, while some of the small-scale processes used to produce ZnO nanostructures are well covered in the literature, much less is reported on the tonnage chemical engineering processes by which most ZnO is actually produced. The multitude of processes by which ZnO can be produced is a potential source of confusion, but the process used has a major impact on the properties of the oxide and hence its suitability for various applications. In this article, the authors provide an up-to-date review and analysis of ZnO production, its properties, applications, and future prospects.

Ключевые слова: оксид цинка, пигменты, резиновые добавки, нанофазные материалы.
Keywords: Zinc oxide, pigments, rubber additives, Nanophase materials.

Введение

Оксид цинка имеет широкий спектр применения, например, в пигментах, резиновых добавках, газовых датчиках, варисторах и преобразователях [14]. Было сообщено о нескольких исследованиях по изготовлению смешанных оксидов металлов, содержащих ZnO. Исследования проводились с целью точной настройки свойств ZnO для специальных применений. Недавно было продемонстрировано, что нанофазный оксид цинка может использоваться в фотоэлементах типа Гретцеля[15], что приводит к повышению эффективности генерации тока. Оксид цинка с размером частиц в диапазоне 100–200 нм оказался превосходным материалом, поглощающим УФ-излучение, и его можно использовать в солнцезащитных лосьонах для повышения фактора защиты от солнца [3]. Чистый оксид цинка является изолятором, и улучшение его проводимости увеличивает срок его службы для использования множества новых приложений. Оксид цинка с повышенной проводимостью подходит для применения, где необходимо предотвратить накопление статического заряда.

Электропроводность может быть значительно увеличена за счет легирования или введения дефектов в кристаллическую решетку ZnO, что может увеличить для полупроводников электропроводность до высокого уровня [1]. В обычной порошковой металлургии использование ультрадисперсного порошка оксида цинка имеет значительные преимущества; например, это снижает температуру спекания. Кроме того, меньший размер зерна приводит к повышенной плотности спеченных материалов. Нанофазные материалы были получены с использованием физических методов, например, газового испарения [7]. Химические методы показали несколько явных преимуществ для синтеза нанофазных частиц [12]. Сообщалось о нескольких химических методах производства оксида цинка и смешанных оксидов металлов, например, приготовление тонкодисперсного оксида цинка с помощью распылительного пиролиза [10] золь-гель-метода и термического разложения [5; 11; 18; 19]. Сообщалось также о синтезе оксида цинка из органических растворов, например, осаждение спиртов и аминов [6; 9; 13].

Особенно важны рассматриваемые нами процессы, когда осаждение происходит в растворе, где частицы имеют свободный доступ друг к другу. Чтобы свести к минимуму или исключить этот доступ, реакция осаждения должна происходить в замкнутых, отделенных друг от друга зонах, а не в объеме раствора. Можно приготовить микроэмульсию, содержащую водные капли в качестве дисперсной фазы, отделенной друг от друга непрерывной органической фазой. В такой системе можно осуществлять осаждение в замкнутых каплях воды. В микроэмульсионной системе степень роста частиц снижается, поскольку осаждение происходит в изотропном растворе микрокапель (10–100 нм в диаметр), окруженных сплошной фазой. Таким образом, рост частиц из-за взаимодействия между различными водными растворами может быть ингибирован, в результате чего образуются частицы очень маленького размера [2; 17].

Получите оксид цинка

Синтез прекурсоров ZnO осуществлялся методом химического осаждения. Растворы $ZnCl_2$ и $NH_2CO_2NH_4$ одновременно смешивались при перемешивании до полного осаждения; в ходе реакции из раствора выделялся газ. Растворы фильтровались, а полученные твердые частицы промывались дистиллированной водой несколько раз до тех пор, пока в отфильтрованной воде не переставали обнаруживаться хлориды. Затем осадки высушивались при 105 °C в печи в течение ночи.

Схема получения оксида цинка

Принципиальная схема системы синтез инжекции потока представлена на рисунке 1. Растворы хлорида цинка и карбамата аммония закачиваются из отдельных ёмкостей в систему через заданные промежутки времени. Это приводит к тому, что текущий поток регулярно сегментируется растворами A и B. Несущие потоки 1 и 2 прокачиваются с одинаковой скоростью

по линиям *x* и *y* через трубы одинаковой длины. С помощью двухинжекционных клапанов растворы, содержащие разные реагенты А и Б, вводятся в полости ротора, длина и внутренний диаметр которого определяют объем раствора. В положении ввода реагента поток носителя перекрывается через байпас. После поворота ротора в положение впрыска определенный объем содержащего реагент раствора уносится потоком носителя в систему, поскольку байпас имеет более высокое гидродинамическое сопротивление потоку, чем путь раствора.

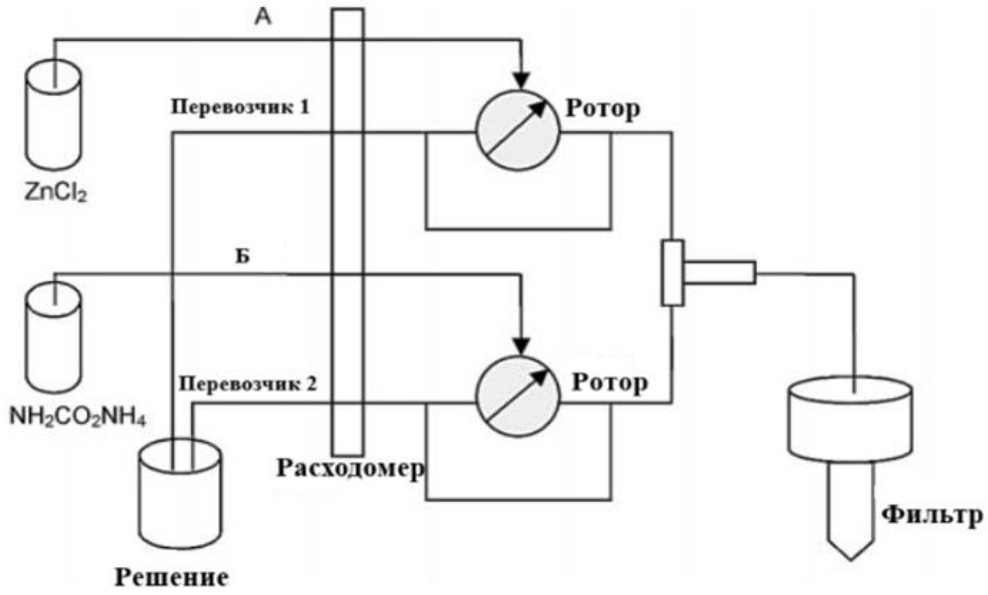


Рисунок 1. Схематическое представление системы синтез инжекции потока, используемой в настоящее исследование

Полученный результат

Ионы цинка существенно гидролизуются из-за способности иона Zn^{2+} увеличивать свое координационное число выше четырех с образованием различных частиц, таких как $[Zn(OH)(H_2O)_x]^+$ и $[Zn_2(OH)(H_2O)_x]^{3+}$ и ряд основных гидроксосолей, таких как $ZnCO_3 \cdot 2Zn(OH)_2 \cdot H_2O$, которые могут быть осаждены [2]. Полиядерные гидроксикарбонатные разновидности, такие как $Zn_5(OH)_6(CO_3)_2$ также могут быть осаждёны из ионов цинка в растворе при умеренных концентрациях Zn^{2+}, pH и концентрации карбонатов. Сообщается, что $Zn_5(OH)_6(CO_3)_2$ является стабильной фазой в присутствии атмосферного CO_2 (г) [4; 16]. Расчеты равновесия были использованы для изучения различных условий образования осадков и комплексов. Реакция цинка и карбамата может привести к образованию различных соединений цинка.

Реакция ионов цинка и карбамата аммония происходит по уравнению.

$$5ZnCl_2+5NH_2CO_2NH_4+8H_2O \rightleftharpoons$$

$$\rightleftharpoons Zn_5(OH)_6(CO_3)_2(ж)+3CO_2(г)\ 10NH_4Cl \quad (1)$$

Образующийся твердый осадок при прокаливании разлагается до ZnO

$$Zn_5(OH)_6(CO_3)_2(ж) \rightarrow 5ZnO+2CO_2+3H_2O \quad (2)$$

В ходе авторских исследований был проведен ряд экспериментов: влияние изменения концентрации карбамата аммиака, проект риада научных разработок по формированию осадка предшественника оксида цинка.

Заключение

Оксид цинка на протяжении веков был важным промышленным материалом и сейчас вызывает большой интерес. Он обладает комбинацией физических свойств (например, относительно высокой электро- и теплопроводностью, оптическим поглощением в ультрафиолетовом свете и очень высокой температурной стабильностью), химических свойств (например, стабильностью при нейтральном pH и мягкой антимикробной активностью) и очень широкого диапазона сетью с технико-экономическими атрибутами (такими как доступность и разумная цена), которые обеспечивают доступ.

Хотя ZnO использовался в косметических и медицинских целях на протяжении тысячелетий, в последнее время началась кампания за активное его использование. Некоторые применения (их использование в фотокопировании) появились, а затем весьма резко исчезли спустя десятилетия.

Тем не менее, мы считаем, что сочетание выгодных физических и экономических свойств данного материала гарантирует, что он и в дальнейшем будет рассматриваться в качестве впечатляющего разнообразия текущего и будущего практического применения.

Список литературы:

1. Давлатов Ф.Ф., Махмаёров Ж.Б., Рахимкулов Ш.Р. Химический, минералогический и фракционный составы цинкосодержащего сырья месторождения Хандиза // Universum: технические науки. – 2024.– № 2 (19). – С. 26–31.
2. Ayyub P. New techniques for the preparation of nanophase particles // Indian Journal of Pure & Applied Physics. – 1994. – Pp. 611–615.
3. Brown H.E. Zinc oxide, International Lead Zinc Research Organization. – Inc., New York, NY. – 1976.
4. Carey F.A., Sundberg R.J. Conformational and other steric effects // Advanced Organic Chemistry: Part A: Structure and Mechanisms. – 1977. – Pp. 71-123.
5. Chiou B.S., Tsai Y.J., Duh J.G. Thermal evolution in synthesized ZnO varistors by the urea process // Journal of materials science letters. – 1988. – Pp. 785–786.
6. Costa M.E.V., Baptista J.L. Characteristics of zinc oxide powders precipitated in the presence of alcohols and amines // Journal of the European Ceramic Society. – 1993. – Pp. 275–281.
7. El-Shall M.S., Graiver D., Pernisz U., Baraton M.I. Synthesis and characterization of nanoscale zinc oxide particles: I. laser vaporization condensation technique // Nanostructured Materials. – 1995. – Vol. 6(1–4). – Pp. 297–300. doi:10.1016/0965-9773(95)00056-9.
8. Greenwood N.N., Earnshaw A. Chemistry of the Elements. – Elsevier, 2012.
9. Hoyle R.W., Gao G.X., Wu H.B., Ding S.J., Lou X.W. Characterization of cobalt–zinc hydroxycarbonates and their products of decomposition // Journal of Materials Chemistry. – 1997. Vol. 7. – Pp. 319–330.
10. Liu T.Q., Sakurai O., Mizutani N. Preparation of spherical fine ZnO particles by the spray pyrolysis method using ultrasonic atomization techniques //Journal of Materials science. – 1986. – Vol. 21. – Pp. 3698–3702. https://doi.org/10.1007/BF00553822
11. Meulenkamp E.A. Synthesis and growth of ZnO nanoparticles // The journal of physical chemistry B. – 1998. – Pp. 5566–5572.
12. Muhammed M. Chemical methods for the synthesis of nanophase materials // Analusis. – 1996. – P. 24.
13. Packter A., Derry A. The coprecipitation of zinc aluminium hydroxide powders from aqueous solution with sodium hydroxide: precipitate compositions and coprecipitation mechanisms // Crystal Research and Technology. – 1986. – Pp. 1281–1286.
14. Perl A. Annual minerals review // American Ceramic Society Bulletin. – 1997. – Vol. 76. – P. 140.
15. Rensmo H., Keis K., Lindstrom H. High light-to-energy conversion efficiencies for solar cells based on nanostructured ZnO electrodes // The Journal of Physical Chemistry B. – 1997. – Vol. 101. – Pp. 2598–2601. DOI : http://dx.doi.org/10.1021/jp962918b
16. Schindler P., Reinert M., Gamsjäger H. Zur thermodynamik der metallcarbonate. Mitteilung. Löslichkeitskonstanten und freie bildungsenthalpien von $ZnCO_3$ und $Zn_5(OH)_6(CO_3)_2$ bei 25° // Helvetica Chimica Acta. – 1969. – Pp. 2327–2332.
17. Wang L., Zhang Y., Muhammed M. Synthesis of nanophase oxalate precursors of YBaCuO superconductor by coprecipitation in microemulsions // Journal of Materials Chemistry. – 1995. – Pp. 309–314.
18. Westin G. Nygren M. Preparation of ZnO-based varistors by the sol–gel technique // Journal of Materials Chemistry. – 1994. – Pp. 615–621.
19. Westin G., Nygren M. On the formation of M 2+-Sb 3+-alkoxide precursors and sol-gel processing of M-Sb oxides with M= Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu and Zn //Journal of materials science. – 1992. – Pp. 1617–1625.

КИНЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Садикова Насиба Камбаралиевна
соискатель
кафедры Химии и технологии нефть-газа
Бухарского государственного университета,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: nasijon1985@gmail.com

Амонов Мухтар Рахматович
д-р техн. наук, профессор,
преподаватель кафедры Химии
Бухарского государственного университета,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: lyuba-ali-1988@mail.ru

KINETIC CHARACTERISTICS OF WASTEWATER TREATMENT FROM PETROLEUM PRODUCTS

Nasiba Sadikova
applicant
Department of Chemistry and Oil and Gas Technology
Bukhara State University,
Republic of Uzbekistan, Bukhara

Mukhtar Amonov
Professor
of the Department General and Inorganic Chemistry,
Bukhara State University,
Republic of Uzbekistan, Bukhara

АННОТАЦИЯ

Современное состояние вопроса очистки водных сред подчеркивает важность разработки эффективных методов и материалов для удаления загрязнений из воды. Структурные особенности силикатов, в частности, слоистых силикатов, делают их потенциально подходящими для использования в качестве адсорбентов. Модификация природных слоистых силикатов предоставляет широкие возможности для улучшения их адсорбционных свойств. Кислотная обработка, катионзамещение и химическое модифицирование позволяют создавать адсорбенты с определенными характеристиками в зависимости от конкретных потребностей.

Выявлено, что модифицированные бентониты обладают высокой способностью к сорбции нефтепродуктов. Определено, что при применении ЩБ (щелочной бентонит) и ЩБЗ (щелочноземельный бентонит) очистка от данных веществ составляет не более 60%, то ТОШБ (термически обогащенный щелочной бентонит) и ТОЩЗБ (термически обогащенный щелочноземельный бентонит) очищает на уровне свыше 80%, в то время как системы с ХМЩБ (химически модифицированный щелочной бентонит) и ХМЩЗБ (химически модифицированный щелочноземельный бентонит) способны окислять до 99% веществ всего за 20-25 минут. Рекомендовано использовать окислительные системы на основе модифицированных бентонитов, таких как ХМЩБ и ХМЩЗБ.

ABSTRACT

The current state of the issue of purification of aquatic environments emphasizes the importance of developing effective methods and materials for removing contaminants from water. The structural features of silicates, particularly layered silicates, make them potentially suitable for use as adsorbents. Modification of natural layered silicates provides ample opportunities for improving their adsorption properties. Acid treatment, cation substitution and chemical modification make it possible to create adsorbents with specific characteristics depending on specific needs.

It was revealed that modified bentonites have a high ability to sorption of petroleum products. It has been determined that when using AB (alkali bentonite) and AEB (alkaline earth bentonite), the purification from these substances is no more than 60%, while TEAB (thermally enriched alkaline bentonite) and TEAEB (thermally enriched alkaline earth bentonite) purify at a level of over 80%, in while systems with CMAB (chemically modified alkaline bentonite) and

Библиографическое описание: Садикова Н.К., Амонов М.Р. КИНЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18391*

CMAEB (chemically modified alkaline earth bentonite) are capable of oxidizing up to 99% of substances in just 20-25 minutes. It is recommended to use oxidation systems based on modified bentonites, such as CMAB and CMAEB.

Ключевые слова: сорбент, очистка, обогащения, модификация, бентонит, кинетика, адсорбция нефтепродуктов, термическая обработка, сточная вода.

Keywords: sorbent, purification, enrichment, modification, bentonite, kinetics, adsorption of petroleum products, heat treatment, wastewater.

Введение. В современном мире проблема очистки водных сред стоит на переднем крае экологических и технологических вызовов. Ресурсы пресной воды становятся все более ограниченными, а загрязнение водных систем промышленными, сельскохозяйственными и домашними выбросами приводит к серьезным экологическим последствиям. Эта проблема актуальна для большинства стран, включая Республику Узбекистан.

В Узбекистане водные ресурсы имеют важное значение для сельского хозяйства и обеспечения населения питьевой водой. Однако ухудшение качества воды в реках и озерах страны вызывает серьезные беспокойства. Промышленные и сельскохозяйственные выбросы, а также загрязнение от бытовых и канализационных стоков, способствуют загрязнению водных ресурсов [1,с.64].

С учетом этой ситуации, исследования в области очистки водных сред становятся чрезвычайно актуальными для Республики Узбекистан. Необходимо разрабатывать и внедрять эффективные и устойчивые методы очистки воды, которые могли бы улучшить качество водных ресурсов и обеспечить безопасность водопользования для населения и сельского хозяйства.

Использование природных и модифицированных бентонитовых глин в качестве адсорбентов для удаления загрязнений из воды представляет собой одну из перспективных стратегий. Эти материалы обладают высокой адсорбционной способностью и могут быть эффективными при очистке воды от различных загрязнителей [2, с. 29-33]. Кроме того, разработка и использование таких методов могут способствовать устойчивому управлению водными ресурсами в Узбекистане.

Материалы и методы. В целом, современное состояние проблемы очистки водных сред подчеркивает актуальность исследований в этом направлении для Республики Узбекистан. Необходимо продолжать исследования и разработки в области очистки воды с использованием инновационных материалов и методов, чтобы обеспечить чистую и безопасную воду для всех граждан и улучшить экологическое состояние водных систем страны [3, с. 640].

Следующим этапом исследования явилось изучение сорбционной способности исследуемых глин по отношению к различным органическим веществам, в частности, нефтепродуктам.

Результаты и обсуждение. Нефтесодержащие сточные воды, происходящие из различных технологических процессов в промышленности и аграрной сфере, являются вредными для окружающей среды. Многие компании не используют системы оборотного водоснабжения, что ведет к выбросам сточных вод [4, с. 202].

На модельных растворах, содержащих нефтепродукты (10 мг/л) проводились эксперименты по сорбции и каталитическому удалению этих веществ с использованием обогащенных бентонитов и их модифицированных форм. Определение концентрации нефтепродуктов базировалось на измерении интенсивности поглощения в инфракрасной области спектра [5, с. 154]. Пробы с нефтепродуктами экстрагировались с помощью CCl_4, очищались и анализировались на оптическую плотность при длине волны $\lambda = 3420$ нм.

На рис. 1 представлены результаты очистки модельных растворов. На рисунке 1 представлены гладкие кинетические графики сорбции нефтепродуктов, без резких изменений, указывающих на физическую адсорбцию. Максимальное уменьшение уровней нефтепродуктов зафиксировано в первые 20 минут при использовании обогащенных бентонитов. Однако, графики для модифицированных форм (рис. 2) демонстрируют иной характер сорбции, что подтверждают их ступенчатые кривые. Максимальное снижение уровней происходит в первые 5 минут из-за высокой скорости процесса. Скорее всего, модификация способствовала усилению взаимодействия органических молекул с поверхностью бентонита. Изменение кривой происходит на 30 минуте, что может быть связано с проникновением больших органических молекул в поры.

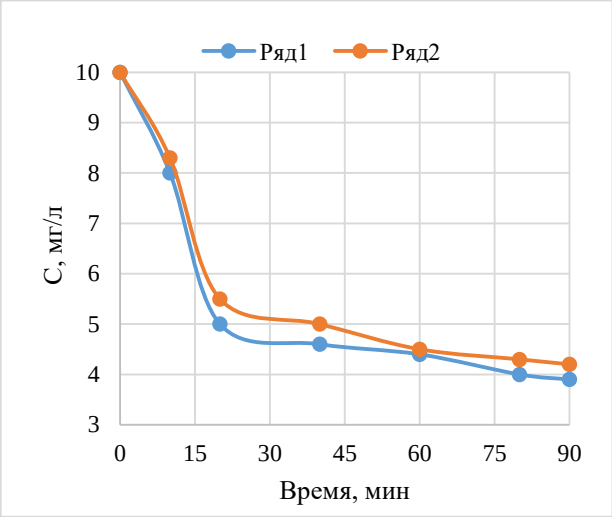


Рисунок 1. Кинетика снижения концентрации нефтепродуктов:

1) Б2; 2) Б1

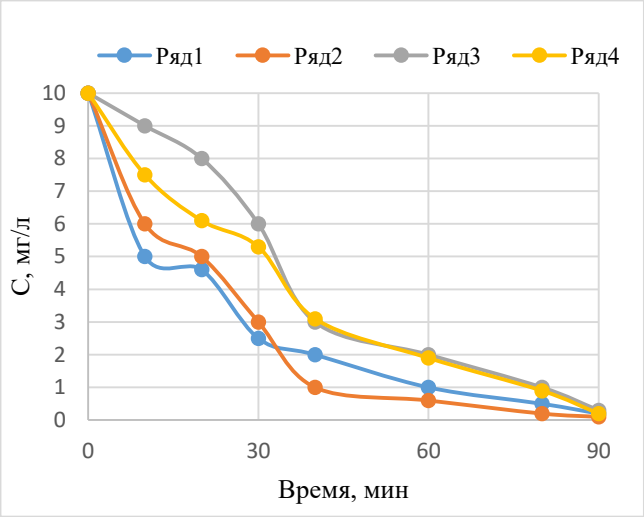


Рисунок 2. Кинетика снижения концентрации нефтепродуктов:

1) ТОЩБ 2) ТОЩЗБ 3) ХМЩБ; 4) ХМЩЗБ

С рисунков также видно, что все адаптированные бентониты уменьшают содержание нефтепродуктов на 90% и выше.

Была также изучена каталитическая активность измененных алюмосиликатов в окислении органических материалов с использованием перекиси водорода. Исследования влияния различных параметров показали, что наилучшие результаты достигаются при температуре выше 20°C и концентрации окислителя 360 мг/л. При снижении уровня пероксида водорода процесс замедляется, а при увеличении - реакция удаления также замедляется, вероятно, из-за уменьшения количества активных гидроксил-радикалов [6, с. 24].

При внесении пероксида водорода в процессе окисления с помощью первоначальных монтмориллонитов (ЩБ и ЩБЗ) окислительная активность нефтепродуктов не достигала 60%. Однако в системах ХМЩБ и ХМЩЗБ, чтобы добиться 99% эффективности, требуется всего 20-25 минут. Скорее всего, окислительная способность натуральных монтмориллонитов связана с их способностью адсорбировать вещества на своей поверхности в начале реакции, затем происходит окислительное разрушение. Заметны различия в каталитической активности между Fe^{3+} и Ca^{2+}. При применении катализаторов ТОЩБ и ТОЩЗБ окисление нефтепродуктов достигает более 80%.

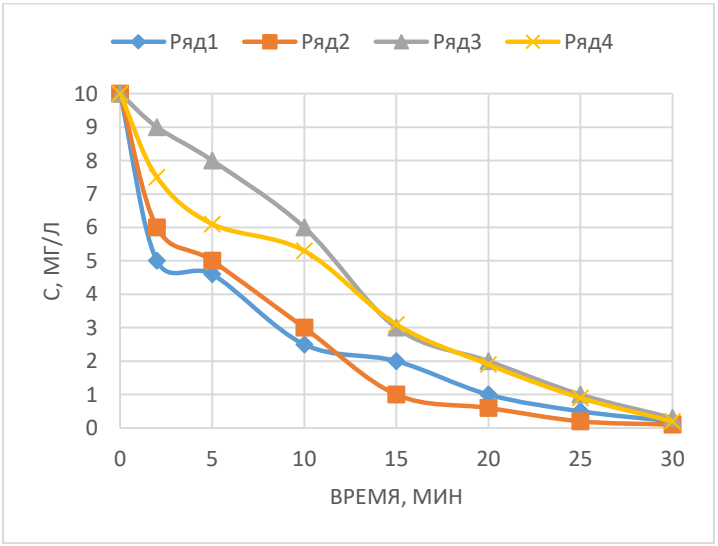


Рисунок 3. Кинетические кривые каталитического удаления нефтепродуктов под воздействием H_2O_2 в присутствии: 1) ТОЩБ; 2) ТОЩЗБ; 3) ХМЩБ; 4) ХМЩЗБ.

Исследованные модифицированные бентониты эффективно адсорбируют нефтепродукты, что особо выражено для ХМЩБ и ХМЩЗБ. При увеличении концентрации нефтяных веществ в стоках потребность в этих адсорбентах возрастает. В таких условиях рекомендуется применение окислительных систем на базе модифицированных бентонитов (ТОЩБ и ТОЩЗБ).

Заключение. Таким образом, модифицированные бентониты демонстрируют высокую эффективность в сорбции нефтепродуктов, особенно образцы ТОЩБ и ТОЩЗБ. При использовании пероксида водорода для каталитического окисления исходные монтмориллониты (ЩБ и ЩЗБ) показывают уровень окисления не более 60%. В то время как в системах с ХМЩБ и ХМЩЗБ достигается почти полное окисление (99%) всего за 20-25 минут.

Предполагается, что активность обогащенных монтмориллонитовых глин связана с их способностью адсорбировать вещества на ранней стадии, после чего происходит их окислительное разложение.

Особенности каталитической активности Fe^{3+} и Ca^{2+} были отмечены. Применение катализаторов ХМЩБ и ХМЩЗБ позволяет достигать уровень окисления нефтепродуктов свыше 80%.

С учетом увеличения содержания нефтепродуктов в водных растворах потребность в использовании данных адсорбентов растет. В таких условиях рекомендуется использование окислительных систем на базе модифицированных бентонитов, как ТОЩБ и ТОЩЗБ.

На основе полученных данных исследований, данные материалы были переданы в Мубарекский газоперерабатывающий завод для промышленных испытаний при осушке природного газа (ХМЩБ) и очистки нефтесодержащих сточных вод (ТОЩБ).

Список литературы:

1. Сухарев Ю.И. Неорганические иониты и возможности их применения для очистки окружающей водной среды от техногенных загрязнений / Известия Челябинского научного центра Уро РАН. – 2001. – № 13. – С. 63-67.
2. Везенцев А.И. Разработка эффективных сорбентов на основе минерального сырья Белгородской области // Сорбенты как фактор качества жизни и здоровья: и материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием, Белгород, 11-14 окт. 2004 г. – Белгород : Изд-во БелГУ, 2004. – С. 29-33.
3. Везенцев А.И. Вещественный состав и сорбционные характеристики монтмориллонитсодержащих глин. // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2006. – Т. 6, вып. 4. – С. 639-643.
4. Свиридов В.В. Закономерности очистки воды от масел и нефтепродуктов с помощью сорбционнокоалесцирующих материалов: дис. канд. техн. наук: 05.23.04 / – Екатеринбург, 2005 – 202 с.
5. Глазунова И.В. Адсорбционно-структурные характеристики каолинита, модифицированного органосилоксанами: дис. канд. техн. наук: 02.00.04 // – Липецк, 2003. – 154 с.
6. Трофимова Ф.А. Структурное и кристаллохимическое обоснование технологического модифицирования щелочноземельных бентонитов и бентонитоподобных глин: автореф. дис.канд. геолого-минерал. наук: 25.00.05 // ФГУП <ЦНИИгеолнеруд>. – М.: 2006. – 24 с.

DOI - 10.32743/UniTech.2024.127.10.18471

СИНТЕЗ ПОЛИМЕРНОЙ СЕРЫ И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ПОЛИЭТИЛЕНОМ БИТУМ

Соттикулов Элёр Сотимбоевич
ст. науч. сотр.,
ООО Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии,
Республика Узбекистан, Ташкентский р-н, п/о Ибрат
E-mail: elyor-s88@mail.ru

Махмадуллаев Жасурбек Одилжонович
докторант,
ООО Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии,
Республика Узбекистан, Ташкентский р-н, п/о Ибрат

SYNTHESIS OF POLYMERIC SULFUR AND ITS EFFECT ON POLYETHYLENE-MODIFIED BITUMEN

Elyor Sottikulov
Senior Researcher,
LLC Tashkent Research Institute of Chemical Technology,
Republic of Uzbekistan,
Tashkent District, P/O Ibrat

Jasurbek Makhamadullaev
Doctoral student,
LLC Tashkent Research Institute of Chemical Technology,
Republic of Uzbekistan, Tashkent District, P/O Ibrat

АННОТАЦИЯ

В данной статье изучен синтез полимерной серы и её влияние на полиэтилен-модифицированный битум. В рамках исследования были проанализированы физико-механические свойства битумного композита при добавлении синтезированной полимерной серы. Рассматривалось влияние добавления 1–5 % полимерной серы на удлинение и термическую стабильность битума в процессе модификации. Согласно результатам исследования, добавление 4 % полимерной серы увеличило удлинение битума на 20 % при неизменной температуре размягчения. В то же время при добавлении 5 % полимерной серы наблюдалось снижение термостойкости битума. На основе полученных данных оптимальной концентрацией было выбрано 4 %.

ABSTRACT

This article examines the synthesis of polymeric sulfur and its effect on polyethylene-modified bitumen. The study analyzes the physical and mechanical properties of bitumen composites when adding synthesized polymeric sulfur. The effect of adding 1–5 % polymeric sulfur on the elongation and thermal stability of bitumen during the modification process was evaluated. According to the results, the addition of 4 % polymeric sulfur increased the elongation of bitumen by 20 % without affecting its softening temperature. However, when 5% polymeric sulfur was added, a decrease in the thermal stability of the bitumen was observed. Based on the findings, 4% was determined to be the optimal concentration.

Ключевые слова: полимерная сера, битум, модификация, полиэтилен, удлинение, температура размягчения.
Keywords: polymeric sulfur, bitumen, modification, polyethylene, elongation, softening temperature.

Введение

Полимерная сера – это перспективный материал, получаемый в результате полимеризации элементарной серы. В последние десятилетия она привлекает внимание учёных и инженеров благодаря своим уникальным свойствам, таким как высокая химическая стойкость, прочность и долговечность. Полимерная сера находит применение в различных областях, включая дорожное строительство, производство строительных материалов, а также в химической промышленности.

Традиционные методы получения и использования серы имеют ряд ограничений, связанных с её физико-химическими характеристиками, такими

Библиографическое описание: Соттикулов Э.С., Махмадуллаев Ж.О. СИНТЕЗ ПОЛИМЕРНОЙ СЕРЫ И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ПОЛИЭТИЛЕНОМ БИТУМ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18471*

как низкая прочность и склонность к деформации при повышенных температурах. Однако полимеризация серы позволяет устранить недостатки подобного рода, предоставляя материал с улучшенными механическими свойствами.

Основная задача данного исследования заключается в изучении процесса получения полимерной серы и её применения в различных областях промышленности. В ходе работы будет рассмотрен процесс полимеризации, а также изучены физико-химические свойства полученного продукта, такие как прочность, термостойкость и устойчивость к агрессивным средам. Кроме того, особое внимание уделено экологическим аспектам процесса получения полимерной серы и её возможной роли в создании более устойчивых материалов.

Полимерная сера привлекла значительное внимание в различных областях производства, особенно при разработке высокоэффективных литий-серных аккумуляторов. Тивари и его коллеги [11] синтезировали композитный катод из серы-сополимера/пористых длинных углеродных нанотрубок с помощью химического и физического связывания, что привело к повышению производительности аккумулятора. Аналогичным образом, сообщили об использовании полимерной серы в качестве проводника ионов лития, продемонстрировав новую платформу для разработки полимерных электролитов с высоким содержанием серы.

Карунаратна и другие исследователи [7] исследовали сополимеризацию арилгалогенида и элементарной серы для создания материалов с высоким ее содержанием. В ходе исследования была выявлена стабилизация полимерных цепочек серы в поддерживающей матрице, что демонстрирует потенциал для вторичной переработки. Ученые [6] изучили присоединение полимерной серы к углеродным нанотрубкам в качестве высокоактивного катода для литий-серных аккумуляторов, что ещё раз подчёркивает важность полимерных композитов серы для аккумуляторов.

Сон и его коллегами [13] предложены ионно-аддитивные сшитые полимерные сернистые композиты в качестве катодных материалов для литий-серных аккумуляторов, направленные на снижение летучести элементарной серы и повышение технологичности элементов Li-S. В их научной работе также подчеркивалась незначительная летучесть полимерной серы даже при высоких температурах. Кроме того, Чо и коллеги, [12] разработали высокочувствительные и экономичные линейные поляризаторы на основе полимерной серы для среднего инфракрасного диапазона с адаптированным резонансом. Фабри – Перо демонстрируют универсальность полимерной серы в оптических приложениях. В целом, литература о полимерной сере подчёркивает её потенциал в различных областях, включая хранение энергии, антибактериальные средства и оптические устройства. Уникальные свойства полимерной серы, такие как ее высокое содержание и стабильность, делают рассматриваемое нами вещество перспективным материалом для будущих исследований и применений.

Берри и другие исследователи [1] использовали методы радиометрии для исследования сорбции паров серы силиконом и эпоксидными полимерами, обнаружив, что сера поступает в силиконовые полимеры в процессе физического растворения в соответствии с законом Генри. Келлер и другие ученые [5] ввели ионы металлов для стабилизации полимерных остовов с высокой электропроводностью, используя полимерный углерод-сернистый остов из-за координационной способности серы с ионами переходных металлов. Хэнли [3; 4] провели проект по изучению химического окружения органической серы в полимерной матрице угля с использованием масс-спектрометрии с лазерной десорбцией ионных ловушек с целью разработки новых схем лазерной десорбции-ионизации, которые сохраняют полимерную матрицу.

Podkościelna вместе со своими коллегами [9] модифицировали полимерные матрицы путем введения серосодержащих групп, изучая содержание сернистых аналогов, термические свойства, пористую структуру и характеристики набухания функциональных гранул. Аниска и исследовательский коллектив [10] изучили термическое поведение сернисто-органических сополимеров с использованием дифференциальной сканирующей калориметрии, сосредоточив внимание на фазовой структуре элементарной серы и сополимеров. Донг и другие [2] разработали богатый литием полимерный материал с конъюгированной серой для литий-серных аккумуляторов, способствующий окислительно-восстановительной кинетике. Ли и его сотрудники [8] синтезировали сополимер серы для прозрачных материалов длинноволнового инфракрасного диапазона с использованием симметричного тиольного сшивающего агента и элементарной серы.

Цель исследования. Цель данного исследования заключается в изучении процесса получения полимерной серы и анализа её физико-химических свойств. В рамках исследования планируется оценить влияние различных параметров на процесс полимеризации, проанализировать качественные показатели полученной полимерной серы, а также рассмотреть возможности её применения в различных областях.

Синтеза полимерной серы

Синтез полимерной серы проводился в лабораторном реакторе, оснащённом масляной баней, механическим перемешивателем и термометром. Реактор имел герметично закрывающуюся крышку. В реактор загружалось 5 килограммов серы. Температура постепенно поднималась до 140°C, при которой сера переходит из моноклинной кристаллической формы в пластическое состояние. Затем температура повышалась до 165°C, что обеспечивало оптимальные условия для полимеризации серы.

Для модификации серы был выбран модификатор М1, содержащий двойные связи, что способствовало образованию дополнительных структур в процессе полимеризации. Модификатор вводился в количестве 1–5 % от общей массы серы, а инициатор – в количестве 0,003 %. Инициатор использовался для активации реакции и обеспечения правильного связывания модификатора с полимерными цепями серы.

Реакция проводилась в течение 45 минут при постоянном перемешивании. Модификатор вводился постепенно, что обеспечивало плавное протекание реакции. В результате получалась высоковязкая, однородная масса тёмно-красного или бурого цвета.

После завершения синтеза полученная полимерная сера охлаждалась в воде при комнатной температуре. Охлаждённый продукт был подготовлен для дальнейшего анализа.

С целью определения степени полимеризации синтезированной полимерной серы было проведено лабораторное испытание в соответствии с требованиями ГОСТ 56249-2014. Через 12 часов после завершения процесса синтеза для анализа отобрали 1 грамм серы, который был добавлен в 100 граммов толуола. Смесь перемешивалась при температуре 60°C в течение 15 минут с использованием магнитной мешалки. Данные условия (температура и время перемешивания) были выбраны как оптимальные для оценки растворимости серы в толуоле и для определения уровня полимеризации.

Этот метод испытания позволил отделить нерастворимую в толуоле полимерную часть серы от элементарной серы, которая может полностью растворяться. Полученные результаты будут служить основой для оценки эффективности процесса синтеза и определения степени полимеризации полимерной серы.

Для изучения влияния количества модификатора на процесс полимеризации серы были проведены эксперименты при температуре 165°C и концентрации инициатора 0,003 %. Результаты экспериментов показали, что увеличение количества модификатора приводит к пропорциональному увеличению количества полимеризованной серы. Эксперименты продемонстрировали, что при увеличении количества модификатора с 0,5 % до 5 % степень полимеризации серы возрастает с 35 % до 44 %. Это свидетельствует о важной роли модификатора в процессе формирования полимерных цепей серы. Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Влияние количества модификатора на степень полимеризации

№	Количество модификатора (%)	Количество инициатора (%)	Количество полимеризованной серы (%)	Температура модификации (°C)
1	0,5	0,003	35	165
2	1	0,003	36	165
3	1,5	0,003	37	165
4	2	0,003	38	165
5	2,5	0,003	39	165
6	3	0,003	40	165
7	3,5	0,003	41	165
8	4	0,003	42	165
9	4,5	0,003	43	165
10	5	0,003	44	165

Результаты экспериментов (таблица 1) показали, что с увеличением количества модификатора возрастает степень полимеризации серы. Например, при добавлении 0,5 % модификатора степень полимеризации составила 35 %, в то время как при добавлении 5 % модификатора этот показатель увеличился до 44 %. Это подтверждает активную роль модификатора в процессе полимеризации и формировании полимерных цепей серы.

С увеличением количества модификатора наблюдается постепенное увеличение степени полимеризации. Это связано с тем, что молекулы модификатора активно взаимодействуют с молекулами серы, способствуя удлинению полимерных цепей. Это видно на примере увеличения полимеризации с 35 % при 0,5 % модификатора до 44 % при 5 % модификатора.

Температура модификации, равная 165°C, оказалась оптимальной для эффективного протекания процесса полимеризации. При этой температуре модификатор эффективно смешивается с серой, обеспечивая полноценное протекание реакции.

При добавлении модификатора в количестве более 3 % степень полимеризации достигает 40 % и выше. Это свидетельствует о том, что более высокое содержание модификатора способствует значительному увеличению длины полимерных цепей и улучшению процесса полимеризации.

Применение инициатора в концентрации 0,003 % оказалось достаточным для активирования процесса полимеризации. Инициатор эффективно выполнял свою роль, обеспечивая активацию реакции при оптимальных условиях и способствуя взаимодействию модификатора с молекулами серы.

В рамках исследования были проанализированы физико-механические свойства полиэтилен-модифицированного полимерного битума при добавлении синтезированной полимерной серы. Полимерная сера была введена в состав битумного композита в количестве 4 %. Хотя добавление полимерной серы в таком соотношении не оказало значительного влияния на температуру размягчения полимерного битума, его удлинение увеличилось на 20 %. Это можно увидеть на рисунке 1.

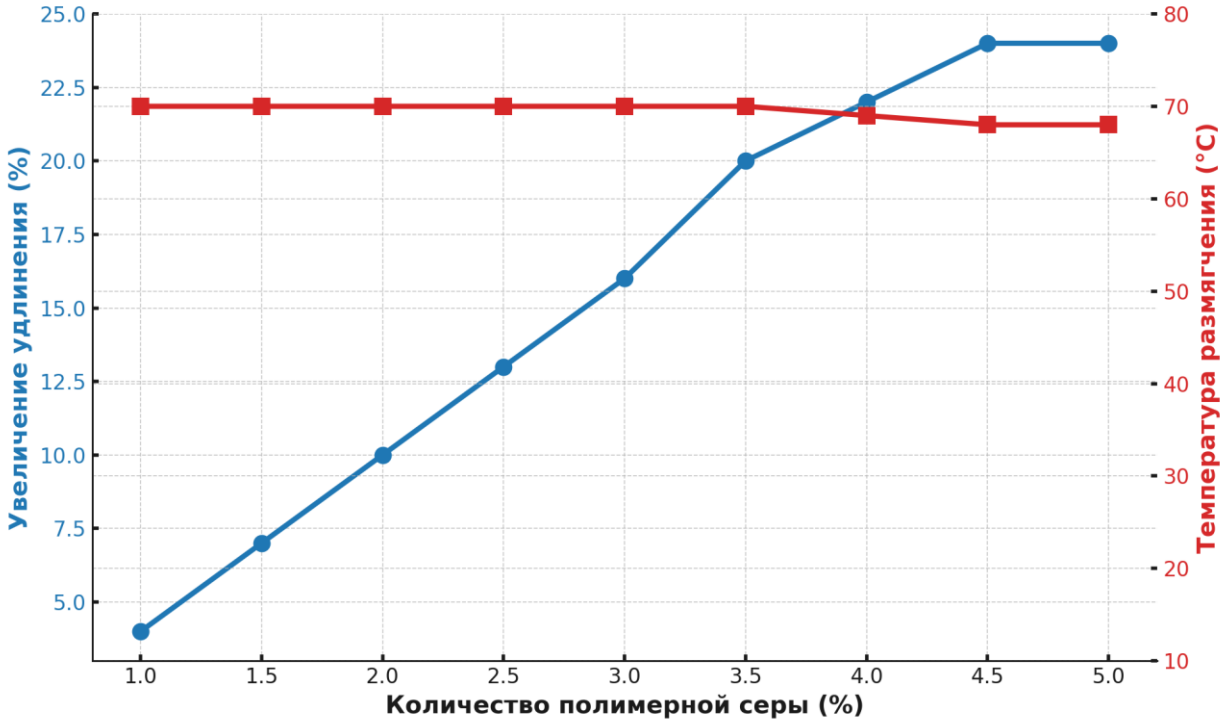


Рисунок 1. Влияние полимерной серы на свойства полимерного битума, модифицированного полиэтиленом

График иллюстрирует взаимосвязь между увеличением количества полимерной серы, добавляемой в битум, и изменениями его удлинения и температуры размягчения. На основе анализа можно выделить несколько ключевых тенденций:

Синяя линия на графике показывает значительное увеличение удлинения битума по мере добавления полимерной серы. При добавлении 1 % полимерной серы удлинение увеличилось на 4 %, а при добавлении 4 % серы этот показатель достиг 20 %. Это указывает на то, что полимерная сера активно взаимодействует с цепями битума, улучшая его эластичные свойства.

При увеличении доли полимерной серы до 5 % удлинение возросло до 24 %, что свидетельствует о дальнейшем улучшении способности битума выдерживать механические напряжения и динамические нагрузки. Такой рост эластичности обусловлен формированием более прочных полимерных связей внутри структуры битума.

Красная линия на графике демонстрирует, что до добавления 4 % полимерной серы температура размягчения битума остаётся на уровне 70°C. Это указывает на то, что полимерная сера при таких концентрациях не оказывает значительного влияния на термостойкость битума. Битум сохраняет свою стабильную структуру при высоких температурах.

При добавлении 5 % полимерной серы температура размягчения битума снизилась с 70°C до 68°C. Это снижение может быть связано с чрезмерной модификацией внутренних полимерных цепей, что ослабляет термостойкость материала. Таким образом, увеличение содержания полимерной серы свыше 5 % может негативно сказаться на термической стабильности битума, несмотря на улучшение его эластичности.

На основе анализа можно сделать вывод о том, что оптимальной концентрацией полимерной серы является 4 %. При этом уровне добавки достигается максимальное увеличение удлинения (20 %), при сохранении неизменной температуры размягчения (70°C). Это означает, что битум приобретает улучшенные механические свойства, оставаясь термостойким, что делает такую концентрацию наиболее сбалансированной для применения.

Заключение

В ходе исследования был успешно синтезирован полимерный серный материал, и процесс его получения прошёл с образованием полимерных цепей благодаря добавлению модификаторов и инициаторов. Полученная полимерная сера показала высокую прочность и пригодность для дальнейшего использования в качестве модифицирующего компонента. Частичное применение полимерной серы в составе

битумных композитов продемонстрировало значительное улучшение показателей удлинения битума, что свидетельствует о повышении его эластичности. При этом температура размягчения битума осталась неизменной, что подтверждает сохранение его термостойкости. Результаты синтеза и модификации указывают на перспективы широкого применения полимерной серы в различных отраслях промышленности.

Список литературы:

1. Berry B.S., Susko J.R. Solubility and Diffusion of Sulfur in Polymeric Materials // IBM Journal of Research and Development. – 1977.
2. Fei Dong, Chengxin Peng, Hongyi Xu, Yuxin Zheng, Hongfei Yao, Junhe Yang, Shiyou Zheng. Lithiated Sulfur-Incorporated, Polymeric Cathode for Durable Lithium-Sulfur Batteries with Promoted Redox Kinetics // ACS NANO. – 2021.
3. Hanley L. Mass Spectral Study of Organic Sulfur in The Polymeric Matrix of Coal // Technical Report. – March 1. – 1992. – May 31. – 1992.
4. Hanley L. Mass Spectral Study of Organic Sulfur in The Polymeric Matrix of Coal // Technical Report. – March 1. – 1993. – May 31. – 1993.
5. Heimo J. Keller, Thomas Klutz, K. Münstedt, Gerd Renner, Schweitzer D. Metallic Coordination Polymers Using CS2 As Starting Material // Springer Series in Solid-State Sciences (SSSOL). – Vol. 76. – 1987.
6. Maria A. Kokh, Nelly Assayag, Stephanie Mounic, Pierre Cartigny, Andrey Gurenko, Gleb S. Pokrovski. Multiple Sulfur Isotope Fractionation in Hydrothermal Systems in The Presence of Radical Ions and Molecular Sulfur // Geochimica et Cosmochimica Acta. – 2020.
7. Menisha S. Karunarathna, Moira K. Lauer, Andrew G. Tennyson, Rhett C. Smith. Copolymerization of An Aryl Halide and Elemental Sulfur As A Route to High Sulfur Content Materials // Polimer Chemistry. – 2020.
8. Miyeon Lee, Yuna Oh, Jaesang Yu, Se Gyu Jang, Hyeonuk Yeo, Jong-Jin Park, Nam-Ho You. Long-wave Infrared Transparent Sulfur Polymers Enabled By Symmetric Thiol Cross-linker // Nature Communications. – 2023.
9. Podkościelna B., Bartnicki A., Podkościelny P. New Ion Exchangers Based on Copolymers: 2,3-(2-Hydroxy-3-Methacryloyloxypropoxy)Naphthalene–Styrene // Separation Science and Technology, 2014.
10. Rafal Anyszka, Jakub Wręczycki, Dariusz M. Bieliński. Thermal Behavior of Sulfur/organic Copolymers // 12th European Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry (ESTAC12). – 2018.
11. Vimal K. Tiwari, Hyeonjun Song, Yeonjae Oh, Youngjin Jeong. Synthesis of Sulfur-co-polymer/porous Long Carbon Nanotubes Composite Cathode By Chemical and Physical Binding for High Performance Lithium-sulfur Batteries // Energy. – 2020. – P. 3.
12. Woongbi Cho, Jehwan Hwang, Sang Yeon Lee, Jaeseo Park, N. Han, Chi Hwan Lee, Sang-Woo Kang, A. Urbas, J. Kim, Z. Ku, J. Wie. Highly Sensitive and Cost-Effective Polymeric-Sulfur-Based Mid-Wavelength Infrared Linear Polarizers with Tailored Fabry–Pérot Resonance // Advanced Materials. – 2022.
13. Yufei Sun, Guiming Zhong, Zheng Zhao, Min Cao, Han Zhou, Sijing Zhang, Hao Qian, Zhiyong Lin, Derong Lu, Jihuai Wu, Hongwei Chen. Polymeric Sulfur As A Li Ion Conductor // Nano Letters. – 2020.

ПОЛУЧЕНИЕ СУЛЬФАТА КАЛИЯ ПУТЕМ КОНВЕРСИИ ФОСФОГИПСА И НИТРАТА КАЛИЯ В АММИАЧНОМ РАСТВОРЕ

Умарова Мафтуна Машрабжон кизи
докторант,
Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: maftuna93umarova@gmail.com

Дехканов Зульфикахар Киргизбаевич
профессор,
Наманганский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Наманган
E-mail: zulfikaxar2404@gmail.com

PRODUCTION OF POTASSIUM SULFATE BY CONVERSION OF PHOSPHOGYPSUM AND POTASSIUM NITRATE IN AMMONIA SOLUTION

Maftuna Umarova
Doctoral student,
Fergana Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Fergana

Zulfikahar Dekhkanov
Professor,
Namangan Engineering and Technology Institute,
Uzbekistan, Namangan

АННОТАЦИЯ

Исследована возможность получения сульфата калия путем конверсии сульфата кальция (фосфогипса) и нитрата калия в аммиачном растворе. Определены оптимальные условия проведения данного процесса при различных концентрациях раствора аммиака. При использовании 25%-ного раствора NH_3 время перемешивания составляет 30–50 мин, норма расхода KNO_3 — 120% от стехиометрии. При использовании 40%-ного раствора аммиака время перемешивания практически не влияет на конверсию, а норма расхода KNO_3 составляет только 100% от стехиометрии. Температура конверсии в обоих случаях должна составлять 20–25°C, массовое соотношение гипса и аммиака — 1:(3–5).

ABSTRACT

The possibility of obtaining potassium sulfate through the conversion of calcium sulfate (phosphogypsum) and potassium nitrate in an ammonia solution was investigated. The optimal conditions for this process were determined for various ammonia solution concentrations. When using a 25% NH_3 solution, the mixing time is 30–50 minutes, and the consumption rate of KNO_3 is 120% of the stoichiometric amount. With a 40% ammonia solution, the mixing time has almost no effect on the conversion, and the KNO_3 consumption rate is only 100% of the stoichiometric amount. In both cases, the conversion temperature should be 20–25°C, and the mass ratio of gypsum to ammonia should be 1:(3–5).

Ключевые слова: конверсия; фосфогипс; нитрата калия; аммиачный раствор.
Keywords: conversion; phosphogypsum; potassium nitrate; ammonia solution.

Введение. Основным калийным удобрением в сельском хозяйстве является хлористый калий. Однако внесение хлорсодержащего удобрения под хлорофобные культуры (такие как картофель, свекла, цитрусовые и т. д.) ограничено, а иногда и недопустимо. В настоящее время выпуск бесхлорных удобрений ограничен — только 10% от всего выпуска калийных удобрений. Наибольшим спросом для хлорофобных культур пользуется сульфат калия. Одним из перспективных путей его получения является конверсия хлорида калия сульфатами натрия, магния, железа, кальция [1]. Из указанных солей наибольший интерес представляет сульфат кальция, который является широко распространенным минералом в земной коре, а также отходом при производстве фосфорных удобрений в виде фосфогипса [2].

Библиографическое описание: Умарова М.М., Дехканов З.К. ПОЛУЧЕНИЕ СУЛЬФАТА КАЛИЯ ПУТЕМ КОНВЕРСИИ ФОСФОГИПСА И НИТРАТА КАЛИЯ В АММИАЧНОМ РАСТВОРЕ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18431*

Известны способы переработки фосфогипса на бесхлорные калийные удобрения путем конверсии его с карбонатом калия [3] или нитратом калия как прямой конверсией [4], так и через сульфат аммония [5]. Наибольший практический интерес представляет прямая конверсия фосфогипса и KNO_3 с получением сульфата калия или сингенита. В основе процесса конверсии нитрата калия и сульфата кальция лежит растворимость солей в системе K^+, $Ca^{2+}||NO_3^-$, SO_4^{2-}–H_2O. Литературные данные физико-химического исследования этой системы при различных температурах показывают, что основную часть диаграммы, отражающую взаимную растворимость солей данной системы, занимает поле кристаллизации гипса, тогда как поле кристаллизации сульфата калия ничтожно мало. Следовательно, прямая конверсия между гипсом и хлористым калием в водной среде с получением сульфата калия практически невозможна. Однако в растворе с добавками некоторых органических жидкостей (ацетон, изопропиловый спирт и др.), а также и азотсодержащих веществ (мочевина, моно-, ди-, триэтаноламин) [4] наблюдается существенное изменение растворимости сульфатов, заключающееся в уменьшении растворимости K_2SO_4 и увеличении $Ca(NO_3)_2$. Тогда взаимодействие $CaSO_4$ и KNO_3 возможно по реакциям:

$$2CaSO_4 + 2KNO_3 + H_2O \rightarrow K_2SO_4 \cdot CaSO_4 \cdot H_2O + Ca(NO_3)_2 \quad (1)$$

$$CaSO_4 + 2KNO_3 \rightarrow K_2SO_4 + Ca(NO_3)_2 \quad (2)$$

С целью интенсификации данного процесса предложено также проводить конверсию этих солей в водно-аммиачном растворе [6, 7]. Однако четкие рекомендации по условиям процесса взаимодействия фосфогипса и KNO_3 с целью получения сульфата калия отсутствуют. Так, в работе [6] показана возможность получения K_2SO_4 а в [7] — только сингенита. Для понимания механизма процесса, происходящего при проведении конверсии фосфогипса и KNO_3 в аммиачном растворе, нами рассмотрена диаграмма растворимости солей в системе K^+, $Ca^{2+}||NO_3^-$, SO_4^{2-}– NH_3–H_2O, тем более что она изучена в широком интервале как температур, так и концентраций аммиака в системе. Показано, что поле кристаллизации сульфата калия значительно больше, чем в водной системе без аммиака [7]. Эти данные свидетельствуют о перспективности получения сульфата калия конверсией гипса с нитратом калия в водно-аммиачных растворах. Реакция обменного взаимодействия гипса с нитратом калия обратима, поэтому степень превращения исходных соединений в сульфат калия зависит от температуры, времени перемешивания, концентрации водно-аммиачного раствора, нормы расхода KNO_3 от стехиометрии. Целью данной работы явилось изучение конверсии фосфогипса, полученного в виде отхода при производстве фосфорной кислоты, нитратом калия по реакции (2) в присутствии 25 и 40%-ных растворов аммиачной воды.

Методы. Для исследований использовали фосфогипс следующего состава (в пересчете на сухое вещество, мас%): CaO — 53,0; SO_4 — 41,6; P_2O_5 — 0,8; F — 0,2; SiO_2 — 2,95 предварительно высушенный на воздухе до влажности около 21%. Квалификация KNO_3 — х.ч. по ГОСТ 19790-74, 25%-ного аммиака — ч.д.а. по ГОСТ 3760–79, изм. 1, 2.

Аммиак 40%-ной концентрации получали насыщением 25%-ного раствора аммиака газообразным аммиаком. Конверсию фосфогипса с нитратом калия в аммиачном растворе проводили следующим образом. В колбу, снабженную гидрозатвором, что необходимо во избежание потерь аммиака, вводили фосфогипс, KNO_3 и добавляли аммиачный раствор. Затем суспензию после интенсивного перемешивания на магнитной мешалке фильтровали и после сушки твердой фазы исследовали составы твердой и жидкой фаз на ионы K^+, Ca^{2+}, NO_3^-, SO_4^{2-} по известным методикам, а также содержание аммиака в жидкой фазе. Ион SO_4^{2-} определяли комплексон метрическим и гравиметрическим методами, K^+ — пламенно-фотометрическим, Ca^{2+} — комплексон метрическим титрованием трилоном Б, Cl^- — методом прямого титрования раствором $AgNO_3$ в присутствии K_2CrO_4 в твердой фазе, а пробы жидкой фазы предварительно доводили азотной кислотой до нейтральной среды. Содержание аммиака в фильтрате определяли по ГОСТ 3760–79 «Реактивы. Аммиак водный. Технические условия». В таблицах представлены составы твердых фаз без учета солей, внесенных жидкой фазой.

Обсуждение результатов. Для определения оптимальных условий проведения данного процесса изучено влияние нормы расхода KNO_3, времени перемешивания, температуры, количества аммиака на процесс получение K_2SO_4 путем конверсии KNO_3 и $CaSO_4$ в 25%-ном аммиачном растворе. В результате исследований установлено (табл. 1, рис. 1), что увеличение нормы расхода KNO_3 от стехиометрии оказывает положительное действие на данный процесс, которое выражается повышенным содержанием K_2SO_4 в конечном продукте. Так, при стехиометрическом соотношении $CaSO_4$ и KCl минералогический состав твердой фазы содержит 66,79% сингенита и 31,16% K_2SO_4.

Таблица 1.

Влияние нормы расхода KNO_3 от стехиометрии на качественно-количественные показатели конверсии KNO_3 и фосфогипса (время перемешивания 35 мин, массовое соотношение гипса и аммиака 1:3)

Норма расхода KNO_3 от стехиометрии, мас%	Солевой состав твердой фазы, мас%			Минералогический состав твердой фазы, мас%			
	KNO_3	$CaSO_4$	K_2SO_4	KNO_3	сингенит	$CaSO_4$	K_2SO_4
100	0	15,79	81,49	0	66,79	-	31,16
120	2,54	12,44	85,01	2,54	51,13	-	45,12
130	1,77	11,05	87,17	1,77	41,67	4,07	52,63
140	1,02	7,63	91,34	1,02	22,84	3,66	72,47
150	0,93	6,81	92,25	0,93	-	3,51	86,09
160	0,89	5,41	93,69	0,89	-	5,41	93,69
170	0,75	5,35	93,89	0,75	-	5,35	93,89
175	0,68	5,11	94,12	0,68	-	5,11	94,12

При увеличении расхода KNO_3 до 140% от стехиометрии в твердой фазе повышается содержание K_2SO_4 до 72,47%, а сингенита уменьшается до 22,84%. При норме расхода KNO_3, равной 160% от стехиометрии, твердая фаза содержит около 93,69% K_2SO_4 и небольшое количество $CaSO_4$ (около 5.41%), что доказано как химическим методами исследований.

На диаграмме K^+, $Ca^{2+}||NO_3^-$, SO_4^{2-}–NH_3–H_2O (рис. 2) в 25%-ном аммиачном растворе по составам твёрдой и жидкой фаз, полученных при конверсии солей, построили лучи кристаллизации, используя расходы KNO_3, равные стехиометрической норме (луч AE) и 160% от стехиометрической нормы (луч CD). Следует отметить, что луч AE проходит через точку O, подтверждающий стехиометрическую норму компонентов, а луч CD — через точку O1, подтверждающий 160 %-ный избыток KNO_3 от стехиометрии. В первом случае состав твердой фазы находится в области кристаллизации $K_2SO_4 \cdot Ca(NO_3)_2 \cdot H_2O$, во втором — в области кристаллизации сульфата калия, что соответствует полученным экспериментальным данным. Влияние времени перемешивания на содержание K_2SO_4 в готовом продукте при всех нормах расхода KNO_3 в 25%-ном растворе аммиака носит экстремальный характер с максимумом при времени перемешивания 30–60 мин (рис. 1, кривые 1–3). Появление максимума на рисунке объясняется тем, что данная реакция является обратимой, поэтому после определенного времени перемешивания данный процесс проходит в обратном направлении, в результате чего в твердой фазе содержание сульфата калия уменьшается. Поэтому все последующие опыты проводили при норме расхода KNO_3 160% от стехиометрии и времени перемешивания 35 мин.

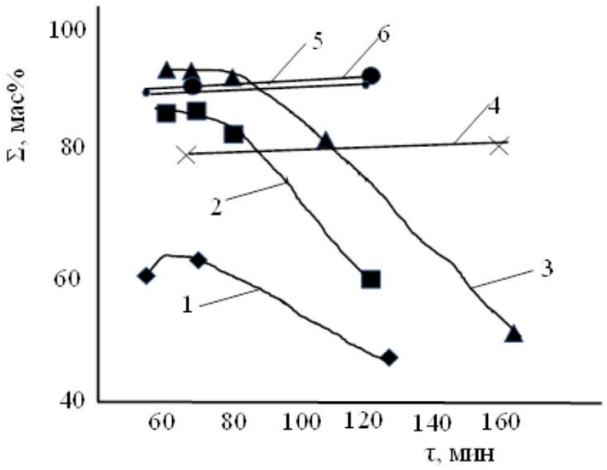


Рисунок 1. Влияние времени перемешивания на содержание сульфата калия в готовом продукте при различных нормах расхода KNO_3 от стехиометрии и концентрации аммиака

В 25%-ном растворе аммиака: 1 — стехиометрическая норма KNO_3, 2 — 140% KNO_3 от стехиометрии, 3 — 160% KNO_3 от стехиометрии.

В 30%-ном растворе аммиака: 4 — стехиометрическая норма KNO_3, 5 — 120% KNO_3 от стехиометрии, 6 — 160% KNO_3 от стехиометрии.

Важным показателем при проведении конверсии между KNO_3 и фосфогипсом является температура. Как известно, повышение температуры при прочих равных условиях ускоряет химический процесс, понижает вязкость среды, что должно приводить к ускорению столкновений молекул реагирующих веществ. Однако проведение конверсии $CaSO_4$ и KNO_3 при высоких температурах нежелательно по нескольким причинам: во-первых, как было показано ранее [4], повышение температуры отрицательно сказывается на реакции обмена между $CaSO_4$ и KNO_3 в связи с понижением растворимости ангидрита, во-вторых, растворение KNO_3 в воде и взаимодействие $CaSO_4$ с KNO_3 — эндотермические процессы, которые сопровождаются поглощением тепла из окружающей среды, в результате чего происходит охлаждение системы до 14°C, что может также влиять на ход данной реакции; в-третьих, повышение температуры способствует понижению растворимости аммиака в воде. Так, если при 0°C максимальное содержание NH_3 в воде составляет 46,7%, то при 50°C падает до 18,6% при парциальном давлении 760 мм рт. ст. На основании вышеописанного изучена конверсия солей $CaSO_4$ и KNO_3 в 25%-ном аммиачном растворе при температурах от 0 до 30°C. Исследования проводили при норме расхода KNO_3 от стехиометрии 160% и времени перемешивания 35 мин. Как и следовало ожидать, повышение температуры привело к уменьшению содержания K_2SO_4 в твердой фазе (табл. 2). Так, если при 0°C концентрация K_2SO_4 в твердой фазе достигает 92–95%, то уже при 20 и 30°C этот показатель падает до 91,44 и 76,51% соответственно. Содержание K_2SO_4 составило 91.33%, т. е. обратная реакция не наблюдалась. При анализе полученных результатов установлено, что при 0°C содержание K_2SO_4 достигло наибольшего значения 93–94%. Однако прирост этого показателя вряд ли оправдает энергоэкономические затраты при проведении конверсии при 0°C по сравнению с осуществлением процесса при более высоких температурах — 15–20°C. Также проведение конверсии при низкой температуре требует сложного нестандартного оборудования. Таким образом, оптимальной температурой для проведения данного процесса необходимо считать 15–20°C, при которой концентрация K_2SO_4 в твердой фазе достигает около 93–94%. %.

Таблица 2.

Влияние температуры на качественно-количественные показатели, полученные при конверсии KNO_3и $CaSO_4$ в 25%-ном аммиачном растворе (массовое соотношение фосфогипса и аммиака 1:3, норма расхода KNO_3 от стехиометрии 160%)

Температура, °C	Время перемешивания, мин	Содержание NH_3 в растворе, мас%		Ионный состав твердой фазы, мас%				Солевой состав твердой фазы, мас%		
		до фильтрации	после фильтрации	K^+	Ca^{2+}	NO_3^-	SO_4^{2-}	KNO_3	$CaSO_4$	K_2SO_4
0	30	23,40	21,62	42,1	1,55	0,30	53,37	0,61	5,42	92,49
0	30	23,15	21,06	43,8	1,51	0,33	54,45	0,63	5,22	92,91
15	30	22,49	20,81	42,9	1,49	0,32	55,21	0,65	5,11	93,42
15	20	23,52	21,77	41,3	1,76	0,40	54,68	0,72	6,02	94,13
20	30	23,44	20,45	40,1	1,60	0,37	53,00	0,77	5,41	91,44
20	20	-	-	41,1	2,36	0,41	55,54	0,86	7,65	90,54
25	30	23,73	21,28	39,5	2,66	0	54,91	-	8,72	89,73
30	30	22,50	20,18	31,3	6,72	1,68	52,86	3,51	21,39	76,51
30	20	22,57	19,78	40,8	2,70	0,41	56,35	0,94	9,22	91,33

Важным показателем при проведении конверсии KNO_3 и фосфогипса является количество введенного аммиака в реакционную фазу, которое выражается массовым соотношением количеств фосфогипса и аммиака. Опыты проводили, используя 25%-ный аммиачный раствор, при 160%-ном избытке KNO_3 от стехиометрии и времени перемешивания 35 мин. Для исследований использовали различные массовые соотношения гипса и аммиака 1:(2–6). На основании проведенных исследований было установлено (табл. 3), что увеличение концентрации аммиака в реакционной среде повышает содержание K_2SO_4 в готовом продукте. Так, если при массовом.

Таблица 3.

Влияние массового соотношения фосфогипса и аммиака на результаты конверсии (расход KNO_3 160% от стехиометрии, концентрация аммиака 25%)

Время перемешивания, мин	Фосфогипс : NH_3	Фаза	Ионный состав, мас%				Солевой состав, мас%				Сумма, мас%
			K^+	Ca^{2+}	NO_3^-	SO_4^{2-}	KNO_3	$Ca(NO_3)_2$	$CaSO_4$	K_2SO_4	
35	1:2	Жидкая	3,56	2,47	7,42	0,12	6,89	6,1	0,15	86,5	13,65
		Твердая	41,39	1,38	0,13	54,4	0,28	—	4,71		
35	1:3	Жидкая	2,48	1,73	5,41	0,03	4,6	4,94	0,04	93,4	9,58
		Твердая	42,38	1,70	0,47	55,5	1,01	—	5,84		
35	1:4	Жидкая	2,17	1,39	4,29	0,03	3,93	4,71	0,05	94,1	8,61
		Твердая	42,29	1,67	0,39	55,7	0,83	—	5,70		
20	1:5	Жидкая	1,61	1,07	3,68	0,02	3,04	2,93	0,03	94,4	6,04
		Твердая	42,42	1,83	0,27	55,8	0,55	—	6,20		
35	1:6	Жидкая	1,27	0,86	2,96	0,02	2,78	2,77	0,03	94,7	5,17
		Твердая	41,56	1,92	0,29	55,8	0,61	—	6,43		
35	1:7	Жидкая	1,17	0,72	2,33	0,02	2,19	2,41	0,04	92,7	4,56
		Твердая	41,37	2,11	0,28	55,9	0,67	—	6,61		
35	1:8	Жидкая	1.00	0.70	2.14	0.03	1,90	1,91	0.05	91,3	3,91
		Твердая	41.29	2.20	0.33	56.0	0,72	—	7,47		

Соотношении фосфогипса и аммиака 1:2 содержание K_2SO_4 в твердой фазе составило 86,55%, то при их соотношениях, равных 1:3, 1:4, 1:6 и 1:6, этот показатель повышается до 93,4; 94,1; 94,4 и 94,7% соответственно, а при дальнейшем его увеличении до 1:8 наблюдается некоторое понижение содержания K_2SO_4 в готовом продукте до 91,3%. Вероятно, это можно объяснить сильным разбавлением данной системы, вызывающим растворение K_2SO_4. В результате исследований также установлено, что при всех расходах аммиачной воды полученная суспензия обладает высокой скоростью фильтрации. Однако повышение расхода аммиачной воды сопровождается понижением концентрации солей в жидкой фазе, что в итоге отрицательно скажется на эффективности данного процесса, так как необходимо будет в дальнейшем упаривать большое количество воды. Так, при массовом соотношении фосфогипса и аммиака 1:2 сумма солей в жидкой фазе составляет 14.10%, в том числе содержание KNO_3, $Ca(NO_3)_2$ — 6,89 и 6,1% соответственно. При массовых соотношениях 1:3, 1:4 и 1:5 суммы солей в твердой фазе составляют 9,58, 8,61 и 6,04% соответственно, а при 1:8 — только 3,91% (табл. 3). На основании выше представленного оптимальное массовое соотношение фосфогипса и аммиака будет равно 1:(3–5), при этом содержание K_2SO_4 в твердой фазе достигает 93,4–94,4%. Представленные результаты исследований показывают возможность проведения конверсии

KNO_3 и фосфогипса в 25%-ном растворе аммиака, однако в литературе система K^+, $Ca^{2+}||NO_3^-$, SO_4^{2-}–NH_3– H_2O изучена и в присутствии 30%-ного раствора аммиака. При сравнении изотерм растворимости солей в системах, содержащих в растворе 25 и 30% аммиака, четко видно, что поле кристаллизации K_2SO_4 в 30%- ном растворе значительно больше, чем в 25%-ном растворе. Поэтому представляет интерес изучить влияние 30%-ного раствора аммиака на данную конверсию при различном времени перемешивания и количественном соотношении исходных компонентов. В результате исследований установлено, что и в этом случае увеличение нормы расхода KNO_3 от стехиометрии оказывает положительное действие на данный процесс. Так, если при стехиометрическом соотношении KNO_3и фосфогипса в 30%-ном растворе аммиака твердая фаза содержит 82.26% K_2SO_4, то при 140 и 160%-ном избытке KNO_3 от стехиометрии этот показатель повышается до 91,02 и 91,77% соответственно (время перемешивания 1 ч).

При использовании 30%-ного раствора аммиака увеличение времени перемешивания не ухудшает качественно-количественные показатели взаимодействия KNO_3 и фосфогипса, а наблюдается некоторое повышение содержания K_2SO_4 в твердой фазе (рис. 1). Так, при времени перемешивания 20 мин содержание K_2SO_4 в твердой фазе составило 90,07%, а при времени перемешивания 2 ч — 92,64%. Даже при 160%-ном избытке KNO_3 от стехиометрии и перемешивании 40 и 50 мин этот показатель составил 91,82 и 92,12% соответственно. Это свидетельствует о том, что использование 30%-ного раствора аммиака в данной системе не вызывает перехода сульфата калия в гипс, характерного для системы с 25%-ным раствором аммиака. Таким образом, нами показана возможность получения K_2SO_4 при взаимодействии KNO_3 и фосфогипса с использованием как 25%-ного, так и 30%-ного раствора аммиака. Содержание K_2SO_4 в готовом продукте 92–93%.

Выводы. Проведенные исследования конверсии гипса нитратом калия в водно-аммиачном растворе с исходной концентрацией 25% NH_3 доказывают возможность технического осуществления получения K_2SO_4 и позволяют выбрать оптимальные параметры конверсии: температура 25–35°С, время перемешивания 25–50 мин, 160%-ный избыток KNO_3 от стехиометрии, массовое соотношение гипса и аммиака 1:(3–5). При использовании 30%-ного раствора время перемешивания практически не влияет на конверсию, а норму расхода KNO_3 в этом случае можно снизить до 120%-ного избытка от стехиометрии. Представленные режимы обеспечат содержание K_2SO_4 в готовом продукте 92–93%.

Список литературы:

1. Букша Ю.В., Оспова Г.В., Сафрыгин Ю.С. Конверсионные способы получения сульфата калия // Горн. журн. 2007. № 8. С. 83–85.
2. Ющенко И.С. Характеристика насыпного грунта (фосфогипс) // Геол., геоэкол. и ресурс. потенц. Урала и сопредел. терр. 2017. № 5. С. 99–102.
3. Пат. UA 93253 (опубл. 2014). Спосіб переробки фосфогіпсу в комплексне добриво з використанням напівпродукту виробництва екстракційної фосфатної кислоти.
4. Гончарик И.И., Шевчук В.В., Кудина О.А., Можейко Ф.Ф. Получение сульфата калия взаимодействием хлорида калия и сульфата кальция // Весці НАН Беларусі. Сер. хім. навук. 2017. № 3. С. 98–103.
5. Гончарик И.И., Можейко Ф.Ф., Пинаев Г.Ф., Кудина О.А. Получение бесхлорных калийных удобрений // Весці НАН Беларусі. Сер. хім. навук. 2010. № 4. С. 118–123.
6. Samir I. Abu-Eishah, Ali A. Bani-Kananeh, Mamdouh A. Allawzi K_2SO_4 production via the double decomposition reaction of KCl and phosphogypsum // Chem. Eng. J. 2000. V. 76. N 3. P. 197–207. https:// doi.org/10.1016/S1385-8947(99)00158-8.
7. Сафрыгин Ю.С., Букша Ф.В., Паскина А.В., Копылев Б.А. Исследование условий конверсионного получения сингенита в системе K^+, $Ca^{2+}||Cl^-$, SO_4^{2-}–NH_3–H_2O при 25°С // ЖПХ. 1986. № 2. С. 245–251.

DOI - 10.32743/UniTech.2024.127.10.18330

ЭФФЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ КУКОЛОК ТУТОВОГО ШЕЛКОПРЯДА

Фатиллоев Шамшод Файзулло Угли
стажер-исследователь кафедры
Химическая технология неорганических веществ,
Бухарский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: fatilloyevshamshod@gmail.com

Махмудов Рафик Амонович
проф. кафедры Химическая технология неорганических веществ,
Бухарский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: ramakhmudov@mail.ru

EFFECTIVE WAYS OF PROCESSING SILKWORM PUPAE

Shamshod Fatilloyev
Intern-researcher, Department of
Chemical technology of inorganic substances,
Bukhara Engineering and Technology Institute,
Republic of Uzbekistan, Bukhara

Rafik Makhmudov
Prof., Department of Chemical technology of inorganic substances,
Bukhara Engineering and Technology Institute,
Republic of Uzbekistan, Bukhara

АННОТАЦИЯ

В данном исследовании приведен обзор о негативном влиянии выращиваемых в Бухарской области Узбекистана куколок тутового шелкопряда (Bombyx mori L.) на окружающую среду, а также о перспективах их использования в качестве удобрений. Результаты исследования показали, что повышение температуры при сушке куколок связано с уменьшением влажности. Сушка при температуре 110 °C в течение 3 часов показала, что влажность в образце снизилась максимум до 98,8%. Также, для экстракции масел из куколок были использованы различные растворители (гексан, ацетон, ксилол, хлороформ, экстракционный бензин) в аппарате Сокслета, и гексан был признан самым эффективным растворителем. Результаты ИК-спектроскопического анализа масла, полученного с использованием высокоэффективного растворителя, показали наличие насыщенных и ненасыщенных жирных кислот.

ABSTRACT

This study provides an overview of the negative impact of silkworm pupae (Bombyx mori L.) cultivated in the Bukhara region of Uzbekistan on the environment, as well as the prospects for their use as fertilizers. The study results showed that an increase in temperature during the drying of silkworm pupae is associated with a decrease in moisture content. Drying at 110 °C for 3 hours reduced the moisture content in the sample to a maximum of 98.8%. Various solvents (hexane, acetone, xylene, chloroform, extraction gasoline) were used for oil extraction from the pupae in a Soxhlet apparatus, and hexane was identified as the most effective solvent. The results of the IR spectroscopic analysis of the oil obtained using the highly efficient solvent revealed the presence of saturated and unsaturated fatty acids.

Ключевые слова: куколка тутового шелкопряда, гексан, осушка, ацетон, ксилол, хлороформ, экстракционный бензин, ИК-спектр, аппарат Сокслета, экстракция.

Keywords: silkworm pupa, hexane, drying, acetone, xylene, chloroform, extraction gasoline, IR spectrum, Soxhlet apparatus, extraction.

Библиографическое описание: Фатиллоев Ш.Ф., Махмудов Р.А. ЭФФЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ КУКОЛОК ТУТОВОГО ШЕЛКОПРЯДА // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18330*

Актуальность проблемы. За последние годы шелкомотальная промышленность стала одной из активно развивающихся отраслей. В 2023 году в нашей стране заготовлено 25,9 тыс. тонн шелкопрядного сырья [1]. Куколки тутового шелкопряда, составляющие 60% веса сухого кокона, выносятся в сельскохозяйственные земли для использования в качестве биоудобрения [2]. В научно-исследовательской работе японских ученых Akifumi Murase и Kiharu Yonebayashi, выполненной по теме «Получение азотных удобрений медленного действия путем использования отходов кокона» сообщается, что скорость разложения отходов кокона очень низкая и только 20% разлагается примерно за 200 дней, и что в этих условиях испытаний для минерализации всего азота требуется около трех лет. В случае куколок тутового шелкопряда, они почти полностью распадаются в течение нескольких дней. Таким образом, было обнаружено, что совместное внесение отходов коконов тутового шелкопряда и куколок может обладать свойствами замедленного действия. А обработка раствором соляной кислоты четко продемонстрировала эффект улучшения скорости разложения. Также было обнаружено, что, изменяя концентрацию соляной кислоты можно увеличить скорость разложения. Отходы коконов, куколки тутового шелкопряда можно использовать в качестве удобрения путем предварительной обработки водным раствором соляной кислоты [3]. По этой причине выбрасывание куколок тутового шелкопряда в больших количествах на открытые пространства представляет собой серьезную проблему, так как в результате гниения их отходов выделяются токсичные соединения, наносящие серьезный ущерб окружающей среде [4]. Использование (утилизация) этих отходов может иметь большое значение в народном хозяйстве.

В экстракте куколок тутового шелкопряда определено высокое содержание белка – от 45 до 80% в сухом веществе [5]. Кроме того, он содержит высокий уровень липидов, полезных для здоровья человека: на долю жирных кислот омега-3 приходится от 35 до 40% общего количества жирных кислот [6]. Было доказано, что масло тутового шелкопряда полностью безопасно и по питательной ценности сходно с некоторыми широко потребляемыми растительными маслами, такими как подсолнечное масло [7]. Он обогащен ненасыщенными жирными кислотами (60-70% от общего количества жирных кислот), особенно α-линоленовой и олеиновой кислотами. Некоторые α-линоленовые и олеиновые кислоты полезны для здоровья, и используются в пищевых продуктах, добавках и кормах [8, 9, 10,11]. Вещества, содержащиеся в куколках тутового шелкопряда, и их количество зависят от состава кормов, используемых для кормления тутовых шелкопрядов, климатических условий региона и различных факторов [1,12]. Наиболее распространенными видами тутового шелкопряда в шелковой промышленности являются тутовый шелкопряд (*Bombyx mori L.*), дубовый шелкопряд (*Antheraea pernyi*) и шелковичный червь Эри (*Samia cynthia ricina*) [12].

Объекты и методы исследования

В качестве объекта исследования была выбрана куколка тутового шелкопряда (*Bombyx mori L.*). Были отобраны 4 пробы из куколок тутового шелкопряда одинаковой массы, полученных при прядении шёлка из коконов на ООО СП «Romstar» Бухарской области, и высушены в сушильном шкафу «Microtest MCT-55» при температуре 80-110 °C. Для извлечения масла из коконов тутового шелкопряда рекомендовано снижение содержания влаги [13]. Были получены данные, показывающие, что повышение температуры зависит от снижения влажности (график 1).

Результаты и их обсуждение

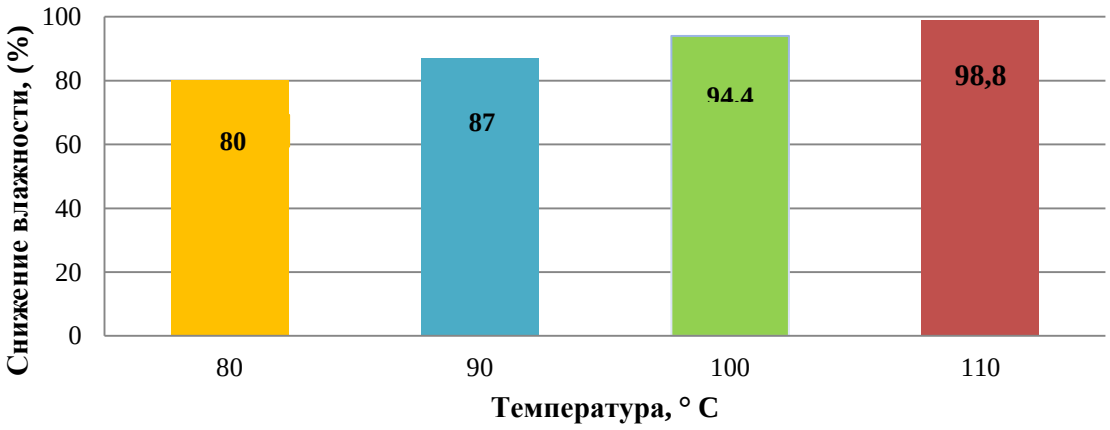


Рисунок 1. Данные, показывающие, что повышение температуры зависит от снижения влажности

Экстракция масла будет более эффективной при содержании влажности в куколках тутового шелкопряда от 1,2 до 11% [14]. Результаты анализа осушки куколок тутового шелкопряда показали, что максимальное содержание влаги снизилось на 98,8% в образце, высушенном при максимальной температуре 110°C в течение 3 часов. Сушеные куколки тутового шелкопряда измельчали в лабораторной мельнице (Истиратель дисковый ID 65).

Масло из измельченных куколок тутового шелкопряда можно извлечь методом прессования, однако недостатком метода является то, что процесс занимает длительное время, и извлечение масла не будет полным [15]. Экстракция масла из замороженного образца куколок тутового шелкопряда водно-солевым раствором требует многократного центрифугирования образца в течение длительного времени [16]. Проведены научные исследования по извлечению масла из куколок тутового шелкопряда различными методами. Вещества в куколках тутового шелкопряда, их количество зависят от климатических условий, состава кормов для шелкопряда и других различных факторов, в связи с этим, масло экстрагируют из куколок тутового шелкопряда, полученных при переработке коконов, выращенных в Бухарской области, под воздействием различных растворителей методом экстракции в аппарате Сокслета. Масло было отделено от растворителя на лабораторной установке RE100-Pro при вакууме, температуре 50°C и давлении 0,8 МПаю

Масло отделялось от растворителя при низкой температуре под вакуумом в лабораторной отгонной установке (рисунок 2).

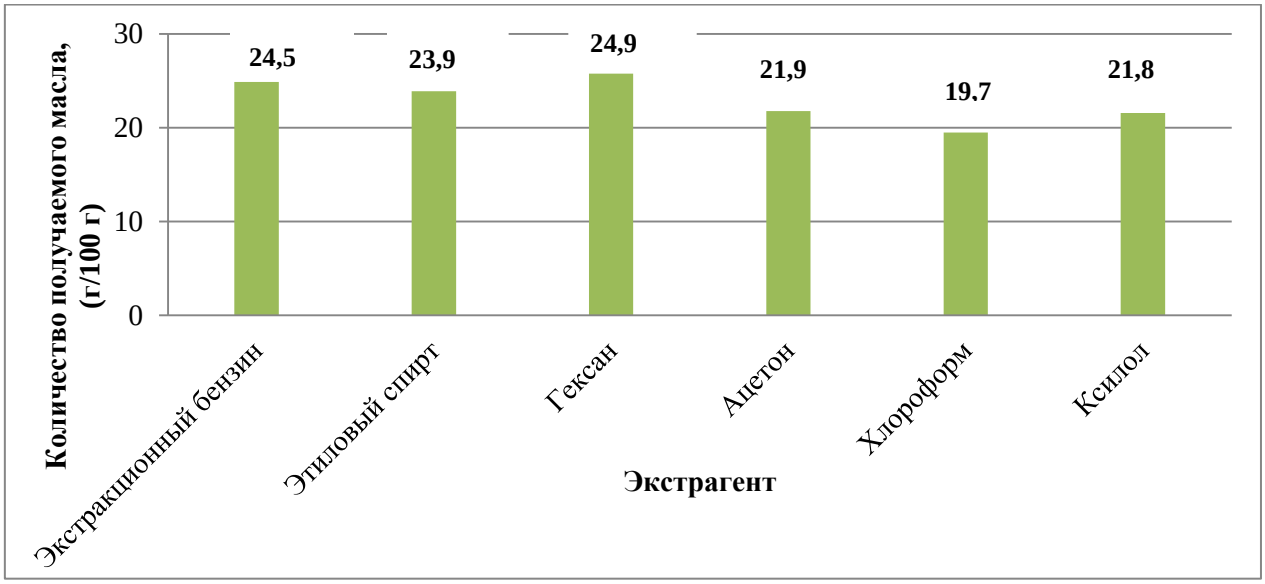


Рисунок 2. Эффективность извлечения масла из куколок тутового шелкопряда под воздействием различных растворителей

По данным графика 2 можно сказать, что на основе метода экстракции Сокслета было получено масло с использованием растворителей как гексан (24,9 г/100 г), ацетон (21,9 г/100 г), ксилол (21,8 г/100 г), хлороформ (19,79 г/100 г) и экстракционный бензин марки А (24,5 г/100 г). При использовании гексана было получено большее количество масла, чем при использовании остальных растворителей методом экстракции. предложенный метод показал эффективность сушки куколок шелкопряда при 110 °C в течение 3 часов, снижая влажность до 98,8%. Среди различных растворителей гексан оказался самым эффективным, позволяя получить больше масла с насыщенными и ненасыщенными жирными кислотами. В сравнении с другими методами, такими как прессование и многократное центрифугирование, метод с гексаном показал более высокую эффективность и быстроту извлечения масла, что подтверждает его преимущества перед традиционными подходами.

Проведена ИК-спектроскопия образца масла, полученного из куколок тутового шелкопряда *Bombyx mori* (Модель прибора: IRSpirit, спектрометр SHIMADZU (диапазон 400-4000 $см^{-1}$, размеры 4 $см^{-1}$)). По результатам ИК-спектра масла, выделенного из куколок тутового шелкопряда с использованием гексана, определены группы, соответствующие максимумам поглощения в следующем диапазоне. Точки с волновыми числами 2954,74, 2923,30, 2854,38 нм обусловлены асимметричными и симметричными валентными колебаниями метильной (-CH3), метиленовой (-CH2) групп в промежуточной области. Полосы поглощения между 2950 и 2800 $см^{-1}$ принадлежат группам –CH3 и –CH2 ненасыщенных и насыщенных алифатических цепей липидов соответственно [18,19]. Линии в диапазоне от 1746 до 1711 $см^{-1}$ относятся к карбоксильной группе -C=O жирных и свободных жирных кислот. Пик поглощения около 1746,18 $см^{-1}$ указывает на валентное колебание группы -C=O в кетонах или карбоновых кислотах, что соответствует большому

количеству кетонов в масле. Точки от 1376,3 до 1459,45 см$^{-1}$ представляют валентные колебания X-H (X =C,N). Эти пики доказывают наличие триглицеридных функциональных групп в масле тутового шелкопряда. Присутствие ароматического амина (участок C-N) подтверждалось пиком поглощения при 1161,25 см$^{-1}$. Полоса 723,99 см$^{-1}$ обусловлена вращательными и маятниковыми колебаниями полосы метиленовой группы (рис. 3).

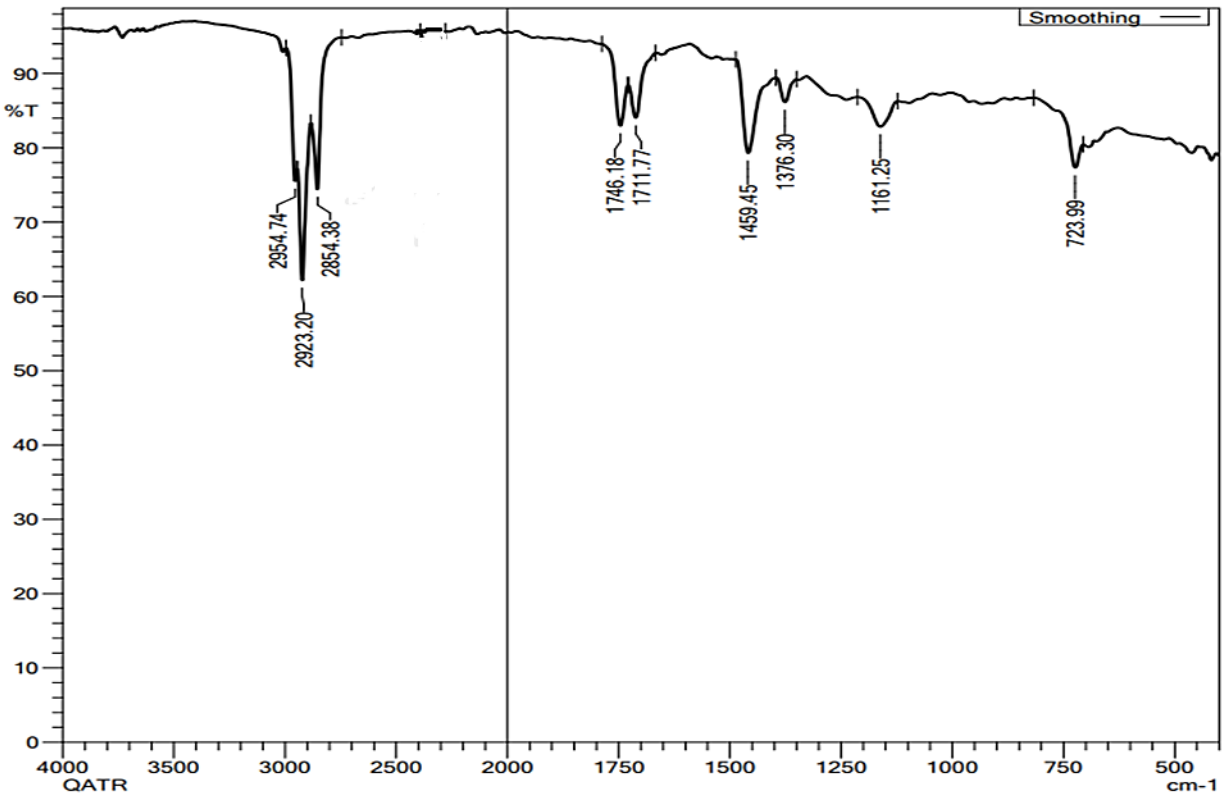


Рисунок 3. Параметры ИК-спектрального анализа масла, извлеченного из куколок тутового шелкопряда

Среди различных растворителей, используемых для экстракции масла из куколок тутового шелкопряда, гексан давал прозрачное масло в больших количествах с приятным запахом. Гексановый растворитель легко извлекается из масла, а также способен смешиваться с жиром, не влияя на другие питательные вещества, такие как белок. Было обнаружено, что из-за неполярной природы гексана его процентный выход выше, чем у других используемых неполярных и полярных растворителей.

Заключение

Проведенное нами исследование показало, что для снижения влажности куколок тутового шелкопряда необходимо проводить осушку в сушильном шкафу «Микротест МСТ-55» в диапазоне температур 80-110 °C. Осушка при температуре 110 °C в течение 3 часов показала, что влажность в образце снизилась максимум до 98,8%. Среди растворителей лучшим растворителем оказался гексан. Результаты ИК-спектрального анализа показали содержание ненасыщенных и насыщенных жирных кислот в полученном масле.

Список литературы:

1. Махмудов, Рафик Амонович, and Шамшод Файзулла Угли Фатиллоев. "ИЗУЧЕНИЕ МАКРО И МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ОТХОДОВ, ПОЛУЧАЕМЫХ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ШЕЛКОВИЧНОГО СЫРЬЯ." Universum: технические науки 6.2 (119) (2024): 46-49.
2. Z.J. Wei, A.M. Lia, H.X. Zhang, J. Liu, S.T. Jiang, Optimization of supercritical carbon dioxide extraction of silkworm pupal oil applying the response surface methodology, Bioresour. Technol. 100 (2009) 4214–4219.
3. Akifumi Murase, 章文 邑瀬 Kiharu Yonebayashi , 甲陽 米林 JP200115868A -“Slow - acting nitrogenous fertilizer by utilizing waste cocoon” https://patents.google*.com/patent/JP2001158683A/en.
4. J. Wang, F.A. Wu, Y. Liang, M. Wang, Process optimization for the enrichment of α- linolenic acid from silkworm pupal oil using response surface methodology,Afr.J.Biotechnol.9(2010)2956–2964.

5. A.D. Zotte, Y. Singh, A. Squartini, P. Stevanato, S. Cappellozza, A. Kovitvadhi, S. Subaneg, D. Bertelli, M. Cullere, Effect of a dietary inclusion of full-fat or defatted silkworm pupa meal on the nutrient digestibility and faecal microbiome of fattening quails, Animal 15 (2) (2021), 100112.
6. H .P . Makkar , G. Tran , V. Heuz´e , P. Ankers , State – of – the - art on use of insects as animal feed , Anim . Feed Sci. Technol . 197(2014) 1–33.
7. T. Longvah, K. Manghtya , S.S. Qadri, Eri silkworm : a source of edible oil with a high content of α-linolenic acid and of significant nutritional value , J . Sci . Food Agric. 92 (2012) 1988–1993.
8. B. Hu, C. Li, Z. Zhang, Q. Zhao, Y. Zhu, Z. Su, Y. Chen, Microwave-assisted extraction of silkworm pupal oil and evaluation of its fatty acid composition, physicochemical properties and antioxidant activities, Food Chem. 231 (2017) 348–355.
9. N .R . Pereira , O . Ferrarese-Filho , M . Matsushita , N . E . de Souza, Proximate composition and fatty acid profile of Bombyx mori L.chrysalis toast , J. Food Compos. Anal. 16 (2003) 451–457.
10. P.U. Rao, Chemical composition and nutritional evaluation of spent silkworm pupae, J. Agric. Food Chem. 42 (1994) 2201–2203.
11. M. Ray, D. Gangopadhyay , Effect of maturation stage and sex on proximate, fatty acid and mineral composition of eri silkworm (Samia ricini) from India, J.Food Compos. Anal . 100 (2021) , 103898.
12. Ferdousi L, Begum M, Yeasmin MS, Uddin J, Miah MA, Rana GMM, Chowdhury TA, Boby F, Maitra B, Khan R, Emran TB, Siddique MAB. Facile acid fermentation extraction of silkworm pupae oil and evaluation of its physical and chemical properties for utilization as edible oil. Heliyon. 2023 Jan 6;9(1):e12815. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e12815. PMID: 36647348; PMCID: PMC9840356.
13. Niveditha, H., Akshay, R Patil, Janani, D. and Meenatchi, R. 2020. Extraction and characterization of silkworm Bombyx mori pupae protein. IJCS., 9(1): 272-278.
14. Ravinder, T., Kaki, S.S., Kanjilal, S., Rao, B.V. S.K., Swain, S.K. and R.B.N. Prasad. 2015. Refining of castor and tapioca leaf fed eri silkworm oils. Int. J. Chem. Sci. Technol., 5(2): 32-37.
15. M. Fu, Q. Qu, X.Y. Yang, X.H. Zhang, Effect of intermittent oven drying on lipid oxidation, fatty acids composition and antioxidant activities of walnut, LWT– Food Sci. Technol. 65 (2016) 1126–1132.
16. J. Tangsanthatkun, M. Peanparkdee, W. Katekhong, T. Harnsilawat, C.P. Tan, U. Klinkesorn, Application of aqueous saline process to extract silkworm pupae oil (Bombyx mori): process optimization and composition analysis, Foods 11 (2022) 291, https://doi.org/10.3390/foods11030291.
17. Christy, A.A.; Egeberg, P.K. Quantitative determination of saturated and unsaturated fatty acids in edible oils by infrared spectroscopy and chemometrics. Chemom. Int. Lab. Syst. 2006, 82, 130–136. [CrossRef]
18. Bertoluzza, A.; Bottura, G.; Filippetti, P.; Tosi, M.R.; Vasina, M.; Pratella, G.C.; Folchi, A.; Gallerani, G. Vibrational spectroscopy for the evaluation of molecular perturbation indiced in fruit lipids by cold storage. J. Mol. Struct. 1994, 324, 177–188. [CrossRef]

***** *(По требованию Роскомнадзора информируем, что иностранное лицо, владеющее информационными ресурсами Google является нарушителем законодательства Российской Федерации – прим. ред.)*

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научный журнал

UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№ 10(127)
Октябрь 2024

Часть 6

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, 1
16+