

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: 8(101)

Август 2022

Часть 2

Москва  
2022

УДК 62/64+66/69

ББК 3

U55

**Главный редактор:**

*Ахметов Сайранбек Махсутович*, д-р техн. наук;

**Заместитель главного редактора:**

*Ахмеднабиев Расул Магомедович*, канд. техн. наук;

**Члены редакционной коллегии:**

*Горбачевский Евгений Викторович*, канд. техн. наук;

*Демин Анатолий Владимирович*, д-р техн. наук;

*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;

*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;

*Tengiz Magradze*, PhD in Power Engineering and Electrical Engineering.

**U55 Universum: технические науки:** научный журнал. – № 8(101). Часть 2.

М., Изд. «МЦНО», 2022. – 72 с. – Электрон. версия печ. публ. –

<http://7universum.com/ru/tech/archive/category/8101>

ISSN : 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2022.101.8

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2022 г.

## Содержание

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Технология материалов и изделий текстильной и легкой промышленности</b>  | <b>5</b>  |
| ОБОСНОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО РАЗРАБОТКЕ ДЕЛИНТЕРА ПОСЕВНЫХ СЕМЯН   | 5         |
| Абдурахмонов Олим Шойкулович<br>Ақромов Алишер Ашуралиевич  |           |
| ПРОИЗВОДСТВО МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ ТОПОЛЯ, ПШЕНИЧНОЙ СОЛОМЫ И ИЗ ХЛОПКА   | 8         |
| Қулматов Камол Алимович<br>Тураев Хайит Худайназарович<br>Касимов Шерзод Абдузоирович<br>Джалилов Абдулахат Туропович   |           |
| ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОБРАЗЦОВ ТКАНЕЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ЭЛАСТИЧНЫХ РУКАВОВ  | 12        |
| Хафизов Фируз Облобердиевич<br>Хасанов Баходир Кимсанбоевич   |           |
| <b>Химическая технология</b>  | <b>16</b> |
| УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ЭКСТРАКЦИИ РАСТЕНИЙ Rosa Canina L. И Berberis Oblonga Schneid   | 16        |
| Аскарлов Ибрагим Рахманович<br>Раззаков Набижон Алижанович<br>Мамарахмонов Мухаматдин Хомидович   |           |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ И ФОРМИРОВАНИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ КЕРАМЗИТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ГУРЛЕНСКОЙ ГЛИНЫ   | 20        |
| Бойжанов Ислон Ражаббоевич<br>Эминов Ашрап Мамурович<br>Алламов Рахматула Гулмирзаевич  |           |
| РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЧИСТОГО МАГНИЯ СУЛЬФАТА ГЕПТАГИДРАТА  | 26        |
| Зухурова Гулнора Васитовна<br>Саидов Сарвар Садриддинович<br>Рахматов Элёр Оманкулович<br>Каримов Рихсибай Кучкарович<br>Зиядуллаев Миржалол Эгамберди ўғли<br>Абдуразаков Аскар Шералиевич |           |
| ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГИДРОКСИДА МАГНИЯ, ЖИДКОГО АЗОТНОКАЛЬЦИЕВОГО УДОБРЕНИЯ И ИЗВЕСТКОВО-АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ НА БАЗЕ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ДОЛОМИТОВОЙ МУКИ                                 | 31        |
| Михлиев Ойбек Авлиёрович<br>Мусиров Шухрат Зиваддинович<br>Реймов Ахмед Мамбеткаримович<br>Мирзакулов Холтура Чориевич<br>Сейтназаров Атаназар Рейпназарович                                |           |
| ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГИДРОКСИДА МАГНИЯ И ЖИДКИХ АЗОТНОКАЛЬЦИЕВЫХ УДОБРЕНИЙ ПУТЕМ АЗОТНОКИСЛОТНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ДОЛОМИТОВОЙ МУКИ   | 37        |
| Михлиев Ойбек Авлиёрович<br>Мусиров Шухрат Зиваддинович<br>Реймов Ахмед Мамбеткаримович<br>Мирзакулов Холтура Чориевич<br>Сейтназаров Атаназар Рейпназарович                                |           |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СИЛОКСАНА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКОГО СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ПОЛИПРОПИЛЕНА   | 43        |
| Тошхужаев Абдулахад Абдулхафиз угли<br>Тиллаев Абдулхафиз Тошевич<br>Вафаев Ойбек Шукуруллаевич<br>Ражабов Рахимбой   |           |

|  |    |
|--|----|
| ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИММОБИЛИЗОВАННОГО СОРБЕНТА НА ОСНОВЕ ОЛИГОМЕРА,<br>ПОЛУЧЕННОГО ИЗ ЭХГ И МОЧЕВИНЫ  | 47 |
| Тураев Хайит Худайназарович<br>Гаффорова Шахло Вохид кизи<br>Рашидова Гулрухсор Еркиновна<br>Соттикулов Элёр Сотимбоевич<br>Соатов Сирожиддин Уролович |    |
| ЗНАЧЕНИЕ КАТАЛИЗАТОРОВ В СИНТЕЗЕ ОРГАНИЧЕСКИХ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ<br>МОДИФИКАТОРОВ, КИСЛОРОД И АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ДОБАВЛЯЕМЫХ В ТОПЛИВО                    | 51 |
| Турсунов Адхам Асомиддинович<br>Муртазаев Бахтиер Муртазаевич<br>Расулов Акбарали Абдурахимович<br>Умиров Нурбек Норбутаевич                           |    |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ<br>АЗОТНОКИСЛОТНЫМ ОКИСЛЕНИЕМ УГЛЕЙ ФАН-ЯГНОБСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ                           | 55 |
| Факеров Гурезхон Муродович<br>Эркаев Актам Улашевич<br>Шарипова Хабиба Тешаевна<br>Мирзоев Боходур   |    |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КЕРАМИЧЕСКИХ ПЛИТ<br>НА ОСНОВЕ НОВЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ НИЖНЕАМУДАРЬИНСКОГО РЕГИОНА                            | 66 |
| Эминов Ашрап Мамурович<br>Жабберганов Жахонгир Сабирбаевич<br>Бойжанов Ислон Ражаббоевич   |    |

## ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

### ОБОСНОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО РАЗРАБОТКЕ ДЕЛИНТЕРА ПОСЕВНЫХ СЕМЯН

*Абдурахмонов Олим Шойкулович*

*ст. преподаватель,  
Термезского инженерно-технологического института,  
Республика Узбекистан, г. Термиз  
E-mail: [olim9201@mail.ru](mailto:olim9201@mail.ru)*

*Акромов Алишер Ашуралиевич*

*ст. науч. сот., АО "Пахтасаноат илмий маркази"  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [paxtailm\\_pps@mail.ru](mailto:paxtailm_pps@mail.ru)*

### SUBSTANTIATION OF THE DIRECTION OF RESEARCH ON THE DEVELOPMENT OF THE DELINTE OF SEEDS

*Olim Abdurakhmonov*

*Senior Lecturer,  
Termez institute of engineering and technology  
Republic of Uzbekistan, Termez*

*Alisher Akromov*

*PhD, JCS "Paxtasanoat ilmiy markaz"  
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

#### АННОТАЦИЯ

В настоящей статье приведены аналитический обзор по развитию конструкций и технологических процессов машин для двухстадийного оголения посевных семян хлопчатника. По результатам проведенного анализа выбраны направления дальнейших исследований по совершенствованию конструкций оголителя семян УЧДМ.

#### ABSTRACT

This article presents an analytical review of the work carried out on the development of constructions and technological processes of two-stage cotton seed depilation machines. Based on the results of the analysis, the directions of further research on the improvement of the constructions of the seed delinting machine were selected.

**Ключевые слова:** оголения семян, механические, двухстадийные, сьем, делинт, пыльный цилиндр, производительность.

**Keywords:** seed depilation, mechanical, two-stage, scraping, delint, saw cylinder, fertility.

Способы оголения семян разделены на три основных класса: химические, механические и другие (опаливание, замораживание, обкатка песком). Хотя способам опаливания, замораживания и обкатки песком посвящены ряд исследований и разработок, они до настоящего времени не нашли практического применения. Химический способ оголения семян нашел широкое применение за рубежом. В Узбекистане до 2004 г. из 50 оголительных цехов только лишь несколько цехов были построены с химическим способом оголения. Остальные цеха оснащены машинами с механическим способом оголения.

Это связано, в основном, с экологической обстановкой в Республике.

В работах [1,5] дано наиболее полное описание машин с механическим способом оголения. Классификация произведена, в основном, по конструкции рабочих органов. По этому признаку машины разделены на два подкласса: машины с жесткими рабочими поверхностями и упругими рабочими поверхностями. В работе [6] приведена более подробная классификация механических способов и машин для оголения семян хлопчатника. В ней кроме конструкции и материалов рабочих органов учтены процессы

снятия линта, способы перемещения семян, способы загрузки и выпуска семян и вывода линта.

Известны конструкции оголительных машин, у которых в процессе съема линта образуются вращающиеся семенные валики, вращающийся семенной кольцевой слой или сочетание того и другого. Семена в валике или слое могут совершать круговое движение либо без осевого перемещения вдоль рабочих органов, либо с перемещением. В качестве примера машины с вращающимся семенным валиком без осевого перемещения может служить пильный линтер ПМП-160, а машины с вращающимся кольцевым слоем и осевым перемещением семян - кольцевой линтер ПКХ. В семяоголительных машинах 4-COM, ОС, ОС-01 и др. образуются как семенные вращающиеся валики, так и кольцевые слои, при этом семена совершают сложное спиралеобразное движение, постепенно перемещаясь к выпускному окну.

По способу загрузки семян машины подразделяются на фронтальные и фланговые. При фронтальной загрузке входное окно для семян располагается по всей длине рабочего органа (ПМП-160), а при фланговой - у торцов рабочих органов (4-COM, ОС, МКО, КОПС). Выгружаться из машины семена могут через щелевые отверстия - колосники (ПМП-160), либо через окно в обечайке, закрывающей рабочие органы (машины 4-COM, ОС, МКО, КОПС-1).

По конструкции и материалам рабочих органов различаются машины с жесткими, упруго-гибкими и комбинированными рабочими органами. К жесткой группе относятся пильные, абразивные, сетчатотерочные рабочие органы. К упруго-гибким - металлощеточные, пластинчатые, игольчатые рабочие органы. Основным недостатком машин с жесткими рабочими органами является механическое повреждение семян. Поэтому они находят применение для оголения технических семян. Кроме этого рабочие органы с абразивными и игольчатыми покрытиями недолговечны, а линт большей частью засоренный, что затрудняет его дальнейшее использование.

Семена хлопчатника с точки зрения их дальнейшего использования делятся на технические и посевные. При оголении посевных семян главная задача заключается в сохранении их посевных качеств. Проблема механического оголения посевных семян сводится к отысканию способа полного съема подпушка (оголения) без практически заметного повреждения кожуры с сохранением семенами всех биологических свойств.

Наиболее целенаправленно работы по оголению посевных семян хлопчатника ведутся в научных и конструкторско-технологических организациях Республики Узбекистан. Учеными Республики разработаны основы механического оголения семян хлопчатника. На основании изучения физико-механических свойств семян - морфологических особенностей строения, прочности, зависимости прочности прикрепления волоконцев от микротвердости кожуры, механики процессов делинтерования

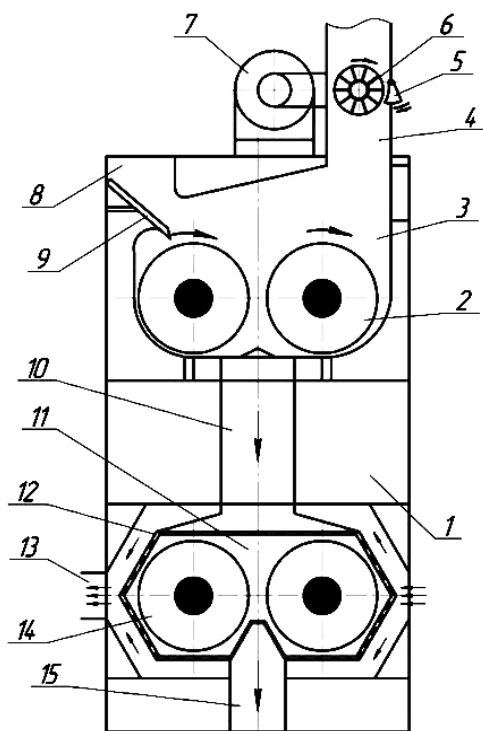
семян, определения усилий, действующих на элементы рабочих органов в процессе оголения - были проанализированы возможности применения различных материалов и конструкций рабочих органов и рекомендованы в качестве активных поверхностей металлощеточные барабаны, окруженные сетчатой обечайкой и совместно с конструкторами созданы ряд оригинальных конструкций оголительных машин, которые нашли широкое применение в хлопководческой промышленности для подготовки высококачественных оголенных посевных семян хлопчатника. Примером таких машин могут служить оголительные машины 3-COM, 4-COM, ОС, ОС-01, ЛО (ЛБ) [1, 2, 3].

Исходя из важности процесса оголения семян необходимо усовершенствовать машины и оборудование цехов подготовки оголенных посевных семян хлопчатника. Проблема механического оголения посевных семян сводится к выбору такого метода съема с семени оставшегося делинта, который обеспечивал бы полное оголение семян, но не увеличивая при этом их механическую поврежденность. Для повышения эффективности работы разработана новая конструкция оголителя - многокамерный оголитель (МКО), где форма рабочей камеры с образующими дополнительными семенными зонами способствуют процессу интенсивного перемешивания и счѐсывания делинта с поверхности семян хлопчатника [7]. На Алимкентском хлопкозаводе в составе оборудования оголительного цеха были смонтированы один однобарабанный оголитель семян и один двухбарабанный оголитель с одной модернизированной рабочей камерой на базе машины ОС.

Испытания двухбарабанного МКО показали [4], что при поступлении в оголитель семян исходной опушенностью 8-9 % и при доведении их до остаточной опушенности 0,3-0,5 % прирост механической поврежденности семян составил 2-3 %, при этом производительность оголителя составила 170-220 кг. оголенных семян в час.

При поступлении семян с исходной опушенностью 2,5-3 % и доведением их до остаточной опушенности 0,3-0,5 % прирост механической поврежденности семян в среднем составил 2%.

Дальнейшие исследования режимов работы многокамерного семяоголителя с различными рабочими органами (металлощеточными и пильными) показали возможность использования пильных рабочих органов [8]. Испытания лабораторного образца многокамерного оголителя с пильным рабочим органом показали эффективность его использования только лишь на этапе предварительного оголения семян, т.е. до остаточной опушенности 2-3% (рис. 1). При дальнейшем оголении до остаточной опушенности 0,3% резко увеличивается механическая поврежденность семян, падает производительность машины и растет удельное потребление электроэнергии.



1-рама, 2-пыльный цилиндр, 3-верхняя камера, 4-лоток, 5-клапан для регулирования производительности, 6-питатель, 7-мотор-редуктор, 8-патрубок, 9-нож, 10-канал для семян, 11-нижняя камера, 12-сетка, 13-патрубок для отсоса воздуха, 14-металлощеточный цилиндр, 15-выход оголенных семян, 16-отсос воздуха из верхней камеры

**Рисунок 1. Схема оголительной машины УЧДМ**

Исходя из вышеописанного выбрана направления дальнейших исследований, целью которого является усовершенствование процесса оголения посевных семян путем совершенствования агрегата двухступенчатого оголения посевных семян хлопчатника,

работающего в мягком режиме оголения, способного заменить существующие серийные машины УЧДМ и отличающегося от них более высокой производительностью, снижением потребляемой энергии с одновременным уменьшением металлоемкости и количества дорогостоящих рабочих органов.

#### Список литературы:

1. Справочник по первичной обработке хлопка. Ташкент-1994, книга 1-574 с., книга – 395 с.
2. Технологический регламент переработки семенного хлопка-сырца и подготовки посевных семян хлопчатника. ПДКИ 44-2002, ОАО НПЦ “Paxtasanoatilm”, 2002, 56 с.
3. Методическое пособие («ПАМЯТКА») для работников цехов подготовки посевных семян хлопчатника. ПДКИ 46-2003, ОАО НПЦ “Paxtasanoatilm”, 2003, 83 с.
4. Макетный образец оголителя семян хлопчатника (Двухбарабанный). Программа и методика испытаний. РНЦ Хлопкопром, Ташкент-1998.
5. У.А. Арифов, А.И. Кулагин, Э.С. Парилис, Д.Е. Хармац. Оголение семян хлопчатника. Т., АН РУ, 1962, 336 с.
6. Д.Е. Хармац. Основы механического делинтерования семян хлопчатника. Т., ФАН, 1979, 184 с.
7. Чигитга ишлов бериш усули. УР Даствлабки патенти № 4194. УР ихтиролар Давлат реестри рўйхатидан 21.11.1996 й. ўтказилган. Муалифлар: Закиров Т.А., Абдурашидов Г.А., Егоров Н.П., Туйчиев В.Х.
8. Создание агрегата для двухступенчатого оголения посевных семян хлопчатника. Ракипов В.Г. и др. НТО ОАО "РАХТА TOZALASH ИChB", Ташкент, 2005. 41 с.

DOI – 10.32743/UniTech.2022.101.8.14153

**ПРОИЗВОДСТВО МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ,  
В ТОМ ЧИСЛЕ ТОПОЛЯ, ПШЕНИЧНОЙ СОЛОМЫ И ИЗ ХЛОПКА****Кулматов Камол Алимович**

стажёр-исследователь,  
Термезский государственный университет  
Республика Узбекистан, г. Термез  
E-mail: [qulmatovkamol54@gmail.com](mailto:qulmatovkamol54@gmail.com)

**Тураев Хайит Худайназарович**

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

**Касимов Шерзод Абдузоирович**

д-р хим. наук, и.о. профессор,  
Термезский государственный университет.  
Республика Узбекистан, г. Термез

**Джалилов Абдулахат Туропович**

академик, АН РУз, директор  
ООО Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии  
Республика Узбекистан, Зангиотинский р-н, п/о Ибрат  
E-mail: [gup\\_tniixt@mail.ru](mailto:gup_tniixt@mail.ru)

**PRODUCTION OF MICROCRYSTALLINE CELLULOSE FROM LOCAL RAW MATERIALS,  
INCLUDING POPLAR, WHEAT STRAW AND COTTON WOOL****Kamol Kulmatov**

Trainee researcher,  
Termez State University,  
Republic of Uzbekistan, Termez

**Hayit Turaev**

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

**Sherzod Kasimov**

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

**Abdulahat Jalilov**

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

**АННОТАЦИЯ**

В статье на основе местного сырья, в том числе тополя, пшеничной соломы, из хлопка, путем щелочной варки получена целлюлоза. Микрокристаллическую целлюлозу получали обработкой полученной целлюлозы азотной кислотой. Эти показатели сравниваются согласно требованиям государственного стандарта. Видно, что показатели микрокристаллической целлюлозы, полученной на основе всех трех образцов целлюлозы, соответствуют требованиям указанного ГОСТа (ТУ-9194-005-2043303-96) с результатами в таблице.

Библиографическое описание: ПРОИЗВОДСТВО МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ ТОПОЛЯ, ПШЕНИЧНОЙ СОЛОМЫ И ИЗ ХЛОПКА. // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. Кулматов К.А. [и др.]. 2022. 8(101). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/14153>

## ABSTRACT

V state na osnoe mestnogo syrya, v tom chisle poplar, shchenichnoy solymy, waty, putem schelochnoy varki poluchena cellulose. Microcrystalline cellulose was obtained by treating the resulting cellulose with nitric acid. These indicators are compared according to the requirements of the state standard. It can be seen that the indicators of microcrystalline cellulose obtained on the basis of all three samples of cellulose comply with the requirements of the specified GOST (TU-9194-005-2043303-96) with the results in the table.

**Ключевые слова:** рис, тополь, хлопок, пшеничная солома, топинамбур, гидроксид натрия, азотная кислота, микрокристаллическая целлюлоза. лакмусовая бумага.

**Keywords:** rice, poplar, cotton, wheat straw, Jerusalem artichoke, sodium hydroxide, nitric acid, microcrystalline cellulose. litmus paper.

**Введение.** В последние годы также осуществляется появление новых научно-технических разработок, реконструкция и техническое перевооружение существующих технологий, процессов синтеза ряда мономеров и полимеров. Особенно технологии, основанные на модификации целлюлозы, стремительно входят из сложных технологических процессов в повседневную жизнь. В настоящее время проводятся исследования по получению простых и сложных эфиров макромолекулы целлюлозы за счет имеющихся гидроксильных групп в элементарном звене. Также за счет различных модификаций целлюлозы, в сельском хозяйстве, пищевой промышленности, медицине и фармацевтике, для получения чистых биоразлагаемых экологических материалов, мембран, для разработки биологически активных веществ, оказывающих специфическое действие на клетки и ткани организма человека, в отечественной экономике, сорбенты, лекарственные средства Планируется создание матриц для производства смазочных материалов, используемых в промышленности, получение огнеупорных материалов, а также особое внимание уделить другим свойствам. Осуществлено выделение целлюлозы из однолетних растений, таких как кунжут, тростник, вата, пшеничная солома, и получение на основе полученной целлюлозы микрокристаллической целлюлозы и карбоксиметилцеллюлозы, устойчивых к высоким термическим деформациям.

**Цель.** На самом деле производятся и используются в различных сферах общества тысячи продуктов с новыми названиями, не считая одних только различных эфиров, ацетилов и модификаций целлюлозы. Синтез такого большого количества модифицированных соединений различных видов целлюлозы не осуществляется на основе различных реакций [1;

Стр. 284-312]. Целлюлоза является наиболее распространенным природным полимером во всем мире. Подобно тому, как углерод является основой жизни, целлюлоза является основой растений на Земле. Помимо того, что целлюлозу получают только из растений, основная ее часть приходится на вклад однолетних и многолетних растений [2; Стр. 38-102]. Целлюлозу получают из стеблей многих растений, произрастающих в нашей стране, в том числе риса, тростника, тополя, хлопчатника, пшеничной соломы, топинамбура. [3; стр. 72–75]. Бумагу для печати получали путем смешения хлопковой целлюлозы и целлюлозы, полученной из пшеничной соломы, а также отходов нитронового волокна [4; стр. 52]. Бумагу получали из смесей целлюлозы, полученной из отходов солодки, и хлопковой целлюлозы [5; стр. 72]. Методы экстракции целлюлозы также были разработаны из стеблей кунжута, хлопка, тополя, подсолнечника и полисахарида. Помимо сельскохозяйственных культур изучалась также возможность получения целлюлозы из дикорастущих однолетних растений, которая характеризуется тем, что широта этой сырьевой базы практически не используется [6; стр. 54–57].

**Методика исследования.** Технология получения целлюлозы из местных растений. 1) Вата проваривается в щелочи, в результате отделяются пентозы, лигнин, жирные восковые соединения и переводятся в щелочь, степень чистоты полученной целлюлозы составляет 97-98%. Вата кипятится в 2-2,5%-ном растворе щелочи (NaOH) при 95-100°C в течение 60-90 мин. Полученную целлюлозу промывают сначала в горячей, а затем в холодной воде несколько раз до устранения щелочности, помещают в сушильный шкаф и определяют процентное содержание [7; стр. 2-3].

*Таблица 1.*

**Показатель качества целлюлозы, полученной на основе ваты**

| NaOH концентрация | Влажность уровень % | Альфа целлюлоза | Нижняя часть щелоча |
|-------------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| 5                 | 4.2                 | 80.1            | 10.6                |
| 20                | 3.6                 | 93.6            | 22.8                |
| 30                | 3,7                 | 96.7            | 43.4                |
| 40                | 3.9                 | 98.1            | 46.2                |

В процессе варки из хлопка увеличение концентрации NaOH вызывает смещение его качественных показателей в положительную сторону. В процессе получения МКЦ предпочтительнее использовать целлюлозу с такими показателями. 2) В промышленности целлюлозу в основном получают из нескольких видов деревьев и называют древесной целлюлозой. Суть работы заключается в том, что

корни, стебли и ветки тополя измельчаются с помощью специального устройства и подготавливаются к щелочному кипячению. Сначала его гидролизуют в 3-3,5% растворе кислоты HNO<sub>3</sub>. Затем его несколько раз промывают и прокаливают в 2,5-3% растворе щелочи в течение 60-90 минут при 95-100°C. Полученную массу промывают, прессуют и сушат в сушильном шкафу. [8; стр. 4-5].

Таблица 2.

Показатель качества целлюлозы, полученной на основе древесины тополя

| Время.минуты | Уровень влажности % | Альфа целлюлоза | Нижняя часть щелоча |
|--------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| 60           | 3,6                 | 84,6            | 25,9                |
| 90           | 3,2                 | 82,3            | 23,8                |
| 120          | 3,0                 | 84,7            | 25,3                |
| 150          | 3,1                 | 90,1            | 27,8                |
| 250          | 3,4                 | 97,2            | 34,6                |

Из таблицы видно, что увеличение времени щелочного кипячения в процессе получения целлюлозы на основе древесины тополя положительно влияет на целлюлозу. 3) 50 г пшеничной соломы можно измельчить, затем ее помещают в колбу емкостью 500 мл, наполненную 300 мл 4%-ного раствора NaOH (едкий натрий), и ставят на электрическую плиту. Процесс щелочной варки занимает 120 минут при 1000С. Полученную пульпу промывают сначала в горячей воде, затем в 50 мл 1,5%-ной азотной кислоты HNO<sub>3</sub>, и холодной воде до тех пор, пока лакмусовая бумажка не даст нейтральной среды [9; стр. 16-18]. Показатели качества целлюлозы из пшеничной соломы, полученной при щелочной варке: влажность 3,8%, альфа-целлюлоза 34% [10; стр. 161-163б.].

**Результаты исследования.** После процесса получения целлюлозы из местного сырья начинается стадия получения микрокристаллической целлюлозы на их основе. Хлопок и древесная древесина используются в производстве микрокристаллической целлюлозы. К 20 г целлюлозы добавляют 200 мл 3% HNO<sub>3</sub>, помещают в колбу вместимостью 500 мл и ставят на плиту. Гидролизуют при температуре 90°C в течение 20-40 минут, готовую микрокристаллическую целлюлозу несколько раз промывают в холодной воде с использованием сита и помещают в сушильный шкаф при 70-90 °C на 60-90 минут. Процесс получения микрокристаллической целлюлозы из всех трех видов целлюлозы одинаков [11.]

Таблица 3.

Показатели качества микрокристаллической целлюлозы, полученной на основе целлюлозы из тополя, пшеничной соломы, хлопковой целлюлозы

| Показатель качества микрокристаллической целлюлозы, полученной на основе целлюлозы тополя, % |                         |     |            |         |          |            |
|--|-------------------------|-----|------------|---------|----------|------------|
| время  | HNO <sub>3</sub> конц.% | t°C | Влажность% | Золь% % | Белизна% | плодородие |
| 20   | 1,5                     | 45  | 4,0        | 0,58    | 85       | 88         |
| 25   | 2                       | 50  | 4,1        | 0,49    | 86       | 86         |
| 30   | 2,5                     | 60  | 3,8        | 0,47    | 86       | 87         |
| 35   | 3                       | 70  | 4,1        | 0,44    | 88       | 87         |
| 40   | 3,5                     | 80  | 3,4        | 0,40    | 89       | 87         |
| 45   | 4                       | 90  | 4,4        | 0,36    | 91       | 46         |
| 50   | 4,5                     | 100 | 3,2        | 0,35    | 92       | 72         |
| Показатель качества микрокристаллической целлюлозы, полученной на основе целлюлозы тополя, % |                         |     |            |         |          |            |
| 20   | 1,5                     | 45  | 4,1        | 0,92    | 80       | 90         |
| 25   | 2                       | 50  | 5,2        | 0,79    | 81       | 89         |
| 30   | 2,5                     | 60  | 6,0        | 0,74    | 85       | 87         |
| 35   | 3                       | 70  | 4,5        | 0,67    | 87       | 80         |
| 40   | 3,5                     | 80  | 6,1        | 0,52    | 88       | 74         |
| 45   | 4                       | 90  | 3,4        | 0,42    | 89       | 66         |
| 50   | 4,5                     | 100 | 3,9        | 0,31    | 91       | 61         |

| Показатель качества микрокристаллической целлюлозы, полученной на основе хлопковой целлюлозы. |     |     |      |      |    |    |
|---|-----|-----|------|------|----|----|
| 20  | 1,5 | 45  | 4,3  | 0,98 | 81 | 96 |
| 25  | 2   | 50  | 4,7  | 0,97 | 83 | 94 |
| 30  | 2,5 | 60  | 4,1  | 0,95 | 85 | 93 |
| 35  | 3   | 70  | 3,9  | 0,87 | 87 | 92 |
| 40  | 3,5 | 80  | 3,7  | 0,81 | 92 | 91 |
| 45  | 4   | 90  | 4,21 | 0,72 | 96 | 90 |
| 50  | 4,5 | 100 | 5,2  | 0,64 | 97 | 88 |

Как видно из таблицы, перевести целлюлозу соломы в микрокристаллическое состояние можно в 2,5% растворе  $\text{HNO}_3$ , за 30 минут, целлюлозу тополя в 3,5% растворе  $\text{HNO}_3$ , за 40 минут, хлопковую целлюлозу за 50 минут, целлюлозу в 4,5% растворе. реше  $\text{HNO}_3$ ние [12].

**Обсуждения:** Показатели микрокристаллической целлюлозы, полученной в лабораторных условиях, сравнивали по требованиям ГОСТ.

Таблица 4.

#### Сравнение Показателей полученной микрокристаллической целлюлозы по требованиям ГОСТ

| № | Индикаторы    | по ГОСТ (ТУ-9194-005-           | Полученные результаты     |
|---|---------------|---------------------------------|---------------------------|
| 1 | вид           | 2043303-96)                     | Чистый порошковый продукт |
| 2 | Запах         | Отсутствие механических отходов | нет                       |
| 3 | Цвет          | Почти нет                       | белый                     |
| 4 | Уровень золы% | Белый, желтый, белый            | 0,4-0,6                   |
| 5 | Влажность %   | 0,6                             | 3-6                       |
| 6 | Белизна %     | 8                               | 88-90                     |
| 7 | Полимеризация | 91                              | Полученные результаты     |

Из таблицы выше видно, что показатели микрокристаллической целлюлозы, полученной на основе всех трех образцов целлюлозы, соответствуют требованиям установленного ГОСТ (ТУ-9194-005-2043303-96).

**Резюме.** Микрокристаллическая целлюлоза представляет собой порошкообразную кристаллическую форму целлюлозы, которая широко используется в различных отраслях промышленности. Например, в качестве наполнителя в производстве пищевых

продуктов, в качестве эмульгатора в производстве парфюмерной продукции, в качестве эмульгатора в производстве шампуня, в производстве чистого хлопка, необходимого в области медицины, в области химии и фармацевтики, при выведении вредного для организма человека холестерина, при профилактике инсультов и инфарктов, а также при радиоактивном излучении, широко используется в производстве лекарственных средств и вакцин, применяемых у больных.

#### Список литературы:

1. Хананшвили Л.М. Андрианов К.А. Технология элементоорганических мономеров и полимеров. 2-е изд., перераб. Москва: Химия, 1983. 284-312-с.
2. Гринвуд Н.Н. Химия элементов. — 3-е изд. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. 161-163б.
3. Бабаханова Х., Умарова В., Примкулов М. Применение недревесного сырья в бумажной композиции // Композицион материаллар. 2017. № 3. Р. 72–75.
4. Ешбаева У.Ж. Офсетная бумага с введением синтетических полимеров и её печатно-технические свойства // Док. Диссертация. Ташкент. 2017.
5. Бобохонова Ҳ.А. Иккиламчи толали ресурсларга эга қоғознинг берилган босма хоссаларини таъминловчи “хомашё – қоғоз – нухса” тизимини яратиш. // Док. Диссертация. Ташкент. 2016.
6. Бабамуратов Б.Э., Тураев Х.Х., Джалилов А.Т. Изучение способа получения целлюлозы из тростника // Universum химия и биология электрон. научн. журн. 2021. Vol. 2, № 80. Р. 54–57.
7. Рахмонбердиев Ф.Р.; Муродов М.М.; Тожиев Ж.П., “Целлюлоза “ 2009 2-3-б.
8. Рогавин З.А. Химия целлюлозы. М: “Химия”.-1972.
9. Муродов М.М., Арслонов Ш.С., Мухамеджанова М.Т., Рахмонбердиев ГР., “Надмолекулярная структура и качественные показатели целлюлозы различного происхождения”, Композиционные материалы №2, 2006г с. 16-18.
10. Муродов.М.М, Рахмонбердиев.Ф.Р., “Маҳалий хом-ашё-Теракдан целлюлоза олиш”.ТКТИ-2004й,мақолалар тўплами.161-163бет.
11. Аскарлов М., Ойхўжаев Б., Аловиддинов А. “Полимерлар химияси” Ташкент-1981.
12. Фенгел Д., Вегенер Г., ”Древесина Химия, ультраструктура, реакции.” Москва-1988 й.

## ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОБРАЗЦОВ ТКАНЕЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ЭЛАСТИЧНЫХ РУКАВОВ

**Хафизов Фируз Облобердиевич**

начальник отдел  
Научно-исследовательский институт пожарной безопасности  
и чрезвычайных ситуаций МЧС  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [firuz@gmail.com](mailto:firuz@gmail.com)

**Хасанов Баходир Кимсанбоевич**

канд. техн. наук, доцент  
Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент

## STUDY OF MECHANICAL PROPERTIES OF FABRIC SAMPLES USED FOR ELASTIC SLEEVES

**Firuz Hafizov**

Head of department  
Research Institute of Fire Safety and Emergency Situations  
of the Ministry of Emergency Situations  
Republic of Uzbekistan, Tashkent  
E-mail: [firuz@gmail.com](mailto:firuz@gmail.com)

**Hasanov Bahodir**

Candidate  
of Technical Sciences, associate Professor  
Mirzo Ulugbek National University  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

### АННОТАЦИЯ

Изучена разрывная нагрузка, удлинение при разрыве и модуль эластичности образцов тканей, используемых для эластичных спасательных рукавов. Результаты проведённых испытаний приведены в виде таблиц и диаграмм.

### ABSTRACT

The breaking load, elongation at break and modulus of elasticity of tissue samples used for elastic rescue hoses were studied. The results of the tests are presented in the form of tables and diagrams.

**Ключевые слова:** эластичный спасательный рукав, ткань, модуль эластичности, деформация, удлинение при разрыве, закон Гука, эластическая деформация, модуль Юнга.

**Keywords:** elastic rescue sleeve, fabric, modulus of elasticity, deformation, elongation at break, Hooke's law, elastic deformation, Young's modulus.

**Введение.** Одним из основных показателей эластичных спасательных рукавов, используемых при эвакуации людей из многоэтажных зданий в чрезвычайных ситуациях является скорость спуска. Скорость спуска зависит от модуля эластичности ткани спасательного рукава. В работе приведены результаты изучения разрывной нагрузки, удлинения при разрыве и модуля эластичности образцов тканей для спасательных рукавов.

Механические свойства текстильных тканей показывают их реакцию на действие различных сил. Эти силы могут быть различными по величине, направлению и характеру воздействия, действовать однократно или многократно. В результате в

текстильных тканях возникают деформации изгиба, удлинения, скручивания и т. д.

**Экспериментальная часть.** Эластичный слой спасательного рукава в основном деформируется в направлении утка. Поэтому целесообразно анализировать образцы тканей в направлении утка. Образцы испытывались по ГОСТ 29104.4-91 в виде прямоугольника шириной 50 мм и длиной 200 мм, т. е. 50x200 мм. Испытания проводились на разрывной машине ТА-1 в сертификационной лаборатории «SENTEXUZ» Ташкентского института текстильной и легкой промышленности. Результаты проведённых испытаний приведены в таблице 1.

На разрывной машине одновременно с определением разрывной нагрузки определялось разрывное удлинение образцов.

Разрывное удлинение характеризует относительное удлинение  $\epsilon_n$  образца ткани в момент разрыва и определяется по формуле:

$$\epsilon_n = \frac{L_{уз}}{L_{кис}} \cdot 100 \% \quad (1)$$

здесь  $L_{уз}$  – величина абсолютного удлинения образца ткани в момент разрыва;  $L_{кис}$  – расстояние между зажимами разрывной машины, мм.

Таблица 1.

**Влияние плотности ткани по утку на разрывную нагрузку и разрывное удлинение ткани**

| №  | Образцы | Плотность нитей н/дм |      | Разрывная нагрузка ткани, Н |                   | Разрывное удлинение, %     |                          | Поверхностная плотность ткани, г/м <sup>2</sup> |
|----|---------|----------------------|------|-----------------------------|-------------------|----------------------------|--------------------------|---|
|    |         | Основа               | Уток | По основе $P_m$ , Н         | По утку $P_u$ , Н | По основе $\epsilon_m$ , % | По утку $\epsilon_u$ , % |   |
| 1. | I       | 120                  | 180  | 1320,4                      | 545,4             | 33,0                       | 122,0                    | 352   |
| 2. | II      | 120                  | 170  | 1320,1                      | 514,8             | 33,0                       | 121,0                    | 339   |
| 3. | III     | 120                  | 160  | 1320,3                      | 484,9             | 32,9                       | 121,1                    | 326   |
| 4. | IV      | 120                  | 150  | 1319,7                      | 454,5             | 32,9                       | 121,6                    | 314   |
| 5. | V       | 120                  | 140  | 1320,2                      | 424,2             | 33,0                       | 120,9                    | 301   |
| 6. | VI      | 120                  | 130  | 1319,1                      | 394,0             | 32,8                       | 120,6                    | 289   |
| 7. | VII     | 120                  | 120  | 1321,0                      | 363,6             | 33,1                       | 120,3                    | 246   |

Количество энергии, затраченной на разрушение образцов, представляет собой фактическое количество работы, выполненной при их разрушении. При определении разрывной нагрузки на разрывной машине с помощью самописца машины записывается диаграмма разрыва образца. Из таблицы видно, что разрывная нагрузка и разрывное удлинение 1-го образца ткани выше, чем у других образцов. На рисунке 1

приведена сравнительная диаграмма разрывной нагрузки образцов тканей в направлении утка.

В соответствии с требованиями ГОСТ Р 53271-2009 величина остаточной деформации эластической ткани спасательных рукавов в направлении утка для не должна превышать 15%. С целью определения соответствия свойств образцов ткани данному требованию были проведены значения деформации по установленной методике.

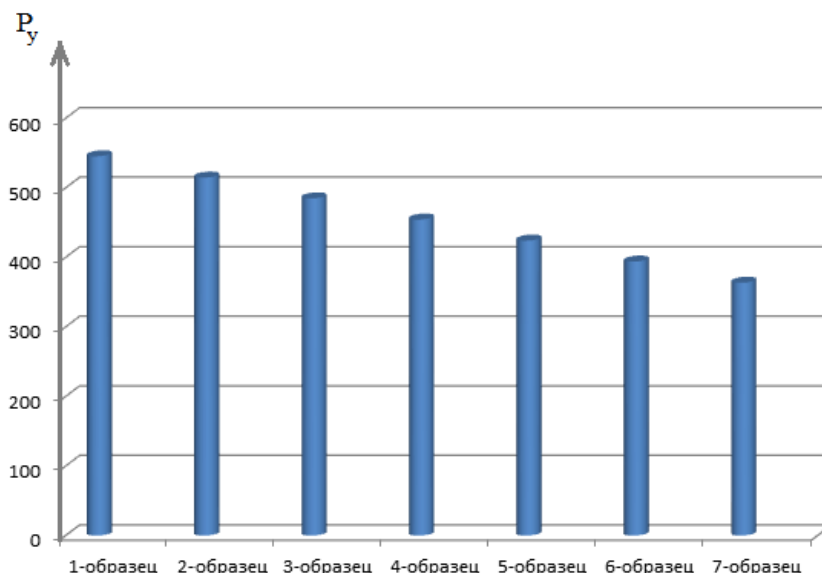


Рисунок 1. Сравнительная диаграмма разрывной нагрузки образцов ткани в направлении утка

Для определения полной деформации образцов и её составляющих проведены их испытания путём подвешивания грузов. Образцы тканей для определения деформации были подготовлены в полном соответствии с требованиями ГОСТ 29104.4-91:

1. Размеры образцов тканей 25x400мм;
2. Количество образцов-10;
3. Время нагружения тканей -60 мин;
4. Время отдыха образцов - 120 мин;
5. Величина действующей нагрузки - принята в размере 25% от разрывной нагрузки ткани.

Подготовленные образцы тканей подвешивались к неподвижной стойке и измерялась их первоначальная длина (рис.2). На образцы подвешивался груз, равный по массе 25% разрывной нагрузки ткани и измерялась длина деформированной ткани

и определялась величина деформации образца. Для обеспечения достоверности полученных результатов по каждому образцу провели по 10 испытаний. Полученные средние значения приведены ниже в таблице 2.

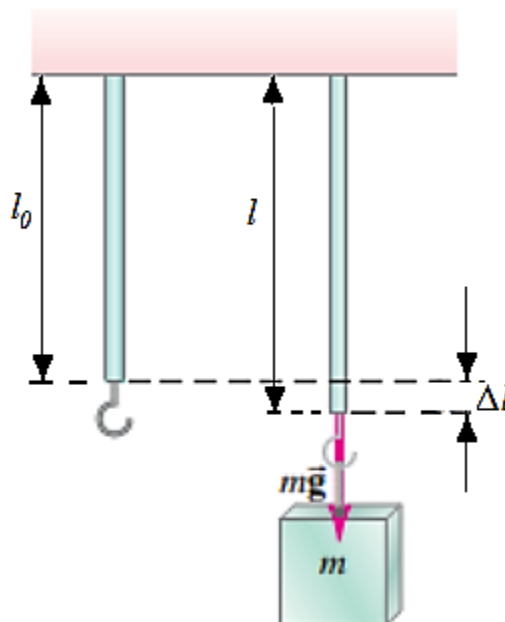


Рисунок 2. Схема определение остаточной деформации

Сразу после снятия приложенной нагрузки величина деформации несколько уменьшается. Это составляющая называется упругой или эластической деформацией. В течении некоторого времени после снятия нагрузки значение деформации постепенно снижается. Эта составляющая называется упруго-пластической деформацией. Время, в течении которого исчезает упруго-пластическая деформация зависит от упругих свойств ткани. Деформация, которая остаётся в ткани после исчезновения упруго-пластической деформации называется остаточной и пластической.

Значения остаточной деформации образцов тканей определяем по следующей формуле:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100\% \tag{2}$$

Здесь  $l_0$ -длина деформируемого участка ткани;  $l$ -длина деформированной ткани;  $\Delta l$ -приращение длины в результате растяжения ( $l-l_0$ ), мм.

Значения остаточной деформации, рассчитанной по формуле (2) приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Влияние плотности ткани по утку на остаточную деформацию ткани

| №  | Образцы тканей | Плотность нитей н/дм |      | Величина приложенной нагрузки<br>По утку $P_a$ , Н | Величина удлинения ткани в направлении утка $\varepsilon$ |                         |                | Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup> |
|----|----------------|----------------------|------|--|---|-------------------------|----------------|---|
|    |                | основа               | Уток |  | Под нагрузкой %   | После снятия нагрузки % | После отдыха % |   |
| 1. | I              | 120                  | 180  | 136,22   | 134,0   | 11,9                    | 6,0            | 352                                       |
| 2. | II             | 120                  | 170  | 128,70   | 134,0   | 12,0                    | 6,0            | 339                                       |
| 3. | III            | 120                  | 160  | 121,22   | 134,3   | 12,3                    | 6,1            | 326                                       |
| 4. | IV             | 120                  | 150  | 113,62   | 134,6   | 12,4                    | 6,2            | 314                                       |
| 5. | V              | 120                  | 140  | 106,05   | 135,0   | 12,6                    | 6,3            | 301                                       |
| 6. | VI             | 120                  | 130  | 98,50  | 134,8   | 12,5                    | 6,3            | 289                                       |
| 7. | VII            | 120                  | 120  | 90,90  | 135,1   | 12,8                    | 6,4            | 246                                       |

Из результатов проведённых испытаний видно, что показатели разрывной нагрузки, величины удлинения и остаточной деформации первого образца ткани соответствуют требованиям стандарта. С учётом этого значение модуля Юнга определяем только для этого образца ткани.

Сила, приходящаяся на единицу площади поперечного сечения, называется напряжённостью.

$$P_n = \frac{F}{S} \quad (3)$$

Величина относительного удлинения прямо пропорциональна величине напряжённости:

$$\frac{\Delta l}{l_0} = \alpha \cdot P_n \quad (4)$$

здесь  $\alpha$  – коэффициент эластичности.

Для характеристики свойств заданного материала кроме  $\alpha$  вводится показатель, обратный ему:

$$E = \frac{1}{\alpha} \quad (5)$$

Этот показатель называется модулем Юнга. Подставляя значение  $\alpha$  из формулы (5) в формулу (4) получим:

$$P_n = E \frac{\Delta l}{l_0} \quad (6)$$

Этим уравнением описывается закон Гука для деформации растяжения. Для возникновения эластической деформации сила растяжения должна быть в пределах эластичности. Пользуясь формулой (6) определим модуль Юнга:

$$E = \frac{P_n l_0}{\Delta l} \quad (7)$$

Пользуясь формулами (3) и (7) определим модуль Юнга при расстоянии между тканью и крючком  $l_0=400\text{мм}=0,4\text{м}$ ; контактной площади ткани вдоль утка  $S=0,4 \cdot 0,00055=0,00022 \text{ м}^2$ ; действующем грузе  $m=13,9 \text{ кг}$ .

$$F = m \cdot g = 13,9 \cdot 9,8 = 136,22 \text{ Н};$$

$$P_n = \frac{F}{S} = \frac{136,22}{0,00022} = 619090,9 \text{ Н/м}^2$$

$$E = \frac{P_n l_0}{\Delta l} = \frac{619090,9 \cdot 0,4}{0,536} = 429924 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = 0,0471 \text{ кг/мм}^2$$

**Заключение.** В результате проведённых испытаний выявлено, что первый образец ткани по своим показателям превосходит остальные образцы тканей. Поэтому в дальнейших исследованиях при расчёте времени спуска людей с многоэтажных зданий по спасательным рукавам будут использованы показатели этого образца ткани.

#### Список литературы:

1. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н. Текстильное материаловедение (исходные текстильные материалы). — М.: Легпромбытиздат, 1985. — 213 с.
2. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И. Текстильное материаловедение (волокна и нити). — М.: Легпромбытиздат, 1989. — 352 с.
3. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И. Текстильное материаловедение (текстильные полотна и изделия). — М.: Легпромбытиздат, 1992. — 272 с.
4. ГОСТ Р-53271-2009 Техника пожарная. Рукава спасательные пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний.

## ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

DOI – 10.32743/UniTech.2022.101.8.14115

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД  
ЭКСТРАКЦИИ РАСТЕНИЙ *Rosa Canina L.* И *Berberis Oblonga Schneid***Аскарров Ибрагим Рахманович***д-р.хим. наук, профессор,  
Андижанский государственный университет,  
Республика Узбекистан, г. Андижан  
E-mail: [stek@inbox.ru](mailto:stek@inbox.ru)***Раззаков Набижон Алижанович***ст. преподаватель,  
кафедра медицинской химии,  
Андижанский госмединститут,  
Республика Узбекистан, г. Андижан  
E-mail: [nabijonrazzakov1973@gmail.com](mailto:nabijonrazzakov1973@gmail.com)***Мамарахмонов Мухаматдин Хомидович***PhD, доцент, кафедра Химии,  
Андижанский государственный университет,  
Республика Узбекистан, г. Андижан  
E-mail: [muhamatdin@mail.ru](mailto:muhamatdin@mail.ru)*IMPROVED TECHNOLOGICAL METHOD OF EXTRACTION  
OF PLANTS *Rosa Canina L.* AND *Berberis Oblonga Schneid***Ibragim Askarov***Dr. chem. sciences, professor,  
Department of Chemistry,  
Andijan State University,  
Republic of Uzbekistan, Andijan***Nabizhon Razzakov***Senior Lecturer,  
Department of Medical Chemistry,  
Andijan State Medicinal Institute,  
Republic of Uzbekistan, Andijan***Mukhamatdin Mamarakhmonov***PhD, Associate Professor,  
Department of Chemistry,  
Andijan State University,  
Republic of Uzbekistan, Andijan*

## АННОТАЦИЯ

Нами предложен усовершенствованный технологический метод экстракции водорастворимых витаминов из органов растений *Rosa Canina L.* и *Berberis Oblonga Schneid*. При экстрагировании, использовали вакуумный экстрактор марки ТН-300. Эффективность использования усовершенствованного метода доказана с помощью метода йодометрического титрования.

## ABSTRACT

We have proposed an improved technological method for the extraction of water-soluble vitamins from the organs of plants *Rosa Canina L.* and *Berberis Oblonga Schneid*. When extracting, a TN-300 vacuum extractor was used. The effectiveness of the improved method has been proven using the iodometric titration method.

**Ключевые слова:** экстрагент, вакуум, шиповник, барбарис, этанол, экстрактор ТН-300, йодометрия, алкалоид, аскорбиновая кислота.

**Keywords:** extractant, vacuum, rosehip, barberry, ethanol, TN-300 extractor, iodometry, alkaloid, ascorbic acid.

**Введение.** Лечебные растения являются источником многих, биологически активных химических соединений, которые обычно используют в традиционной народной медицине и в частности современной терапии. Благотворное лечебное действие растительных материалов обычно является результатом использования этих вторичных продуктов в конкретных сочетаниях [1].

При извлечении биологически активных веществ из растений, у каждого класса соединений существуют специфические методы экстракции. Например, для алкалоидов - высушенное на воздухе сырье, предварительно увлажненное 5%-ным раствором аммиака, экстрагирование хлороформом. А плоды и семена обезжиривают гексаном [2].

**Методика исследования.** Промышленная переработка лекарственных и ароматических растений (ЛАР) начинается с извлечения активных компонентов с использованием различных технологий. Общие методы к экстракции лекарственных растений относятся мацерация, настой, перколяция, отвар, горячая непрерывная экстракция (сокслета), водно-спиртовая экстракция путем ферментации, и др. [3].

Нами впервые изучен химический состав плодов растения *Rosa Canina L.* – шиповника и *Barbaris Oblonga Schneid* - барбариса, произрастающих на территории Ферганской долины Республики Узбекистан. Для извлечения большого количества биологически активных веществ из сухофруктов в качестве экстрагентов использовали воду и водно-этанольные смеси. Нами внедрен в процесс экстракции метод мацерации, используя вакуумный экстрактор, учитывая термолабильные биологические активные вещества. Высокотемпературный процесс экстракции, приведет к разложению некоторых органических соединений и уменьшению лекарственных свойств выделенных соединений. В процессе экстракции при низкой температуре, с 70% раствором этанола, удалось извлечь максимальное количество биологически активных соединений [4].

Кроме этого, при извлечении водорастворимых витаминов (см. Рис. 1) учитывали pH среды. Поэтому, нами разработан промышленный метод экстракции из растения *Rosa Canina L.* – шиповника и *Barbaris Oblonga Schneid* – барбариса в растворе 0,1 Н (50:1 соотношениях с экстрагентом соляной кислоты, используя вакуумный экстрактор ТН-300 [5]:

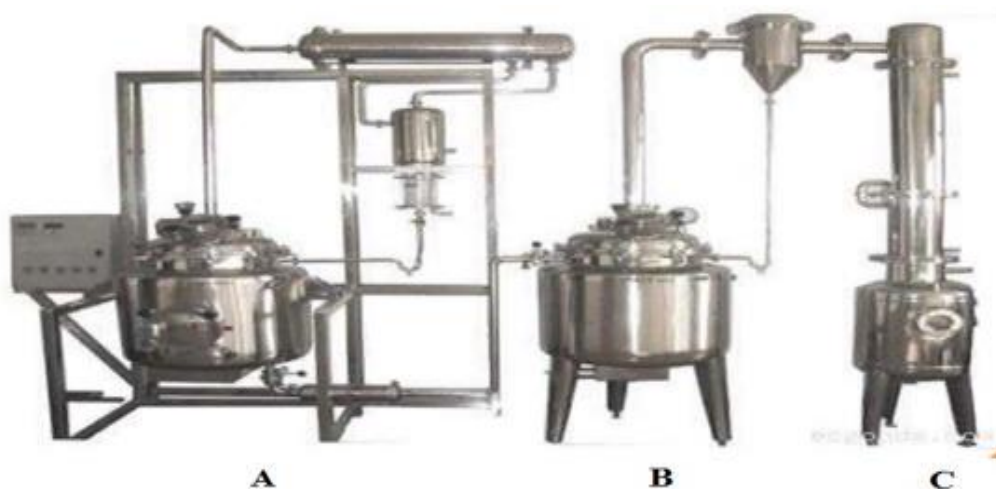
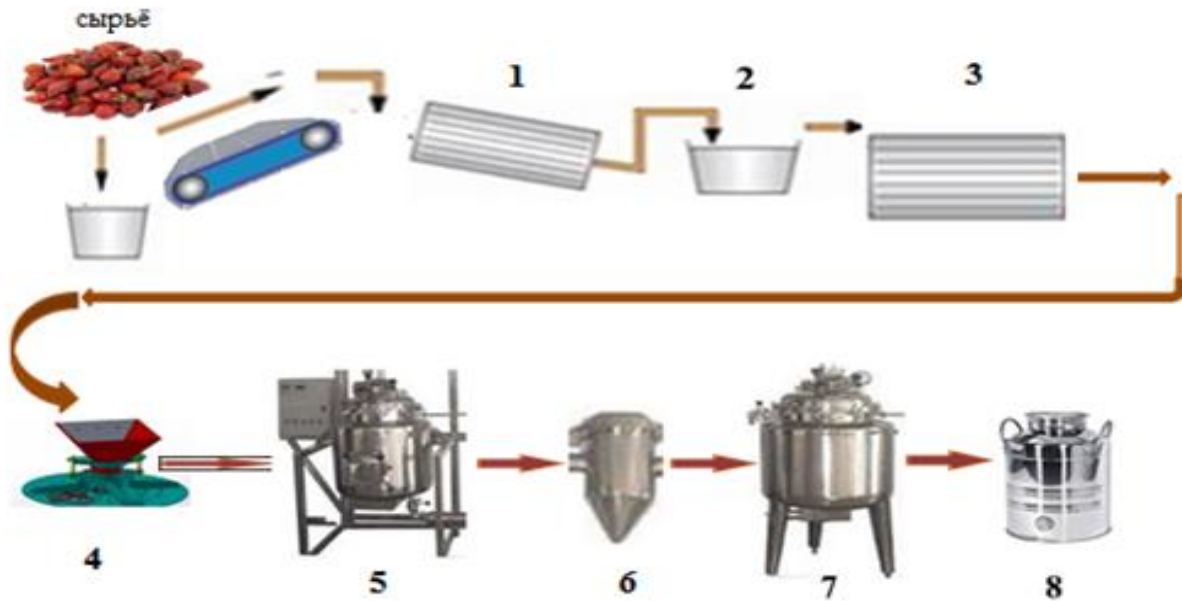


Рисунок 1. Вакуумный экстрактор. А – экстрактор, В – концентратор, С – приёмник

**Экспериментальная часть.** Мелко измельченные (до 1-3 мм) 10 кг плоды растений загрузили на экстрактор (А), экстрагировали 150 л 70%-ным водным раствором этанола, добавляя 3л (0,1Н раствор) HCl. Экстракцию проводили в течение 12 часов при температуре 40°C. Затем, полученный экстракт

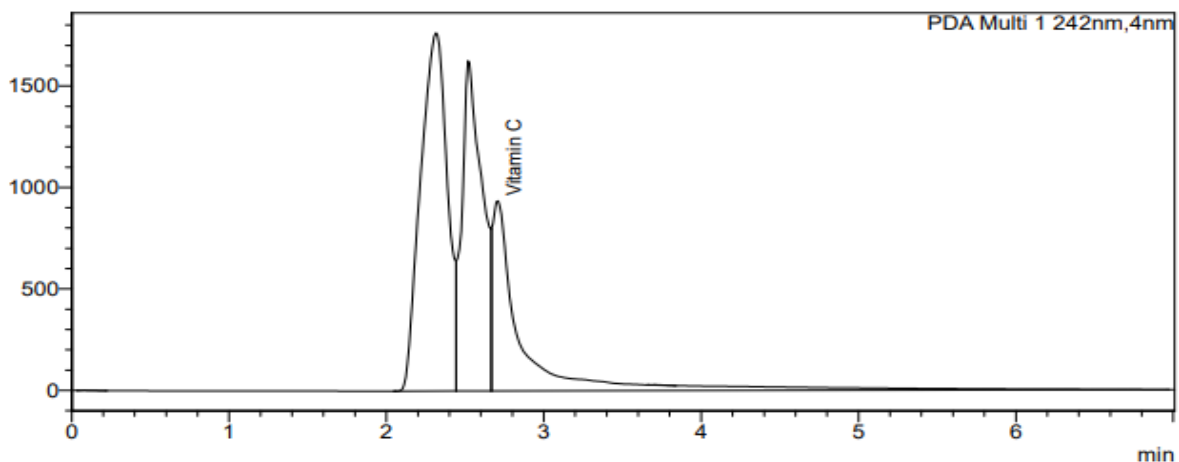
фильтровали, помещали в концентратор (В) и нагревали под давлением 0,008 мПа при 65°C в течении 5 часов и получили густой концентрат. В результате анализа экспериментальных данных, нами предложен оптимальный технологический метод экстракции (Рис. 2).



**Рисунок 2. Технологическая схема метода вакуумной экстракции**  
 Этапы процесса: 1- Промывка, 2- Сепаратор, 3- Сушилка, 4- Дробилка, 5- Экстрактор, 6- Фильтр, 7- Концентратор, 8- Готовый продукт

Чтобы определить нахождение витамина С в составе полученного экстракта, проводили количественный анализ с помощью йодометрического

анализа и определили эффективность метода экстракции, а с помощью ВЭЖХ и была получена следующая хроматограмма:



**<Peak Table>**

| PDA Ch1 242nm |           |          |        |       |       |      |           |
|---------------|-----------|----------|--------|-------|-------|------|-----------|
| Peak#         | Ret. Time | Area     | Height | Conc. | Unit  | Mark | Name      |
| 4             | 2,706     | 11991031 | 937019 | 0,303 | mg/ml | SV   | Vitamin C |
| Total         |           | 11991031 | 937019 |       |       |      |           |

**Рисунок 3. Хроматограмма определения аскорбиновой кислоты методом ВЭЖХ**

Метод йодометрии использовали для определения количества аскорбиновой кислоты, выделяемой из состава ряд экстрактов [6]. Кроме этого, изучали

ряд экстрагентов, чтобы выбрать самый оптимальный экстрагент для извлечения аскорбиновой кислоты (см. таблицу).

Таблица 1.

## Результаты йодометрического метода определения витамина С в экстрактах

| № | Экстракты                          | Количество витамина С в экстрактах(мг, %) |
|---|------------------------------------|---|
| 1 | Экстракт №1 водный                 | 2,9                                       |
| 2 | Экстракт № 2 этанол: вода (30:70 ) | 3,1                                       |
| 3 | Экстракт № 3 этанол: вода (50:50 ) | 3,7                                       |
| 4 | Экстракт № 4 этанол: вода (70:30 ) | 4,02                                      |

**Выводы.** У каждого типа экстрактов (масляные, спиртовые, гексановые и пр.) есть свои достоинства и недостатки [7]: Определено что, эффективно извлекать водорастворимый витамин (например, витамин С) из органов лекарственных растений. При этом самым оптимальным условием является: температура 40°C, с добавлением экстрагента 0,1N раствор HCl.

При низкой температуре, под вакуумом и кислой среде больше экстрагируется аскорбиновая кислота. Если плоды растений экстрагируют 70% ным раствором в этаноле при температуре 40°C и кислой среде в течение 12 часов, приводит максимальному выходу продукта экстракции, который является оптимальным методом экстракции витамина С.

## Список литературы:

1. Ankit Gupta, Madhu Naraniwal, Vijay Kothar //Modern extraction methods for preparation of bioactiveplant extracts// International Journal of Applied and Natural Sciences (IJANS). - Vol.1. - Issue 1. Aug 2012. – P. 8-26.
2. Razzakov N, Aripova S, Karimov A //Alkaloids of Mandrogaturcomanica //Chimistry of Natural Compounds, DOI: 10/1007/BF02336107, 1 November 1998.
3. Sukhdev Swami Handa, Suman Preet Singh Khanuja, Gennaro Longo, Dev Dutt Rakesh // Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants // international centre for science and high technology, Trieste, 2008, p. 7.
4. А.А. Ахияров, и др. Антиаритмические средства на основе дитерпенового алкалоида лаппаконитина. Протонирование n-дезацетиллаппаконитина в метанольных растворах. // ИзвАН. Сер Хим. – 2020 г. - С. 567.
5. Аскарлов И.Р., Раззаков Н.А.//Использование вакуумного экстрактора при производстве биологически активных добавок. // Материалы международной научно-практической конференции: Современные научные решения актуальных проблем. - г. Ростов-на-Дону 2022 г. – С. 6.
6. Касьянов Г.И // Обоснование выбора вторичных продуктов переработки птицы в качестве источника эссенциальных структурных единиц // Касьянов Г.И., Мишкевич Э.Ю. / Птица и птицепродукты. – 2018.- № 2. - С. 36-39.
7. Abdullahi R. Abubakar and Mainul Haque. Preparation of Medicinal Plants: Basic Extraction and Fractionation Procedures for Experimental Purposes. // J Pharm Bioallied Sci. - 2020 Jan-Mar; 12(1): 1–10. Published online 2020 Jan 29. doi: 10.4103/jpbs.JPBS\_175\_19.

DOI – 10.32743/UniTech.2022.101.8.14130

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ И ФОРМИРОВАНИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ  
КЕРАМЗИТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ГУРЛЕНСКОЙ ГЛИНЫ****Бойжанов Ислон Ражаббоевич**

канд. техн. наук,  
докторант кафедры «Химические технологии»,  
Ургенчский Государственный Университет,  
Республика Узбекистан, г. Ургенч  
E-mail: [sduschanov@bk.ru](mailto:sduschanov@bk.ru)

**Эминов Ашрап Мамурович**

д-р техн. наук, проф.  
заведующий лабораторией ГУП «Фан ва таракқиёт»  
при Ташкентском Государственном Техническом Университете,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [info@gupft.uz](mailto:info@gupft.uz)

**Алламов Рахматула Гулмирзаевич**

базовый докторант кафедры «Химические технологии»,  
Ургенчский Государственный Университет,  
Республика Узбекистан, г. Ургенч  
E-mail: [info@urdu.uz](mailto:info@urdu.uz)

**STUDY OF PHASE TRANSFORMATIONS AND THE FORMATION OF THE MICROSTRUCTURE  
OF EXPANDED CLAY MATERIALS ON THE BASIS OF GURLEN CLAY****Islom Boyjanov**

PhD., doctoral student  
of the Department of Chemical Technologies,  
Urgench State University,  
Republic of Uzbekistan, Urgench

**Ashrap Eminov**

Doctor of Technical Sciences,  
Prof. Head of the Laboratory of the State unitary enterprise  
“Fan va taraqqiyot” at the Tashkent State Technical University,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**Rahmatulla Allamov**

Basic doctoral student  
of the Department of Chemical Technologies,  
Urgench State University,  
Republic of Uzbekistan, Urgench

**АННОТАЦИЯ**

В статье исследованы фазовые превращения и формирования микроstructures керамзитовых материалов на основе глины Гурленского месторождения Республики Узбекистан с добавками отхода местных масло-жировых комбинатов-госсиоловая смола и местного барханного песка Тупракалинского массива. Фазовые превращения при обжиге и микроstructures керамзитовых материалов из оптимальной массы изучались на основе данных термографического, рентгенографического и растр электронно-микроскопического анализов.

Определено, что раннее появление гидрослюдистого расплава в Гурленской глине улучшает условия спекания за счёт смачивания поверхности твердых частиц, также способствует более раннему началу процессы вспучивания в опытной массе.

Установлено, что фазовые составы синтезированных керамзитовых материалов представлены мелкими и равномерно распределенными микропорами, кристаллами кварца, анортита и гематита таблитчатого облика,

отдельными кристаллами геленита, диопсида, волластонита, кристобалита и тридимита, а также муллита коротко-призматического облика.

Также установлено, что керамзитовые образцы из опытной массы в связи с влиянием новых компонентов, отличаются более мелкопористой структурой, большей степенью новообразований и вследствие этого высокими физико-механическими свойствами.

#### ABSTRACT

In this article, phase transformations and formation of the microstructure of expanded clay materials based on clay of the Gurlen deposit of the Republic of Uzbekistan with the addition of waste from local oil and fat plants - gossypol pitch and local dune sand of the Tuprakkala massif are studied. Phase transformations during firing and the microstructure of expanded clay materials from an optimal mass were studied on the basis of thermographic, X-ray and raster electron microscopic analyzes.

It has been determined that the early appearance of hydro micaceous melt in Gurlen clay improves sintering conditions due to wetting of the surface of solid particles, and also contributes to an earlier onset of swelling processes in the test mass.

It has been established that the phase compositions of the synthesized expanded clay materials are represented by small and evenly distributed micropores, tabular quartz, anorthite and hematite crystals, individual crystals of gelenite, diopside, wollastonite, cristobalite and tridymite, as well as short-prismatic mullite.

It has also been established that, due to the influence of new components, expanded clay samples from the test mass are distinguished by a finer porous structure, a greater degree of new formations, and as a result, high physical and mechanical properties.

**Ключевые слова:** глина, керамзит, пористый наполнитель, теплоизоляционный материал, кристалл, вспучивание, обжиг, микроструктура, пористая структура.

**Keywords:** clay, expanded clay, porous filler, heat-insulating material, crystal, swelling, firing, microstructure, porous structure.

Как известно, на основе анализа зависимостей состав, структура и свойства с использованием новых сырьевых материалов с направленным воздействием формирования структуры можно получить керамзитовые материалы с необходимыми свойствами.

Основополагающие исследования по технологии получения керамзита выполнены С.П. Онацким. В работе [1, с. 333] им рассмотрены вопросы теории и практики производства керамзита. Подробно освещены физико-химические и технологические основы получения материалов типа керамзита, разнообразные сырьевые источники и добавки, включая глинистые, шунгизитовые, кремнистые сланцы и другие горные породы.

Эффективность применения пористых материалов в качестве теплоизоляционного материала зависит от распределения и типа пор в них. Одной из стоящих задач для создания эффективных теплоизоляционных материалов является задача оптимизация структуры материалов, т.е. создание структуры, в которых плотность всех составляющих была минимальна, пористость была представлена мелкими закрытыми и равномерно распределенными порами [2, с. 205-206].

При одном и том же характере макроструктуры существенное влияние на физико-технические свойства могут оказывать размеры пор, размах распределения пор по размерам, степень их эллиптичности и т.д. [3, с. 272].

В данной статье, нами были исследованы фазовые превращения и формирования микроструктуры керамзитовых материалов на основе глины Гурленского месторождения Республики Узбекистан.

В предыдущей нашей работе [4, с. 149-150] была изучена пригодность Гурленской глины для

производства керамических, в том числе керамзитовых материалов.

При разработке новых составов керамзитовых масс в качестве добавки также были использованы перспективные местные сырьевые материалы, такие как барханный песок Тупраккалинского массива, и хлопковый гудрон - госсиполовая смола, отход масложировых комбинатов Республики.

С целью получения керамзитовых материалов в соответствии с ГОСТ 32026-2012 нами были приготовлены серия опытных масс и в результате исследования был выявлен [5, с. 586-587] оптимальный состав керамзита имеющий наилучшие физико-механические показатели: Гурленская глина-92%, госсиполовая смола-2%, Тупраккалинский барханный песок-6%.

Следует отметить что, в составе керамзитовых масс добавка госсиполовая смола - использовалась в качестве органической добавки для повышения вспучиваемости глины. Тупраккалинский барханный песок в составе керамзитовых масс использовался для повышения прочности керамзита и для расширения его температурного интервала вспучивания в гомогенно распределенном состоянии.

Отмечено [5, с. 586-587] что, в оптимальной массе комплексно используя добавки госсиполовой смолы и барханный песок, получен лёгкий и достаточно прочный керамзитовый материал с насыпной плотностью 380 кг/м<sup>3</sup>, относящийся к группе хорошо вспучивающиеся 4,55, с широким интервалом спекания 80°C, по сравнению с керамзитовым материалом полученный только из Гурленской глины с насыпной плотностью 550 кг/м<sup>3</sup>, относящийся к группе средне вспучивающиеся 3,45, с средним интервалом спекания 50°C.

Фазовые превращения и формирования микро-структуры керамзитовых материалов из оптимальной опытной массы изучались на основе данных термографического, рентгенографического и растр электронно-микроскопического анализов.

Комплексные термограммы образцов из опытной керамзитовой массы приведены на рис. 1. На дифференциальной кривой опытной керамзитовой массы зафиксировано шесть термических эффекта.

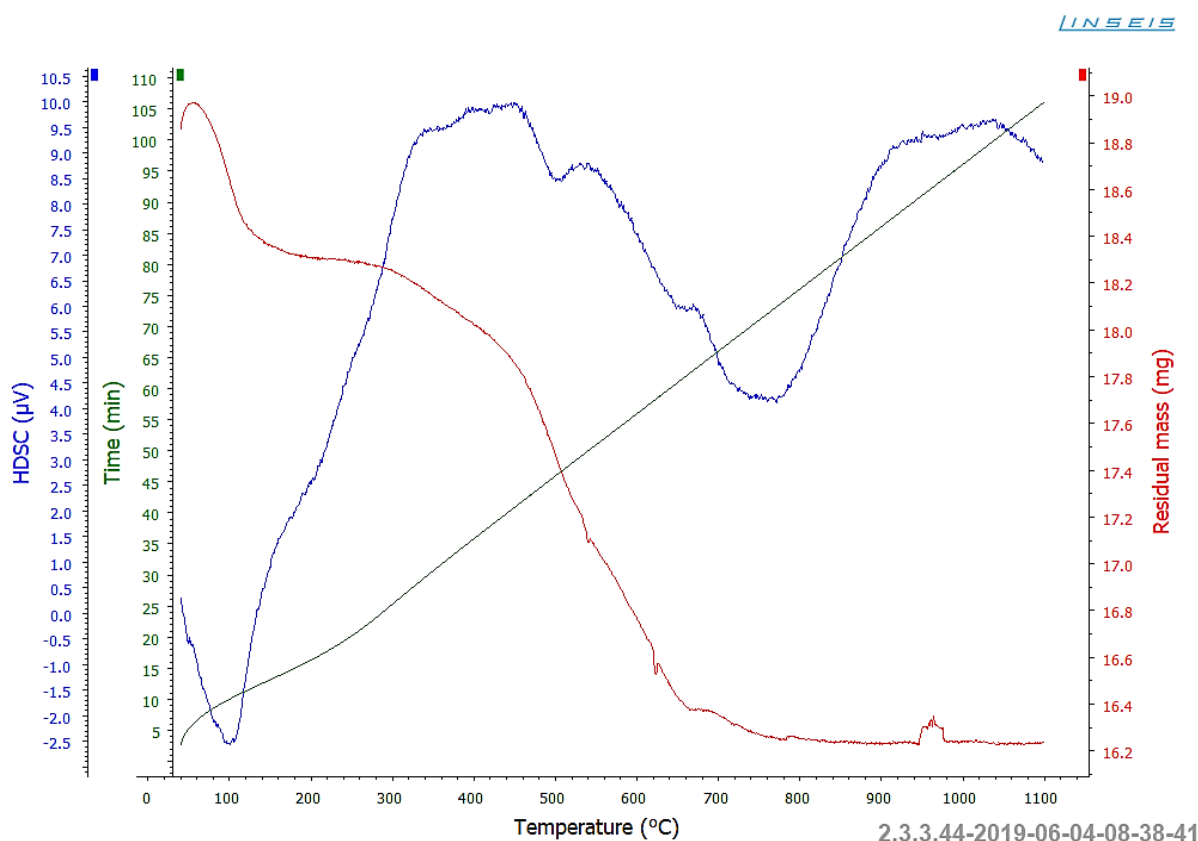
На кривых HDSC в опытной массе первый эндотермический эффект связанный с удалением гигроскопический воды отмечается в 99 °С.

Экзотермический эффект в интервале температур 99-332°С равномерно повышается и при температуре 450°С достигает максимуму, который связан с выгоранием органических соединений в опытной массе. Эндотермические эффекты при температуре 502 и 669°С связаны с полиморфным превращением кварца и дегидратацией глинистых минералов. Эндотермический эффект, обусловленный полиморфным превращением кварца, поглощается большим по величине эффектом разложения гидрослюдистых и

других глинистых минералов. Эндотермический эффект при температуре и 771°С связан с разложением карбонатов в массе. Кривая изменения потери массы при прокаливании после эндотермического эффекта при 771°С плавно переходит в горизонтальное положение, и дальнейшие потери в образцах не отмечаются.

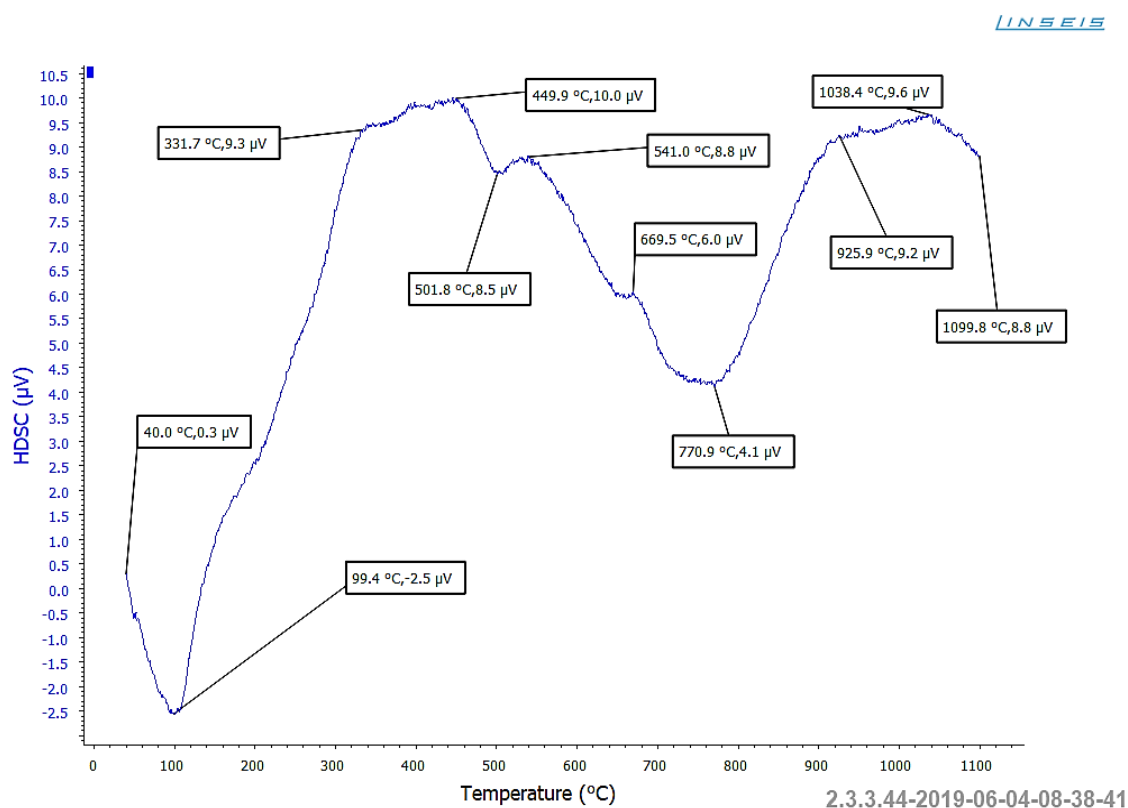
На кривой TG при 162°С наблюдается незначительная потеря массы, которая связана с потерей адсорбционной и межслоевой воды гидрослюдистых минералов. Резкие изменения массы при 654°С связаны с выделением гидроксильных групп при разложении глинистых минералов, изменения массы при 992°С связаны с восстановлением Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> на FeO в присутствии углерода и выделением газа.

Слабый экзотермический эффект, протекающий в интервале температур 926-1080°С с максимумом 1038°С, свидетельствует появлению жидкой фазы и о начале процесса образования новых кристаллических фаз. Общая потеря в массе 1100°С составляет 13,4%.



**Рисунок 1. Комплексная термограмма опытной керамзитовой массы**

— HDSC кривая; — кривая изменения массы; — кривая времени нагревания



**Рисунок 2. HDSC кривая опытной керамзитовой массы**

Рентгенограммы образцов из опытной массы, обожженных при различных температурах, представлены на рис. 3.

На рентгенограммах обожженных керамзитовых образцов из опытной массы начиная с 950°C появляются характерные линии для муллита с  $d=0,219$ ;  $0,200$  нм, гематита с  $d=0,243$ ;  $0,183$  нм, геленита с  $d=0,253$ ;  $0,243$  нм и диопсида с  $d=0,203$ ;  $0,200$ ;  $0,183$  нм. При этой температуре также обнаруживаются интенсивные линии кварца с  $d=0,425$ ;  $0,334$ ;  $0,245$  нм и др.

С повышением температуры интенсивность линии муллита, гематита, геленита и диопсидовой фазы растет, а дифракционные максимумы кварца наоборот уменьшаются.

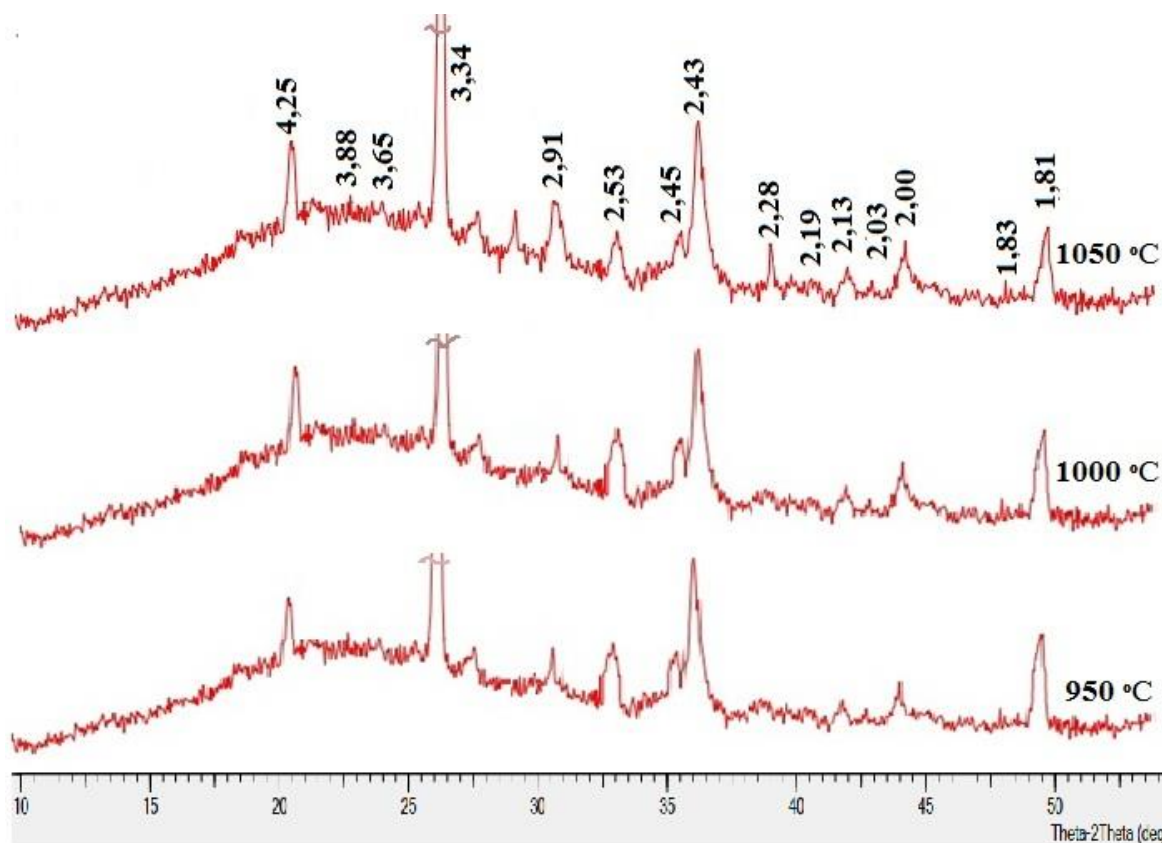
На рентгенограммах керамзитовых образцов из опытной массы обожженных при 1000°C появляются линии кристаллов анортита с  $d=0,213$ ;  $0,183$  нм и слабые линии кристобалита с  $d=0,253$  нм и волластонита с  $d=0,388$ ;  $0,253$  нм. А при 1050°C в керамзитовых образцах растут интенсивности дифракционных максимумов муллита, анортита и других кристаллических фаз, дифракционные максимумы кварца продолжают уменьшаться. В этой температуре появляются слабые линии характерные для тридимита  $d=0,228$ ;  $0,208$  нм.

В результате на рентгенограммах керамзитовых образцов, обожженных при температуре 1050°C, обнаруживаются интенсивные линии муллита с

$d=0,242$ ;  $0,228$ ;  $0,219$ ;  $0,200$  нм, анортита с  $d=0,334$ ;  $0,213$ ;  $0,183$  нм, диопсида с  $d=0,290$ ;  $0,228$ ;  $0,203$ ;  $0,200$ ;  $0,183$  нм, волластонита с  $d=0,388$ ;  $0,253$ ;  $0,200$ ;  $0,181$  нм, кварца с  $d=0,425$ ;  $0,334$ ;  $0,245$ ;  $0,228$ ;  $0,200$ ;  $0,183$ ;  $0,181$  нм, кристобалита с  $d=0,253$  нм, тридимита с  $d=0,228$ ;  $0,208$  нм, гематита с  $d=0,365$ ;  $0,243$ ;  $0,219$ ;  $0,203$ ;  $0,183$  нм и геленита с  $d=0,370$ ;  $0,253$ ;  $0,243$ ;  $0,181$  нм.

Установлено, что в опытной массе появление жидкой фазы и кристаллов муллита, кварца, гематита, геленита, и диопсида отмечается при температуре 950°C, кристаллы анортита, кристобалита и волластонита при 1000°C, появление тридимита и интенсивная кристаллизация муллита и других кристаллических фаз наблюдается при 1050°C. О повышенном содержании стеклофазы в исследуемом керамзите свидетельствуют соотношения интегральных площадей аморфного гало и дифракционных отражений на рентгенограммах.

Таким образом, при термообработке опытной массы в температурном интервале 950-1050°C вязкость стеклофазы массы достигает состояния текучести. Появление гидрослюдистого расплава улучшает условия спекания за счёт смачивания поверхности твердых частиц. Таким образом, создаются условия для начала процесса кристаллизации, следствием чего является количественный рост кристаллической составляющей в этом температурном интервале.



**Рисунок 3. Рентгенограммы опытной керамзитовой массы, обожженной при различных температурах**

Исследования микроструктуры опытных керамзитовых материалов проводились на растровом электронном микроскопе SEM EVO MA 10 Zeiss.

Исследования микроструктуры керамзитовых материалов обожженных при температуре 1050°C показали, что в нем (рис.4а) поры распределены однородно.

Образцы обладают сложной нерегулярной структурой со средним размером пор 0,05-0,1 мм, пористость в основном представлена мелкими, закрытыми и равномерно распределенными. В исследуемых образцах имеет место преимущественно-изолированные изометрические и иногда овальные микропоры размером 5-20 мк. Кроме этого присутствуют сравнительно редко крупные поры до 50-100 мк овальной формы, также встречаются обычные изометрические поры типа каналов (рис.4а и 4б).

В опытных образцах также встречаются узкие щелевидные поры. Форма щелевидных пор узкий (1-6 мк), изогнутый иногда прямолинейный. В опытных образцах пористость развивается на границах глинистых частиц, где концентрация оксидов железа, наибольшая (рис.4в). В опытной массе распределены угловатые зерна кварца (от 5-15 мкм до 20-30 мкм).

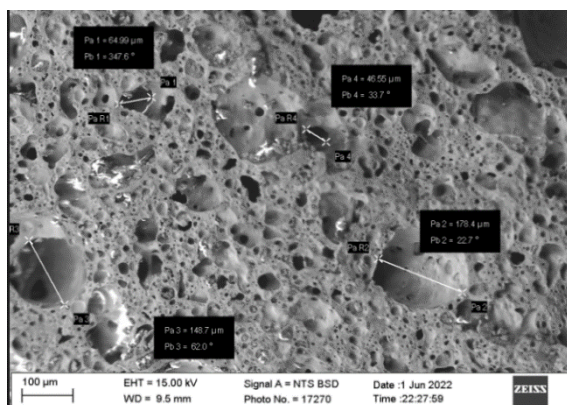
Из рис.4в и рис.4г видно, что в стекло опытных образцах можно фиксировать интенсивно ликвационную структуру разделенное на капельную фазу и матрицу. Капли имеют различную, но преимущественно округлую форму и размеры их колеблется в

пределах от 0,02 до 1 мкм (рис.4г) В образцах преобладают участки однородной ликвационной структуры и совместного нахождения кристаллов и остаточных ликвационных капель.

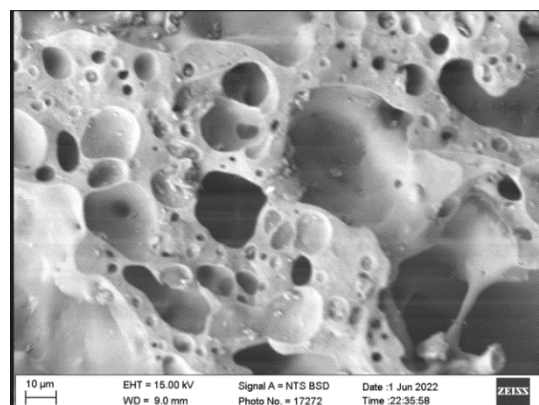
В опытных образцах обожженных при температуре 1050°C на основе Гурленской глины, можно отметить поля стеклофазы, кристаллы кварца, анортита и гематита таблитчатого облика, отдельные кристаллы волластонита, кристобалита, тридимита и муллита короткопризматического облика (рис.4в).

Таким образом, в результате изучения фазовых превращений и формирования микроструктур образцов из опытной массы разработанных на основе Гурленской глины в композиции с новыми корректирующими добавками, методами комплексного термографического, рентгенографического, растр электронно-микроскопического анализов установлено, что фазовые составы синтезированных керамзитовых материалов представлены мелкими и равномерно распределенными микропорами, кристаллами кварца, анортита и гематита таблитчатого облика, отдельными кристаллами геленита, диопсида, волластонита, кристобалита и тридимита а также муллита короткопризматического облика.

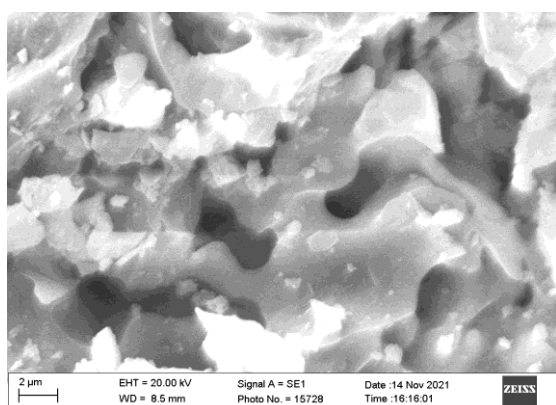
Также установлено, что керамзитовые образцы из опытной массы в связи с влиянием новых компонентов, отличаются более мелкопористой структурой, большей степенью новообразований и вследствие этого высокими физико-механическими свойствами.



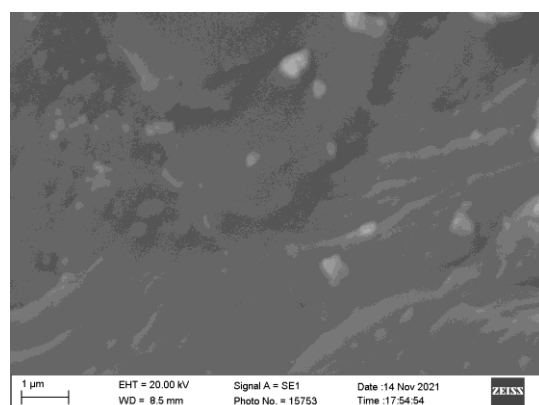
А)



Б)



В)



Г)

**Рисунок 4. Электронно-микроскопические снимки керамзита из опытной массы, обожженной при 1050°C. А) ув. x400, Б) ув. x1000, В) ув. x4000, Г) ув. x8000**

#### Список литературы:

1. Онацкий С.П. Производство керамзита.— 3-е изд., перераб. и доп.— М.: Стройиздат, 1987.- 333 с.
2. С.А. Мизюряев, А.Н. Мамонов. Структура теплоизоляционных материалов. Материалы 66-й Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР университета за 2008г. «Актуальные проблемы в строительстве и архитектуре. Образование. Наука. Практика». Самара. СГАСУ-2009. С.205-206.
3. Павлов В.Ф. Физико-химические основы обжига изделий строительной керамики. М.: Стройиздат, 1977. 272 с.
4. И.Р. Бойжанов, И. Хажиев, Р.Г. Алламов, Н.И. Бойжанов. Глина Гурленского месторождения – ценное сырье для получения керамзита // Сбор.науч.статей респ.науч.-техн.конф. Ташкент. 2014. С.149-150.
5. И.Р. Бойжанов, Р.Г. Алламов, Ф.Д. Кенжаев. Получение керамзита на основе сырьевых материалов Нижнеамударьинского региона // Сборник материалов конференции «Инновационные разработки и перспективы развития химической технологии силикатных материалов». Ташкент. 2022. С. 586-587.

DOI – 10.32743/UniTech.2022.101.8.14166

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЧИСТОГО МАГНИЯ СУЛЬФАТА ГЕПТАГИДРАТА****Зухурова Гулнора Васитовна**

канд. техн. наук., ст. науч. сотр.  
Институт химии растительных веществ  
Академии наук Республики Узбекистан,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [pentasolin@mail.ru](mailto:pentasolin@mail.ru)

**Саидов Сарвар Садридинович**

PhD.,  
Институт химии растительных веществ  
Академии наук Республики Узбекистан,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [sarvar-saidov-1989@bk.ru](mailto:sarvar-saidov-1989@bk.ru)

**Рахматов Элёр Оманкулович**

докторант,  
Институт химии растительных веществ  
Академии наук Республики Узбекистан,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [elyor-rahmatov@mail.ru](mailto:elyor-rahmatov@mail.ru)

**Каримов Рихсибай Кучкарович**

канд. техн. наук, проф., вед. науч. сотр.  
Институт химии растительных веществ  
Академии наук Республики Узбекистан,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [rixsiboy.karimov@bk.ru](mailto:rixsiboy.karimov@bk.ru)

**Зиядуллаев Миржалол Эгамберди ўгли**

PhD.,  
Институт химии растительных веществ  
Академии наук Республики Узбекистан,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [ziyadullaev.91@mail.ru](mailto:ziyadullaev.91@mail.ru)

**Абдуразаков Аскар Шералиевич**

канд. хим. наук, зав. лабораторией,  
Институт химии растительных веществ  
Академии наук Республики Узбекистан,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [asqar2606@mail.ru](mailto:asqar2606@mail.ru)

**DEVELOPMENT OF PURE MAGNESIUM SULFATE HEPTAHYDRATE TECHNOLOGY****Gulnara Zukhurova**

PhD. in Chemistry,  
Institute of chemistry of plant substances  
Academy of sciences of the Republic of Uzbekistan,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**Sarvar Saidov**

PhD.,  
Institute of chemistry of plant substances  
Academy of sciences of the Republic of Uzbekistan,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**Elyor Rakhmatov**

Doctoral student,  
Institute of chemistry of plant substances Academy  
of sciences of the Republic of Uzbekistan,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**Rixsibay Karimov**

Ph.D. in Chemistry., Leading scientific resercher,  
Institute of chemistry of plant substances  
Academy of sciences of the Republic of Uzbekistan,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**Mirjalol Ziyadullaev**

Doctoral student,  
Institute of chemistry of plant substances  
Academy of sciences of the Republic of Uzbekistan,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**Asqar Abdurazakov**

Ph.D in Chemistry.,  
Head of the laboratory, Institute of chemistry of plant substances  
Academy of sciences of the Republic of Uzbekistan,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

#### АННОТАЦИЯ

Разработана простая эффективная технология получения кристаллогидратов магния сульфата гептагидрата путем растворения технического сырья, удаления примесей из водного раствора, осаждением и с последующей фильтрацией готового продукта. Изучены температурные режимы кристаллизации, закономерности образования роста кристаллов магния сульфата гептагидрата.

#### ABSTRACT

A simple effective technology has been developed for obtaining magnesium sulfate heptahydrate crystallohydrates by dissolving technical raw materials, removing impurities from an aqueous solution, precipitation and subsequent filtration of the finished product. The temperature regimes of crystallization, the regularities of the formation of the growth of crystals of magnesium sulfate heptahydrate and influencing the purity of the resulting product are studied.

**Ключевые слова:** технология, кристаллизация, гептагидрат магния сульфата, очистка, растворения, примеси.  
**Keywords:** technology, crystallization, magnesium sulfate heptahydrate, purification, dissolution, impurities.

**Введение.** В настоящее время в химической промышленности важную роль играет технология получения веществ с заданными свойствами, чистой, химическими составами. Высокоочищенные вещества являются основой создания многих уникальных материалов, востребованных новыми высокотехнологичными и наукоемкими отраслями промышленности. Все это в полной мере относится к кристаллогидратам сульфата магния гептагидрата.

В технологии чистых веществ большой интерес для практической реализации представляют методы очистки солей, обладающие низким уровнем энергопотребления, высокой промышленной и экологической безопасностью. Таким методом можно отнести кристаллизационные методы очистки солей.

*Разработка простого и эффективного способа очистки технического гептагидрата сульфата магния до фармакопейной чистоты с высоким выходом является актуальной задачей [1].*

*Целью работы являлась разработка технологии получения кристаллогидратов магния сульфата гептагидрата и изучение основных закономерности*

*процесса кристаллизации магния сульфата гептагидрата из растворов.*

Известно, что кристаллизация солей металлов из загрязненных растворов является надежным и более эффективным способом очистки кристаллических продуктов [2], и на чистоту, размер и форму образующихся кристаллов существенное влияние оказывает температура охлаждения раствора.

Наиболее известным способом очистки растворов сульфата магния от примесей является химическое осаждения с последующей фильтрацией [3], включающий обработку растворов нейтрализующим реагентом до pH 8,0-8,5 с отделением осадка от раствора в качестве реагента применяют тонкодисперсный магниевый порошок с расходом 2,3-4,2 стехиометрии на содержание серной кислоты и железа в растворе; обработку раствора магнием ведут при температуре 55-65°C в течение 2,8-3,5 часов при интенсивном перемешивании раствора порциями через 30-60 минут. После последней загрузки металлического магния и перемешивании в течение

20-30 минут полученную суспензию перед фильтрацией выстаивают без перемешивания в течение 4-12 часов. Недостатком этого способа является его многостадийность.

Для устранения этого недостатка необходимо было подобрать оптимальные условия получения гептагидрата магния сульфата.

В связи с этим изучали влияние температуры кристаллизации магния сульфата гептагидрата. При кристаллизации происходит вытеснение большинства примесей из твердой фазы в раствор.

Нами ранее были найдены оптимальные условия получения магния сульфата гептагидрата методом математического планирования эксперимента [6].

Для качественной и количественной оценки влияния ряда факторов методом Бокса-Уилсона, с помощью, которой определены оптимальные условия получения максимального выхода продукта [4, 5].

Оптимальными условиями получения чистого магния сульфата гептагидрата являются:

- соотношение исходных реагентов 1:0,8:0,01 при температуре 80-90°C.
- продолжительность процесса 30 мин.
- температура кристаллизации ниже 15°C.

#### Экспериментальная часть

Процесс получения кристаллических осадков проводили в пяти стадиях: получение раствора магния сульфата гептагидрата в дистиллированной воде, кипячение раствора с активированным углем, горячее фильтрование, кристаллизация раствора путем его охлаждения, фильтрование и сушка.

Для очистки технического магния сульфата гептагидрата от примесей измельчали до размера частиц 1 мм. Затем при непрерывном перемешивании мешалкой загружали дистиллированную воду, технического магния сульфата гептагидрата и активированный уголь, нагревали в течение 30 мин, соотношениях исходных 1:0,8:0,01, при температуре 80-90°C. Далее горячий раствор фильтровали. Охлаждали горячего раствора, в кристаллизаторе, охлаждаемом захлажденной водой, при температуре ниже 15°C где происходит кристаллизация гептагидрата сульфата магния. Выпавшие кристаллы продукта отфильтровали, сушили. Маточный раствор

разбавляли дистиллированной водой до расчетного количества и возвращали на цикл для очистки новой партии.

Установлены температурные режимы кристаллизации, оказывающие влияние на чистоту получаемого продукта. При этом наблюдалось выпадение кристаллов.

#### Технологическая часть

Разработана технология получения химически чистого продукта магния сульфата гептагидрата путем растворения технического сырья, удаления примесей из водного раствора, осаждением и с последующей фильтрацией готового продукта.

В результате проведенных опытов по кристаллизации гептагидрата сульфата магния, установлено, что при температуре ниже 15°C, pH 7-7,5 среды и продолжительности процесса 30 мин. можно добиться существенной очистки кристаллов магния сульфата гептагидрата от ионов металлов.

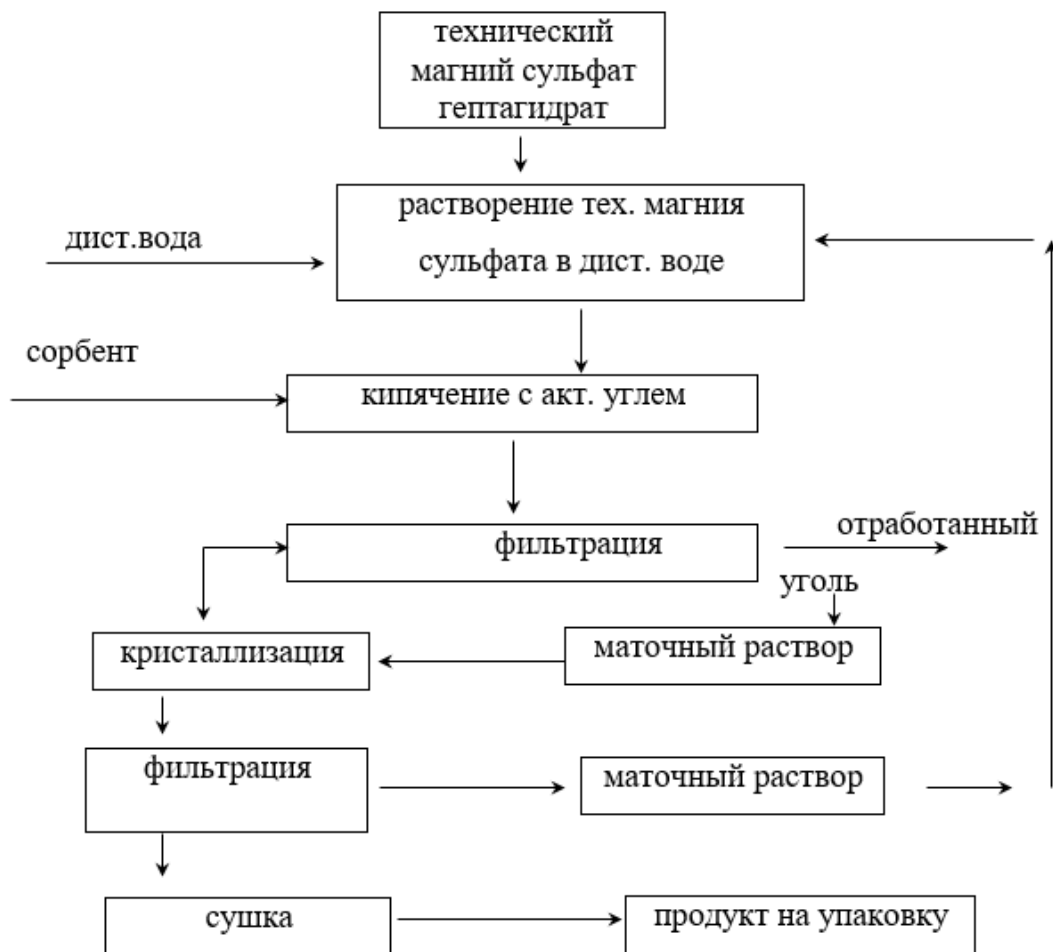
Основные этапы технологий получения гептагидрата сульфата магния на основе технического гептагидрата магния сульфата включает следующие операции:

- растворение технического. магния сульфата гептагидрата
- кипячение с активированным углем
- фильтрование
- осаждение
- сушка готового продукта
- возврат маточного раствора на следующий цикл.

При исследовании условия процесса установлено, что содержание воды в кристаллогидрате гептагидрата сульфата магния зависит от pH проведения процесса. Для проведения исследований по получению высокоочищенного гептагидрата магния сульфата использовали стеклянный реактор паровым нагревом и мешалкой.

На основании проведенных исследований предложена технологическая схема получения чистого гептагидрата сульфата магния.

Технологическая блок схема материальных потоков гептагидрат сульфата магния представлена на рис 1.



**Рисунок 1. Технологическая блок схема материальных потоков получения очищенного магния сульфата гептагидрата**

На опытной установке института химии растительных веществ АН РУз проводили отработку технологии получения чистого гептагидрата сульфата магния.

Разработанная нами технологическая схема производства гептагидрата магния сульфата позволяет получить продукта удовлетворяющей требованиям фармакопейной чистоты (табл. 2).

**Результаты и обсуждение**

Установлено, что при температуре ниже 15°C, рН 7-7,5 среды и продолжительности процесса 30 мин можно добиться существенной очистки кристаллов магния сульфата гептагидрата от ионов металлов (табл. 1).

**Таблица 1.**

**Содержание примесей в магния сульфата гептагидрате**

| компоненты                 | Норма по НД                       | результаты |
|----------------------------|-----------------------------------|------------|
| Хлориды                    | Не более 0,004%                   | Соотв.     |
| Тяжелые металлы            | Не более 0,0005%                  | Соотв.     |
| Железо                     | Не более 0,002%                   | Соотв.     |
| Марганец                   | Не более 0,004%                   | 0,001%     |
| Мышьяк                     | Не более 0,0002%                  | Отсут.     |
| Количественное определение | Не менее 99,0% и не более 102,0%. | 102,0%     |

Анализы продукта проводили методом химического анализа по ГОСТ 4523-77, спектрометрическим методом.

Таблица 2.

**Результаты исследования показателей качества магния сульфата гептагидрата**

| Наименование показателей        | Нормы по НТД   | Результаты       |                  |                  |
|---------------------------------|--|------------------|------------------|------------------|
|                                 |  | серии 010121     | Серии 020121     | серии 030121     |
| Описание                        | Бесцветные призматические кристаллы, выветривающиеся на воздухе горько-солёного вкуса                              | Соответствие     | Соответствие     | Соответствие     |
| Растворимость                   | Очень легко растворим в кипящей воде, легко растворим в воде, практически нерастворим 96% этиловом спирте          | Соответствие     | Соответствие     | Соответствие     |
| Подлинность - магний - сульфаты | 1. Качественная р-я<br>2. Качественная р-я   | Полож.<br>Полож. | Полож.<br>Полож. | Полож.<br>Полож. |
| Прозрачность раствора           | 2,0 г препарата растворяют в 20 мл воде очищенной. После кипячения в течение 5 мин, раствор должен быть прозрачным | Прозрачный       | Прозрачный       | Прозрачный       |
| Цветность раствора              | Раствор, полученный при испытании на прозрачность должен быть бесцветным   | Бесцветный       | Бесцветный       | Бесцветный       |
| рН                              | От 5,0 до 7,5  | 6,3              | 6,1              | 6,22             |
| Мышьяк                          | Не более 0,0002%   | < 0,0002%        | < 0,0002%        | < 0,0002%        |
| Хлориды                         | Не более 0,004%  | <0,004%          | <0,004%          | <0,004%          |
| Тяжелые металлы                 | Не более 0,0005%   | <0,0005%         | <0,0005%         | <0,0005%         |
| Железо                          | Не более 0,002%  | <0,002%          | <0,002%          | <0,002%          |
| Марганец                        | Не более 0,004%  | <0,004%          | <0,004%          | <0,004%          |
| Потери в массе при прокаливании | Не менее 48,0%<br>Не более 52,0%   | 50,6%            | 49,6%            | 50,16%           |
| Количественное содержание       | Не менее 99,0% и<br>Не более 102,0%.   | 99,42%           | 99,59%           | 99,47%           |

**Выводы**

Таким образом, отработана технологическая схема по ходу проведения опытно-промышленных испытаний и была наработана гептагидрата магния

сульфата высокой чистоты в количестве 70 кг. *Результаты опытно-промышленных и лабораторных испытаний подтверждают о возможности промышленной реализации разработанного способа.*

**Список литературы:**

1. Лановецкий С.В., Пойлов В.З., Косвинцев О.К. Технология получения гексагидрата нитрата магния реактивной квалификации. Химическая промышленность сегодня. -2010. №4. -С. 34-39.
2. Жарменов А.А., Романов Г.А., Тельбаев С.А., Терликбаева А.Ж., Айсаутов М.А., Хомяков А.П., Малахов В.А. Способ очистки растворов сульфата магния от примесей. // (19) KZ (13) B (11) 29778 (51) C01F 5/00 (2006.01).
3. Лановецкий С.В. Физико-химические основы технологии получения гекагидрата нитрата марганца высокой чистоты. Химия в интересах устойчивого развития. -2011. № 19. -С. 273-279.
4. Зиядуллаев М.Э., Каримов Р.К., Саидов С.С., Зухурова Г.В., Абдуразаков А.Ш. Оптимизация процесса получения субстанции 3,4-дигидрохиназолина. Ж. Фарм. 2018. № 4. -С. 64-68.
5. Саидов С.С., Зиядуллаев М.Э., Абдуразаков А.Ш., Каримов Р.К., Саидова Г.Э., Сагдуллаев Ш.Ш. Оптимизация процесса получения фармакопейной субстанции 2-ацетиламинобензимидазола // Ж. Universum tex. наук -2019. -№ 4. -С. 56-59.
6. Р.К. Каримов, Г.В. Зухурова, С.С. Саидов, А.Ш. Абдуразаков. Оптимизация процесса очистки технического магния сульфата гептагидрата. Узбекский химический журнал. -2021. №1. -С. 65-70.

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГИДРОКСИДА МАГНИЯ, ЖИДКОГО  
АЗОТНОКАЛЬЦИЕВОГО УДОБРЕНИЯ И ИЗВЕСТКОВО-АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ  
НА БАЗЕ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ДОЛОМИТОВОЙ МУКИ**

**Михлиев Ойбек Авлиёрович**

*PhD,*

*Каршинский инженерно-экономический институт,*

*Республика Узбекистан, г. Карши*

*E-mail: [mixlievo@mail.ru](mailto:mixlievo@mail.ru)*

**Мусиров Шухрат Зиваддинович**

*ассистент,*

*Каракалпакский государственный университет,*

*Республика Узбекистан, г. Нукус*

*E-mail: [ahmed\\_ram@mail.ru](mailto:ahmed_ram@mail.ru)*

**Реймов Ахмед Мамбеткаримович**

*д-р техн. наук, проф.,*

*Каракалпакский государственный университет,*

*Республика Узбекистан, г. Нукус*

*E-mail: [ahmed\\_ram@mail.ru](mailto:ahmed_ram@mail.ru)*

**Мирзакулов Холтура Чориевич**

*д-р техн. наук, проф.,*

*Ташкентский химико-технологический институт,*

*Республика Узбекистан, г. Ташкент*

*E-mail: [khchmirzakulov@mail.ru](mailto:khchmirzakulov@mail.ru)*

**Сейтназаров Атаназар Рейнназарович**

*д-р техн. наук,*

*Институт общей и неорганической химии АН РУз,*

*Республика Узбекистан, г. Ташкент*

*E-mail: [atanazar77@mail.ru](mailto:atanazar77@mail.ru)*

**TECHNOLOGY FOR PRODUCING MAGNESIUM HYDROXIDE,  
LIQUID NITROGENIC FERTILIZER AND LIME AMMONIUM NITRATE  
ON THE BASIS OF COMPLEX PROCESSING OF DOLOMITE FLOUR**

**Oybek Mikhliev**

*PhD,*

*Karshi Engineering and Economic Institute,*

*Republic of Uzbekistan, Karshi*

**Shukhrat Musirov**

*Assistant,*

*Karakalpak State University,*

*Republic of Uzbekistan, Nukus*

**Akhmed Reymov**

*Doctor of Technical Sciences, Professor,*

*Karakalpak State University,*

*Republic of Uzbekistan, Nukus*

**Kholtura Mirzakulov**

*Doctor of Technical Sciences, Prof.;*

*Tashkent Institute of Chemical Technology,*

*Republic of Uzbekistan, Tashkent*

*Seytnazarov Atanazar Reypnazarovich*

*Doctor of Technical Sciences,  
Institute of General and Inorganic Chemistry  
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan  
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

### АННОТАЦИЯ

Предложена принципиальная технологическая схема и норма технологического режима комплексной переработки доломита, позволяющая одновременно получить гидроксид магния, жидкое азотнокальциевое удобрение, приллированная известково-аммиачная селитра и гранулированный нитрат кальция. При этом выполнены исследования по разложению Дехканабадской доломитной муки, фильтрации продуктов азотнокислотного разложения доломита с удалением нерастворимого остатка, аммонизация осветленного раствора до pH = 11-12 с выделением гидроксида магния и раствора аммиачно-известковой селитры. Получаемый при этом гидроксид магния является эффективной добавкой к аммиачной селитре.

### ABSTRACT

A basic technological scheme and a norm of the technological regime for the complex processing of dolomite are proposed, which makes it possible to simultaneously obtain magnesium hydroxide, liquid nitrogen-calcium fertilizer, prilled lime-ammonium nitrate and granular calcium nitrate. At the same time, studies were carried out on the decomposition of Dekhkanabad dolomite flour, filtration of the products of nitric acid decomposition of dolomite with the removal of an insoluble residue, ammonization of a clarified solution to pH = 11-12 with the release of magnesium hydroxide and a solution of ammonium-lime nitrate. The resulting magnesium hydroxide is an effective additive to ammonium nitrate.

**Ключевые слова:** доломитная мука, азотная кислота, разложение, аммонизация, гидроксид магния, жидкие азотнокальциевые удобрения, материальный баланс, технологическая схема.

**Keywords:** dolomite flour, nitric acid, decomposition, ammoniation, magnesium hydroxide, liquid nitrogen-calcium fertilizers, material balance, technological scheme.

Аммиачная селитра является самым распространенным в мире и эффективным азотным удобрением. В Узбекистане совокупные мощности трёх заводов, производящих аммиачную селитру (АО «Максам-Чирчик», «Навоиазот» и «Ферганаазот»), превысили 1 млн. 750 тыс. т в год. Она используется в сельском хозяйстве под все виды культур и на любых типах почв. Но ей присущи два серьёзных недостатка: это её слёживаемость при хранении и взрывоопасность [18, 5].

Для устранения слёживаемости селитры в неё вводят сульфатную, сульфатно-фосфатную, сульфатно-фосфатно-боратную добавки, каустический магнезит, брусит [18]. Наилучшими из них являются две последние добавки. Каустический магнезит (MgO) получается при обжиге природного минерала – магнезита (MgCO<sub>3</sub>), добываемого на Урале (Саткинское месторождение). Он раньше поступал на наши заводы. В настоящее время АО «Навоиазот» использует брусит – Mg(OH)<sub>2</sub>, закупаемый в России из Вятской области. Затрачивается при этом большое количество валютных средств.

В качестве веществ - добавок, снижающих уровень потенциальной опасности аммиачной селитры, используются:

- карбонатсодержащие соединения природного и техногенного происхождения (мел, известняк) [17, 1];
- калийсодержащие вещества (хлористый калий, сульфат калия) [3];
- вещества, содержащие одноименный катион – аммоний: сульфат аммония, орто- и полифосфаты аммония [15, 12, 2];

- прочие балластные вещества, не несущие полезной нагрузки, а определяющие только механическое разбавление аммиачной селитры (гипс, фосфогипс) [13, 14].

Представляет интерес жидкие удобрения, которые по сравнению с твердыми удобрениями имеют ряд преимуществ, как на стадии производства, так и на стадии потребления. Производство жидких удобрений позволяет исключить из технологического процесса такие энергоёмкие стадии, как сушка, грануляция, классификация готового продукта, значительно уменьшить объёмы абсорбционного оборудования и сократить до минимума выброс вредных веществ в атмосферу. Капитальные затраты в производство жидких удобрений на 10-15% ниже, чем в производство твердых удобрений [16, 6, 4]. В значительных объёмах жидкие комплексные удобрения производятся в США, Франции, Англии, Италии и ряде других стран [7].

Все эти задачи непосредственно относятся к настоящей работе, где изучен процесс азотнокислотной переработки доломитной муки Узбекистана в гидроксид магния (брусит), известково-аммиачную селитру и жидкое азотнокальциевое удобрение.

Нами [8, 9] изучен процесс разложения доломита, состава (вес.%): CaO – 37,55; MgO – 13,57; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,22; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,37; CO<sub>2</sub> – 44,43; SO<sub>3</sub> – 0,80; CO<sub>2</sub> – 35,64; н.о. – 0,56 слабой азотной кислотой. При этом установлены оптимальные параметры процесса разложения: концентрация HNO<sub>3</sub> - 40%, норма HNO<sub>3</sub> - 100% от стехиометрии, температура - 40°C, продолжительность - 30 минут. При этом степень извлечения магния составляет 99,81-99,98%.

Показано, что температура 20-60°C и продолжительность процесса разложения 10-60 минут не оказывают существенного влияния на извлечение кальция и магния.

Исследования по отделению нерастворимых остатков путём отстаивания показали, что крупные частицы доломита оседают достаточно быстро и через 3 минуты степень осаждения составляет 100% [10]. Скорость фильтрации по пульпе, влажному осадку, фильтрату с повышением температуры с 20°C до 60°C повышает с 770,75 кг/м<sup>2</sup>·ч до 1190,79 кг/м<sup>2</sup>·ч.

Далее изучен процесс выделения гидроксида магния из осветленных азотнокислых растворов разложения доломита путем аммонизации последнего газообразным аммиаком [11]. Показано, что с повышением pH среды до 8 степень обезмагниявания составляет всего 7,03%, хотя в этом случае полностью выпадают осадки полуторных оксидов, освобождая состав раствора нитрата кальция, магния и аммония. Установлено, что при увеличении pH до 10 осаждается 85% магния и практически полностью осаждается при pH = 11-12. Влажный осадок высушивали при 100-110°C до постоянной массы. Сухой гидроксид магния содержит около 95% MgO. При этом жидкая фаза, содержащая нитраты аммония, кальция и магния

в последующем может послужить в качестве жидкого азотнокальцевого удобрения. Он содержит до 15.40% азота, из которого 7.26% и 8.14% находятся в нитратной и аммонийной формах. Раствор обладает приемлемыми реологическими свойствами (1.025 г/см<sup>3</sup> и 1.10 сПз).

Дальнейшие исследования были направлены на использование растворов в качестве добавки к плаву нитрата аммония. Показано, что добавление аммонизированных NCa- и NCaMg-содержащих растворов в плавы NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> позволяет получить аммиачно-кальцевую селитру (АКС) с хорошими физико-химическими свойствами. При этом в качестве добавки к плаву нитрата аммония использовали аммонизированной до pH=8 раствор, содержащий 12,32% нитрата магния, 18,33% нитрата кальция и 14,22% нитрата аммония, а также аммонизированный pH=11 раствор, содержащий 0,63% нитрат магния, 17,84% нитрат кальция и 26,67% нитрат аммония. Они получены путем разложения доломита 110 %-ной нормой азотной кислоты.

Для установления состава АКС, полученной смешением плава нитрата аммония и продуктов разложения доломита были приготовлены образцы АКС, составы которых приведены в табл. 1.

**Таблица 1.**

**Состав аммиачно-кальцевой селитры на основе плава нитрата аммония и азотнокислых растворов разложения доломита с отделением и без отделения гидроксида магния**

| NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> :<br>АКР | Химический состав, масс. % |          |       |      |      | Солевой состав, масс. %            |                                    |                                  |
|--|----------------------------|----------|-------|------|------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
|  | №общ                       | Nнитрат. | Nамм. | CaO  | MgO  | Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2o</sub> | Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2o</sub> | NH <sub>4</sub> NO <sub>3o</sub> |
| Раствор без отделения гидроксида магния  |                            |          |       |      |      |                                    |                                    |                                  |
| 1:0,2                                    | 34,00                      | 17,50    | 16,50 | 1,15 | 0,62 | 2,27                               | 3,37                               | 94,35                            |
| 1:0,4                                    | 33,19                      | 17,52    | 15,67 | 2,12 | 1,14 | 4,18                               | 6,21                               | 89,56                            |
| 1:0,6                                    | 32,48                      | 17,53    | 14,95 | 2,96 | 1,58 | 5,82                               | 8,66                               | 85,46                            |
| 1:0,8                                    | 31,87                      | 17,54    | 14,33 | 3,68 | 1,97 | 7,25                               | 10,79                              | 81,89                            |
| 1:1,0                                    | 31,32                      | 17,55    | 13,78 | 4,32 | 3,31 | 8,49                               | 12,64                              | 78,78                            |
| Раствор с выделением гидроксида магния   |                            |          |       |      |      |                                    |                                    |                                  |
| 1:0,2                                    | 34,44                      | 17,51    | 16,93 | 1,12 | 0,03 | 0,12                               | 3,28                               | 96,76                            |
| 1:0,4                                    | 33,85                      | 17,46    | 16,39 | 2,07 | 0,06 | 0,22                               | 6,05                               | 93,68                            |
| 1:0,6                                    | 33,42                      | 17,46    | 15,96 | 2,88 | 0,08 | 0,30                               | 8,42                               | 91,24                            |
| 1:1,8                                    | 33,03                      | 17,44    | 15,59 | 3,58 | 0,10 | 0,37                               | 10,48                              | 89,11                            |
| 1:1,0                                    | 32,70                      | 17,44    | 15,26 | 4,20 | -    | 0,43                               | 12,29                              | 87,23                            |

Применение аммонизированного раствора азотнокислотного раствора (АКР) доломита со значением pH = 8 при массовых соотношениях NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> : АКР от 1:0,2 до 1:1 приводит к снижению общего содержания азота с 34,44% до 32,70%, при этом содержание нитратного азота составляет 17,44-17,51%, аммонийного азота – 15,26-16,93%, а содержание оксида кальция – 1.12-4.20%. При введении магнийсодержащей добавки (то есть без выделения

магния из азотнокислотной вытяжки), содержание оксида магния в продукте составляет 0.62-3.31%.

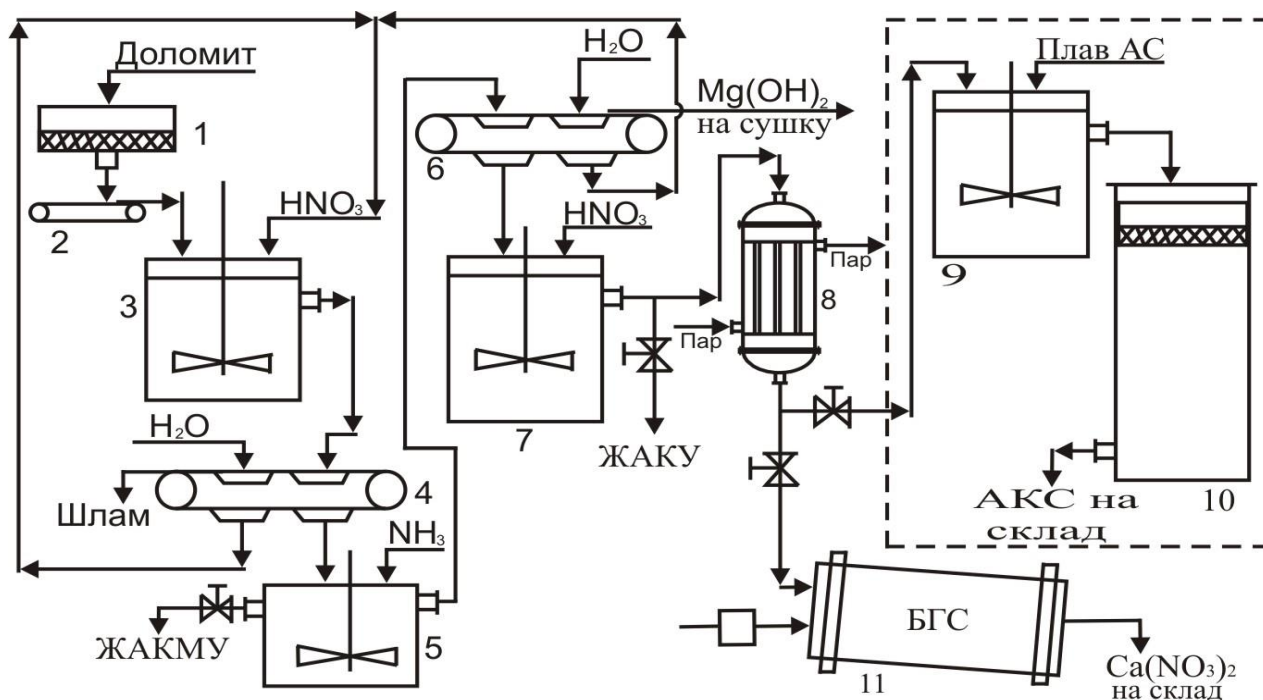
При введении раствора с pH=11 с увеличением доли вводимой добавки с 1:0,2 до 1:1 содержание нитратного азота повышается с 17,14% до 17,23%, аммонийного азота снижается с 16,58% до 15,53%, общего с 33,72% до 32,75%, содержание оксида кальция снижается с 5,75% до 3,49%.

Содержание нитрата кальция не превышает 14,73%, а нитрата магния 0,85%. Для получения АКС с повышенным содержанием нитратов кальция и магния необходимо получение плавов АКС с меньшим содержанием нитрата аммония, этого можно добиться уменьшением нормы азотной кислоты на разложение доломита.

На рис. 1 приведена принципиальная технологическая схема получения гидроксида магния, жидкого азотнокальцевого удобрения, прилированной аммиачно-кальцевой селитры и гранулированного нитрата кальция путем комплексной азотнокислотной переработки доломитной муки.

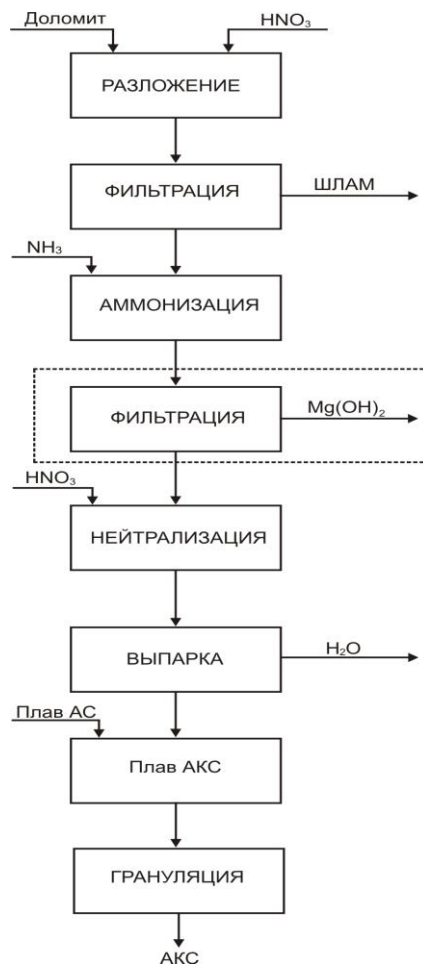
По схеме, доломитная мука из загрузочного бункера (поз. 1) через расходомер (поз. 2) подается в реактор разложения (поз. 3), куда одновременно дозируется азотная кислота. Затем образующейся продукт разложения самотеком поступает на вакуум-фильтр (поз. 4) для разделения жидкой и твердой фаз. После чего жидкая прозрачная азотнокислотная вытяжка направляется в аммонизатор (поз. 5),

где нейтрализуется газообразным аммиаком до  $pH=11-12$ . Образующаяся при этом аммонизированная пульпа подается на вакуум-фильтр (поз. 6) для выделения и промывки осадков гидроксида магния. Влажный гидроксид магния поступает на сушилку, а маточный раствор разбавляется (нейтрализуется до  $pH=4.5-5.5$ ) в реакторе (поз. 7) азотной кислотой, затем и подается на выпарку (поз. 8). При этом получаемый плав аммиачно-известковой селитры смешивается с плавом нитрата аммония в смесителе (поз. 9), после чего прилируется в грануляционную башню (поз. 10). При этом улучшаются пожаро-, взрывоопасные и товарные свойства аммиачной селитры. Следует отметить, что путем добавления кондиционирующей добавки в плав аммиачно-известковой селитры с последующим гранулированием в аппарате БГС (барaban гранулятор-сушилка) можно получить азотнокальцевое удобрение – нитрат кальция (поз. 11).



**Рисунок 1. Принципиальная гибкая технологическая схема комплексной переработки доломита:**  
 1 - бункер, 2 - дозатор, 3, 5 и 7-реактора, 4, 6 - фильтры, 8 - выпарной аппарат, 9 - смеситель,  
 10 – грануляционная башня, 11 – БГС (барaban гранулятор-сушилка)

На рис. 2 приведена схема материальных потоков переработки доломита Дехканабадского месторождения на гидроксид магния и аммиачно-кальцевую селитру.



**Рисунок 2. Схема материальных потоков производства гидроксида магния и аммиачно-кальциевой селитры из доломитной муки**

В табл. 2 приведены нормы технологического режима процесса переработки доломита Дехканабадского месторождения на гидроксид магния и аммиачно-кальциевую селитру.

**Таблица 2.**

**Нормы технологического режима процесса переработки доломитной муки азотной кислотой**

| Наименование стадии и потоков реагентов          | Показатели        |                 |                   |
|--|-------------------|-----------------|-------------------|
|  | Количество, тонна | Температура, °С | Прочие показатели |
| Доломит  | 5,565             | -               | -                 |
| Расход азотная кислота норма; %                  | 12,052            | -               | -                 |
| концентрация; %                                  | -                 | -               | 100-110           |
| температура, °С                                  | -                 | 40-45           | 40                |
| Продолжительность процесса, мин.                 | -                 | -               | 30-40             |
| Температура процесса, °С                         | -                 | 40-60           | -                 |
| Скорость фильтрации шлама, кг/м <sup>2</sup> ·ч  | -                 | -               | 767-1185          |
| Расход аммиака                                   | 0,195             | -               | -                 |
| рН   | -                 | -               | 10,5-11,0         |
| Скорость фильтрации осадка, кг/м <sup>2</sup> ·ч | -                 | -               | 182-891           |
| Количество гидроксида магния, т                  | 1,0               | 25-30           | -                 |
| Маточный раствор, т                              | 17,58             | 40-45           | -                 |

Таким образом, комплексная азотнокислотная переработка доломитной муки обеспечивает производства аммиачной селитры с эффективной добавкой – бруситом, известково-аммиачной селитрой с хорошими-химическими свойствами и жидкие

NCa- NCaMg удобрения, эффективные для внекорневого внесения сельскохозяйственных культур в тепличном хозяйстве.

#### Список литературы:

1. Бараниус В., Баруцкий Ю., Краузе А., Пауль Д., Штюмер К.-Н. Промышленные установки для производства известково-аммиачной селитры // Журнал ВХО им. Д.И.Менделеева. – 1983, т. 28, № 4, с. 439-445.
2. Ильин В.А. Разработка технологии сложного азотно-фосфатного удобрения на основе сплава аммиачной селитры: Автореф. дис. ... канд. техн. наук, Ивановский Гос. химико-технол. ун-т, г. Иваново, 2006, 17 с.
3. Конвисар Л.В. Новые виды удобрений на основе аммиачной селитры // Научно-технические новости: «ИНФОХИМ» – Спецвыпуск, 2004, № 2, с. 33-35.
4. Кочетков В.Н., Андреев М.В., Янкин В.М. Производство жидких комплексных удобрений марки 10-34-0. // Химическая промышленность, 1980, №2. - С. 37-38.
5. Лавров В.В., Шведов К.К. О взрывоопасности аммиачной селитры и удобрений на её основе // Научно-технические новости: ЗАО «ИНФОХИМ» – Спецвыпуск, 2004, с. 44-49.
6. Лембриков В.М., Малахова Н.Н. Жидкие комплексные удобрения. // Труды НИУИФ (к 85-летию НИУИФ). - Москва, 2004, с. 211-220.
7. Леонова Т.М. Основные направления исследований в области суспензионных удобрений в США // Химическая промышленность за рубежом, 1986, №5, с.31-47.
8. Михлиев О.А., Бобокулова О.С., Тожиев Р.Р., Мирзакулов Х.Ч. Получения гидроксида магния из доломита Дехканабадского месторождения. // Химия и химическая технология (Ташкент), 2019, № 3, с. 15-18.
9. Михлиев О.А., Бобокулова О.С., Тожиев Р.Р., Мирзакулов Х.Ч. Изучение процесса отделения нерастворимого остатка и реологических свойств продуктов разложения доломита азотной кислотой. // Развитие науки и технологий (Бухара), 2019, № 3, с. 27-31.
10. Михлиев О.А., Бобокулова О.С., Усмонов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Исследование влияние температуры и продолжительности процесса на разложение доломитов Дехканабадского месторождения Universum: Технические науки: электрон. научн. журн., 2019, №1(58). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/6183>.
11. Михлиев О.А., Хидирова Ю.Х., Бобокулова О.С., Мирзакулов Х.Ч. Исследование влияния нормы азотной кислоты на процесс разложения доломитов Дехканабадского месторождения. Universum: Технические науки: электрон. научн. журн., 2018, №10(55), URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/6183>.
12. Пак В.В., Пирманов Н.Н., Намазов Ш.С., Реймов А.М., Беглов Б.М. Азотосерные удобрения на основе плава аммиачной селитры и фосфогипса // Химия и химическая технология. – 2011, № 2, с. 21-24.
13. Пак В.В., Пирманов Н.Н., Намазов Ш.С., Реймов А.М., Беглов Б.М. Азотосерные удобрения на основе плава нитрата аммония и природного гипса // Химическая технология. Контроль и управление. – Ташкент. – 2012, № 3, с. 5-8.
14. Пак В.В., Тен А.В., Пирманов Н.Н., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Исследование процесса получения аммиачной селитры, фосфатизи-рованной с помощью аммофоса // Химическая промышленность. – 2011, т. 88, № 7, с. 361-368.
15. Патент № 6689181 США. МПК C05 1/00. Сульфат-нитрат аммония. / R.E. Highsmith, J.A. Kweeder, S.T. Correale. От 10.02.2004.
16. Пермитина Г.В., Полиевкова Э.Г., Рябченко И.К., Явтушенко В.Е., Малахова Н.Н., Лембриков В.М. Производство жидких и суспендированных комплексных удобрений. / Обзорная информация. Серия «Земледелие, химизация и мелиорация». - М: ВНИИТЭИСХ, 1979, 52с.
17. Постников А.В. Производство и применение известково-аммиачной селитры // Химизация сельского хозяйства. – 1990, № 9, с. 68-73.
18. Технология аммиачной селитры. / Под ред. проф. В.М.Олевского. – М.: Химия, 1978, 312 с.

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГИДРОКСИДА МАГНИЯ И ЖИДКИХ  
АЗОТНОКАЛЬЦИЕВЫХ УДОБРЕНИЙ ПУТЕМ АЗОТНОКИСЛОТНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ  
ДОЛОМИТОВОЙ МУКИ**

**Михлиев Ойбек Авлиёрович**

*PhD,  
Каршинский инженерно-экономический институт,  
Республика Узбекистан, г. Карши  
E-mail: [mixlievo@mail.ru](mailto:mixlievo@mail.ru)*

**Мусиров Шухрат Зиваддинович**

*ассистент,  
Каракалпакский государственный университет,  
Республика Узбекистан, г. Нукус  
E-mail: [ahmed\\_ram@mail.ru](mailto:ahmed_ram@mail.ru)*

**Реймов Ахмед Мамбеткаримович**

*д-р техн. наук, проф.,  
Каракалпакский государственный университет,  
Республика Узбекистан, г. Нукус  
E-mail: [ahmed\\_ram@mail.ru](mailto:ahmed_ram@mail.ru)*

**Мирзакулов Холтура Чориевич**

*д-р техн. наук, проф.,  
Ташкентский химико-технологический институт,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [khchmirzakulov@mail.ru](mailto:khchmirzakulov@mail.ru)*

**Сейтназаров Атаназар Рейнназарович**

*д-р техн. наук,  
Институт общей и неорганической химии АН РУз,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [atanazar77@mail.ru](mailto:atanazar77@mail.ru)*

**TECHNOLOGY FOR OBTAINING MAGNESIUM HYDROXIDE AND LIQUID NITROGENIC  
FERTILIZERS BY NITRIC ACID PROCESSING OF DOLOMITE FLOUR**

**Oybek Mikhliev**

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

**Shukhrat Musirov**

*Assistant,  
Karakalpak State University,  
Republic of Uzbekistan, Nukus*

**Akhmed Reymov**

*Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Karakalpak State University,  
Republic of Uzbekistan, Nukus*

**Kholtura Mirzakulov**

*Doctor of Technical Sciences, Prof.;  
Tashkent Institute of Chemical Technology,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

*Seytnazarov Atanazar Reypnazarovich*

*Doctor of Technical Sciences,  
Institute of General and Inorganic Chemistry  
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan  
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

### АННОТАЦИЯ

Изучены процессы разложения доломитной муки Дехканабадского месторождения, фильтрации продуктов азотнокислотного разложения доломита с удалением нерастворимого остатка, реологические свойства осветленной азотнокислотной вытяжки, аммонизации при pH = 7-8 с последующим удалением оксидов металлов и доаммонизации при pH = 11-12 с выделением гидроксида магния. При этом в качестве жидкой фазы образуются растворы нитраты кальция и аммония, служащие в качестве жидкого азотнокальциевого удобрения. Рассчитан материальный баланс и предложена принципиальная технологическая схема азотнокислотной переработки доломитовой муки в оксид магния и жидкие азотнокальциевые удобрения.

### ABSTRACT

The processes of decomposition of dolomite flour from the Dekhkanabad deposit, filtration of products of nitric acid decomposition of dolomite with the removal of insoluble residue, rheological properties of clarified nitric acid extract, ammonization at pH = 7-8 with subsequent removal of metal oxides and post-ammonization at pH = 11-12 with the release of magnesium hydroxide were studied. In this case, solutions of calcium and ammonium nitrates are formed as a liquid phase, serving as a liquid nitrogen-calcium fertilizer. The material balance has been calculated and a basic technological scheme of nitric acid processing of dolomite flour into magnesium oxide and liquid nitrogen-calcium fertilizers has been proposed.

**Ключевые слова:** доломит, азотная кислота, разложение, аммонизация, гидроксид магния, жидкое азотнокальциевое удобрение, материальный баланс, технологическая схема.

**Keywords:** dolomite, nitric acid, decomposition, ammoniation, magnesium hydroxide, liquid nitrogen-calcium fertilizer, material balance, technological scheme.

Оксид магния –  $Mg(OH)_2$  широко применяются в металлургии, в производстве огнеупорных материалов, электротехнике и целлюлозно-бумажной промышленности, производстве резинотехнических изделий, промышленности строительных материалов, сельском хозяйстве [12].

Магний используется для производства алюминиевых сплавов, которые ценятся за их прочность, легкость и огнестойкость. Крупнейшим их потребителем считается упаковочная промышленность, за ним следует транспортная промышленность, строительство и потребительские товары длительного пользования. Сплавы магния используются в тех отраслях промышленности, где тяжесть материала крайне необходимо. Mg – самый легкий из конструкционных материалов (почти в 5 раз легче Cu, в 4.5 раза легче Fe, в 1.5 раза легче Al) и обладает ковкостью и стойкостью к коррозии.

Производство титановой губки (сырой металлический титан) и чугуна, стали являются соответственно третьим (около 123 тыс. тонн или 11% от общего потребления) и четвертым (119 тыс. тонн) по величине сферами потребления магния. В них металлический магний используется в качестве деоксидизера, десульфуризатора и модификатора.

Сплавы на основе магния нашли широкое применение в атомной энергетике, авиационной и космической промышленности, благодаря высокой их прочности и устойчивости к коррозии. Кроме того, они устойчивы в щелочах, минеральных маслах, фторсодержащих газовых средах при хранении химических веществ в резервуарах.

Основными природными источниками магнезиального сырья являются: магнезит -  $MgCO_3$ , брусит -

$Mg(OH)_2$ , доломит -  $MgCO_3 \cdot CaCO_3$ , карналлит -  $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ , бишофит -  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ , кизерит -  $MgSO_4 \cdot H_2O$ , каинит -  $MgSO_4 \cdot KCl \cdot 3H_2O$ , лангбейнит -  $2MgSO_4 \cdot K_2SO_4$ , эпсомит -  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ .

Наиболее крупными разведанными запасами магнезита обладают Китай (1200 млн. т), Россия (820 млн. т), Словакия (490 млн. т), остальные Европейские страны (160 млн. т), КНДР (445 млн. т), Австралия (260 млн. т), Америка (105 млн. т). На их долю приходится более 90% от общих мировых разведанных запасов [11]. Месторождение брусита (гидроксид магния) намного редко, чем магнезит. Крупное месторождение брусита - Кульдурское месторождение находится в России с балансовым запасом 4,9 млн. т. Гидроксид магния является основным или промежуточным соединением в производстве оксида магния и его солей [14].

Весьма ценным сырьем для получения магнезиальных порошков является морская вода и рассолы. Существенный запас магния находится в воде морей и океанов, содержащих в среднем 0.3%  $MgCl_2$ , 0.04%  $MgBr_2$ , 0.18%  $MgSO_4$ . По ориентировочным подсчетам, в гидросфере имеется  $1.85 \cdot 10^{15}$  т магния, однако из-за малой концентрации добыча его из морской воды обходится дорого [13]. Хотя, продукция из морской воды и рассолов характеризуется высоким качеством, содержание MgO составляет не менее 96-99%, порошки имеют высокую плотность и микрочернистость (40-80 микрон), что важно для качества огнеупоров. Из морской воды получают около 15% всего объема магния в мире.

В Узбекистане рапы, рассолы и смешанные соли озер Караумбет и Барсакельмес служат качественным магниевым сырьем для получения соединений магния

по отдельности:  $MgO$ ,  $Mg(OH)_2$ ,  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ,  $NaCl$  и  $Na_2SO_4$  после соответствующих их очистки [2].

Магний в природе встречается ещё в виде силикатных пород, к которым относятся, например, оливин  $(Mg,Fe)_2SiO_4$ , тальк  $3MgO \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$ , серпентин  $3MgO \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ . При обогащении хризотил-асбеста образуются большие объёмы отхода – серпентинита, занимающие огромные площади [5]. Помимо лизардита  $Mg_6[(Si_4O_{10})(OH)_8]$ , серпентинит содержит минералы группы серпентина (форстерит, диопсид, хризотил), которые имеют одинаковую формулу  $Mg_3[Si_2O_5](OH)_8$ . Серпентинит в своем составе содержит 30-45%  $MgO$ , что предопределяет его перспективность для получения соединений магния.

Для производства магния в качестве природного сырья может служить доломиты, запасы которых неисчерпаемы [3, 10, 15, 4, 1]. В работе [10] природный доломит предлагает в качестве магниезальной добавки к аммиачной селитре для улучшения её свойств, а в работе [15] использован для получения дефолианта хлопчатника - кальциево-магниевого хлората.

Ранее [6] нами изучен процесс получения гидроксида магния из доломита Дехканабадского месторождения ( $CaO$  – 37,55%;  $MgO$  – 13,57%;  $Fe_2O_3$  – 0,22%;  $Al_2O_3$  – 0,37%;  $CO_2$  – 44,43%;  $SO_3$  – 0,80%;  $CO_2$  – 35,64%; н.о. – 0,56%) путем его азотнокислотного разложения с последующим осветлением азотнокислотной вытяжки и нейтрализацией с помощью газообразного аммиака до  $pH = 11-12$ .

При этом изучение влияния нормы (100-150% от стехиометрии на разложение карбонатных минералов), концентрации азотной кислоты (40-57%),

температуры (20-60°C) и продолжительности процесса (10-60 минут) на степень разложения доломитного минерала [8, 9].

На основе полученных данных рассчитаны константы скорости реакции и энергии активации процесса разложения доломита азотной кислотой. Константы скорости реакции разложения в зависимости от температуры подчиняются уравнению Аррениуса и выражаются следующими эмпирическими уравнениями:  $K = 29.50 \cdot e^{-\frac{938.2}{T}}$  для 40 %-ной

$HNO_3$ ;  $K = 32.13 \cdot e^{-\frac{1025.8}{T}}$  для 50 %-ной  $HNO_3$  и

$K = 33.94 \cdot e^{-\frac{1201.3}{T}}$  для 57 %-ной  $HNO_3$ .

На рис. 1 приведены зависимости констант скоростей реакции от температуры, которые выражаются прямой линией и прямолинейно уменьшаются с увеличением значений  $1/T \cdot 10^3$ .

Рассчитанные значения константы скорости и энергии активации разложения Дехканабадского доломита азотной кислотой составляют  $0.663 \text{ с}^{-1}$  и  $2.284 \text{ ккал/моль}$ ,  $0.627 \text{ с}^{-1}$  и  $2.310 \text{ ккал/моль}$ ,  $0.577 \text{ с}^{-1}$  и  $2.759 \text{ ккал/моль}$ , соответственно для концентрации  $HNO_3$  – 40, 50 и 57%.

На основе полученных кинетически характеристик разложения доломита Дехканабадского месторождения азотной кислотой установлены оптимальные условия ведения процесса: концентрация  $HNO_3$  – 40%, температура – 40-50°C, продолжительность процесса – 30 минут.

В табл. 1 приведены результаты влияния нормы  $HNO_3$  на состав жидкой фазы из продуктов разложения доломита.

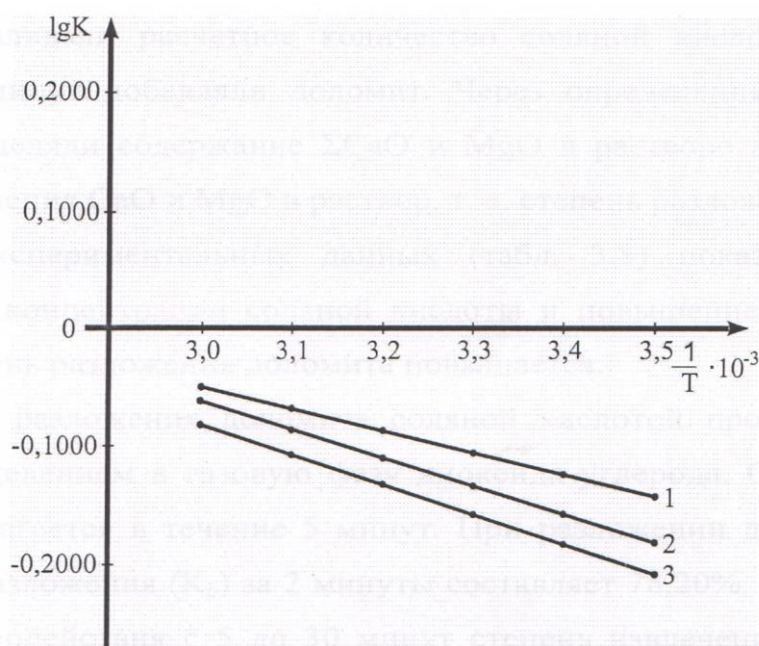


Рисунок 1. Зависимость константы скорости от температуры при концентрациях  $HNO_3$ :  
 1 – 40%, 2 – 50%, 3 – 57%

Таблица 1.

**Влияние нормы 40 %-ной азотной кислоты на химический состав жидкой фазы**

| Норма HNO <sub>3</sub> , % | Химический состав жидкой фазы, масс. % |      |                                |                                |                              | Соотношение Ж:Т |
|----------------------------|--|------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------|
|                            | CaO                                    | MgO  | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> |                 |
| 100                        | 9.80                                   | 3.59 | 0.021                          | 0.073                          | 33.70                        | 233.5           |
| 110                        | 9.03                                   | 3.31 | 0.020                          | 0.069                          | 34.16                        | 253.5           |
| 120                        | 8.37                                   | 3.07 | 0.019                          | 0.065                          | 34.52                        | 273.5           |
| 130                        | 7.80                                   | 2.86 | 0.018                          | 0.061                          | 34.85                        | 293.5           |
| 140                        | 7.30                                   | 2.68 | 0.017                          | 0.057                          | 35.13                        | 313.5           |
| 150                        | 6.87                                   | 2.52 | 0.018                          | 0.054                          | 35.36                        | 333.5           |

Данные указывают на то, что с увеличением нормы HNO<sub>3</sub> от 100 до 150% содержание компонентов в растворе снижаются, за исключением NO<sub>3</sub> (с 33.70% до 35.36%), а соотношение Т:Ж меняется от 233.5 до 333.5. Компонентами нерастворимого остатка в кислоте являются соединения кальция, магния, железа и алюминия. Так, в нем содержится 0.18-1.72% MgO, 38.05-40.80% CaO, 7.62-8.80% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

и 5.03-6.10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (табл. 2). Этот осадок выбрасывается в отвал либо его можно использовать в качестве активированной добавки к портландцементу.

Таким образом, степень извлечения MgO очень высока ( не менее 99,8%. Степень перехода CaO составляет 98.3-98.4, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 38.3-46.6%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 75.0-79.3%. Установлено, что для извлечения магния достаточно 100 %-ная норма HNO<sub>3</sub> от стехиометрии.

Таблица 2.

**Влияние нормы 40 %-ной азотной кислоты на химический состав твердой фазы**

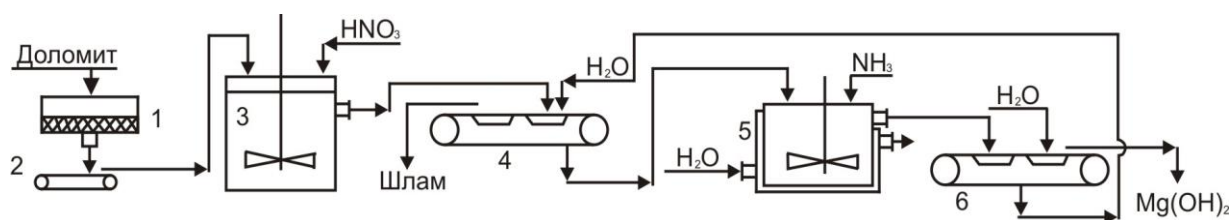
| Норма HNO <sub>3</sub> , % | Состав твердой фазы, масс. % |      |                                |                                |
|----------------------------|------------------------------|------|--------------------------------|--------------------------------|
|                            | CaO                          | MgO  | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| 100                        | 40.80                        | 1.72 | 8.80                           | 6.10                           |
| 105                        | 40.30                        | 1.27 | 8.71                           | 5.68                           |
| 110                        | 40.05                        | 0.99 | 8.62                           | 5.44                           |
| 120                        | 39.55                        | 0.72 | 8.52                           | 5.20                           |
| 130                        | 39.05                        | 0.54 | 8.50                           | 5.08                           |
| 140                        | 38.55                        | 0.36 | 8.40                           | 5.05                           |
| 150                        | 38.05                        | 0.18 | 7.62                           | 5.03                           |

Осуществлены процессы отстаивания и фильтрации продуктов азотнокислотного разложения доломита, а также изучены реологические свойства осветленной азотнокислотной вытяжки [7]. При этом показано, что осаждение крупных частиц недо-разложившего доломита протекает довольно быстро и через 180 секунд достигается максимальная степень его осаждения.

С целью выделения магния в виде гидроксида изучено влияние pH (7.5-12) при аммонизации осветленной азотнокислотной вытяжки. Показано, что при аммонизации до pH = 7.5-8 степень осаждения магния не превышает 3-7%, хотя осадки полуторных оксидов выпадают полностью, а при повышении pH до 10 степень осаждения магния составляет 85-87.5%, а при pH = 11-12 этот показатель

достигает 96.52-97.22%. Влажный осадок высушивали при 100-110°C до постоянной массы. Сухой гидроксид магния содержит около 95% MgO. При этом жидкая фаза, содержащая нитраты аммония, кальция и магния в последующем может послужить в качестве жидкого азотнокальциевого удобрения. Он содержит до 15.40% азота, из которого 7.26% и 8.14% находятся в нитратной и аммонийной формах. Раствор обладает приемлемыми реологическими свойствами (1.025 г/см<sup>3</sup> и 1.10 сПз).

Полученные в лабораторных условиях данные послужили основой для разработки технологии получения гидроксида магния и жидких азотнокальциевых удобрений. Принципиальная технологическая схема получения гидроксида магния приведена на рис. 2.



**Рисунок 2. Принципиальная технологическая схема получения гидроксида магния: 1-бункер, 2-дозатор, 3, 5 - реактора, 4, 6-фильтры**

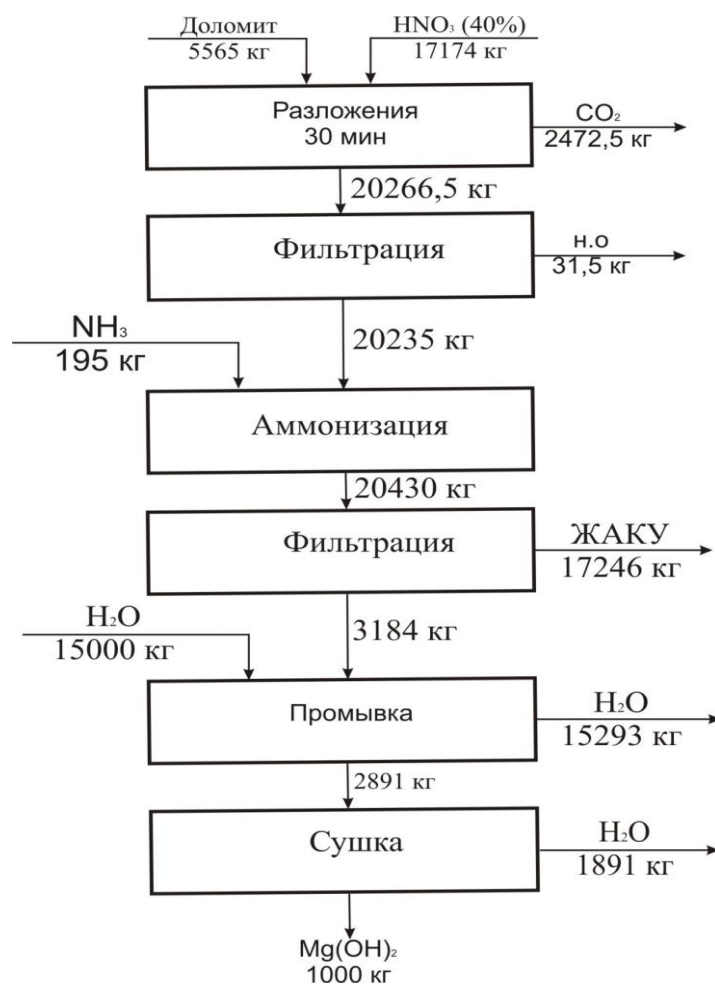
Технология получения гидроксида магния включает следующие стадии:

- разложение доломита азотной кислотой;
- отделение нерастворимых остатков фильтрованием;
- нейтрализацию осветленного раствора газообразным аммиаком;
- отделение, промывку и сушку гидроксида магния;
- переработка маточного раствора в жидкие азотнокальциевые удобрения.

Согласно технологической схеме, доломит через расходный бункер (поз. 1) и дозатор (поз. 2) поступает

в реактор разложения (поз. 3), куда одновременно дозируется азотная кислота. Образующийся при этом азотнокислотная суспензия подается на вакуум-фильтр (поз. 4) и далее на нейтрализацию в аммонизатор (поз. 5). Далее аммонизированная пульпа подается на вакуум-фильтр (поз. 6) для разделения гидроксида магния. Гидроксид магния промывается водой на фильтре и транспортируется на сушку, а маточный раствор направляется на дальнейшую переработку для получения жидких азотно-кальциевых удобрений (ЖАКУ).

На рис. 3 приведена схема материальных потоков и материальный баланс переработки доломита на гидроксид магния и ЖАКУ.



**Рисунок 3. Схема материальных потоков и материальный баланс переработки доломита на гидроксид магния**

Из неё видно, что для получения 1000 кг гидроксида магния необходимо 5565 кг доломита. При этом для разложения потребуется 17174 кг 40 %-ной азотной кислоты. В этом случае выделяется 2472,5 кг углекислого газа, в результате образуется 20266,5 кг продуктов разложения, из них 315 кг нерастворимого остатка и 20235 кг чистый азотнокислотной вытяжки. Для нейтрализации осветленной кислотной вытяжки необходимо 195 кг аммиака. После фильтрации аммонизированной пульпы на фильтре остается 3184 кг влажного осадка гидроксида магния

и 17246 кг маточного раствора в качестве ЖАКУ. Последнее содержит нитраты кальция и аммония. После промывки гидроксида магния водой и его сушки получается 1000 кг гидроксида магния.

Таким образом, показано принципиальная возможность переработки местных доломитов в гидроксид магния и жидкие азотнокальциевые удобрения. При этом в качестве кислотного реагента служить 40 %-ная азотная кислота, а нейтрализующего агента – газообразный аммиак.

**Список литературы:**

1. Обзор рынка магнезия и магнезита в СНГ. INFOMINE Research Group. // [www.infomine.ru](http://www.infomine.ru), 2004.
2. Обзор рынка магнезиального сырья (магнезита и брусита) и магнезитовых порошков в СНГ. INFOMINE Research Group. // [www.infomine.ru](http://www.infomine.ru), - Москва, 2011.
3. Семенихина М.А., Вишняков А.В., Чашин В.А. Взаимодействие гидроксида магнезия с растворами солей металлов, образующие малорастворимые гидроксиды. // *Успехи химии и химической технологии*. - 2009. - № 4. – С.25-29.
4. Основы металлургии магнезия. // <https://metallurgy.zp.ua>, 08.09.2017.
5. Mirzakulov Kh.Ch., Tojiev R.R. Processing brine of salt lakes of Karakalpakstan in products of economic purpose. // *International Scientific Journal Theoretical & Applied Science* // USA. 2019, ISSN(P): 2308-4944; ISSN(E): 2409-0085 Vol. 80, Issue 12, Dec 2019, pp. 235-243.
6. Методические рекомендации по применению классификации запасов к месторождениям асбеста. / Министерство природных ресурсов Российской Федерации. – М.: 2005. – 40с.
7. Адылов Д.К., Алиев А.Т., Ким Р.Н., Мирзаев А. Технология получения магнезиевых и кальциевых соединений на основе местного сырья. // *Узбекский химический журнал*. – Ташкент, 2011. - №4. – С.48-50.
8. Набиев А.А. Технология получения термостабильной аммиачной селитры с добавкой доломита: Дисс. .... доктора философии по техн. наукам (PhD). – ИОНХ АН РУз Ташкент. – 2019. - 120с.
9. Хамракулов З.А., Тухтаев С., Аскарлова М.К. Хлорат кальций-магнезиевый дефолиант на основе минерального сырья Узбекистана. Germaniya, Verlag: LAR LAMBERT Academic Publishing, IST imprints Der: OmniScriptum GmbH&Co. KG, Bahnhofsstra Be 28.66111 Saarbrücken, Deutschland. Email: [info@lap-publishing.com](mailto:info@lap-publishing.com). 2017 год. – 168 с.
10. Дадаходжаев А.Т. Разработка и внедрение технологических процессов переработки доломита. // *Узб. хим. журн.*, 2015, № 3, с. 53-57.
11. Akhmedov M.E., Dadakhodzhaev A.T., Guro V.P. Technology of processing of Navbakhore dolomite on magnesium compounds. *Open Access Journal of Chemistry*. Volume 2, Issue 2, 2018, pp 1-6.
12. Михлиев О.А., Бобокулова О.С., Тожиев Р.Р., Мирзакулов Х.Ч. Получения гидроксида магнезия из доломита Дехканабадского месторождения. // *Химия и химическая технология (Ташкент)*, 2019, № 3, с. 15-18.
13. Михлиев О.А., Хидирова Ю.Х., Бобокулова О.С., Мирзакулов Х.Ч. Исследование влияния нормы азотной кислоты на процесс разложения доломитов Дехканабадского месторождения. *Universum: Технические науки: электрон. научн. журн.*, 2018, №10(55), URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/6183>.
14. Михлиев О.А., Бобокулова О.С., Усмонов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Исследование влияние температуры и продолжительности процесса на разложение доломитов Дехканабадского месторождения *Universum: Технические науки: электрон. научн. журн.*, 2019, №1(58). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/6183>.
15. Михлиев О.А., Бобокулова О.С., Тожиев Р.Р., Мирзакулов Х.Ч. Изучение процесса отделения нерастворимого остатка и реологических свойств продуктов разложения доломита азотной кислотой. // *Развитие науки и технологий (Бухара)*, 2019, № 3, с. 27-31.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СИЛОКСАНА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКОГО СВОЙСТВА  
КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ПОЛИПРОПИЛЕНА****Тошхужаев Абдулахад Абдулхафиз угли**

докт.

Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [tashkhadzhayev@mail.ru](mailto:tashkhadzhayev@mail.ru)

**Тиллаев Абдулхафиз Тошевич**

канд. тех. наук, с.н.с

Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии  
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**Вафаев Ойбек Шукуруллаевич**

канд. техн. наук.

Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии  
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**Ражабов Рахимбой**

менеджер

отдела НИОКР ООО «UzAuto CEPLA»  
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**STUDY OF THE EFFECT OF SILOXANE ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES  
OF A COMPOSITE MATERIAL BASED ON POLYPROPYLENE****Abdulahad Toshkhuzhaev**

Doc.

Tashkent Research Institute of Chemical Technology  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**Abdulkhafiz Tillaev**

Cand. those. Sciences Associate Professor,  
Tashkent Institute of Chemical Technology  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**Oybek Vafaev**

Candidate of Technical Sciences

Tashkent Research Institute of Chemical Technology  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**Rakhimboy Razhabov**

Manager

of the R&D department of UzAuto CEPLA LLC  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**АННОТАЦИЯ**

Полипропилен с неорганическими пигментами и минеральным наполнителем (ПКМ) позиционируется как потенциальная альтернатива акрилонитрилбутадиенстирол для автомобильной промышленности для производства интерьерных деталей. Однако (ПКМ) легко повреждается царапая его поверхность, тем самым ограничивая его приемлемость для интерьерные приложения. В этом исследовании исследуется влияние силоксана на свойства ПКМ. В ходе работы было получено образцы ПКМ с силаном и тестировано на Erichsen Scratch Hardness Tester 430 P-Smart. Полученные образцы идентифицировано с помощью колориметра Color Eye X-Rite.

**ABSTRACT**

Polypropylene with inorganic pigments and mineral filler (PCM) is positioned as a potential alternative to acrylonitrile butadiene styrene for the automotive industry for the production of interior parts. However (PCM) is easily damaged by scratching its surface, thereby limiting its acceptability for interior applications. This study investigates the effect of siloxane on PCM properties. In the course of the work, PCM samples with siloxane were obtained and tested on the Scratch Hardness Tester 430 P-Smart. The resulting samples were identified using a Color Eye X-Rite colorimeter.

**Ключевые слова:** полипропилен, тальк, силоксан, содержание золы, экструдер, термопластавтомат, колориметр.  
**Keywords:** polypropylene, talc, siloxane, ash content, extruder, injection molding machine, colorimeter.

Термопластичные олефины (ТПО) оказались в центре внимания как замена автомобильных внутренних и наружных материалов из-за их низкая себестоимость изготовления и малый вес. Однако есть были проблемы с механическими характеристиками (модуль изгиба, текучесть напряжение и вязкость разрушения) по сравнению с металлическими материалами [1]. Для автомобильных интерьеров важны как эстетика, так и механические свойства. материала ПКМ не хватает устойчивость к царапинам по сравнению с другими конструкционными пластиками. Кроме того, на механические свойства ТПО сильно влияет их кристалличность [2].

Композиционный материал на основе полипропилена (КМ) заменяет Поликарбонат (ПК), Акрилонитрилбутадиенстирол (АБС) во многих отношениях с хорошей устойчивостью к атмосферным воздействиям и низкой стоимостью. Тем не менее, КМП относительно мягкий по сравнению с ПК, АБС чувствительны к царапинам и повреждениям во время производственных процессов и в течение всего срока использования потребителем. Это имеет решающее значение для повышения устойчивости КМ к царапинам и повреждениям для будущих применений (3).

Как правило, для низкомолекулярных полимеров увеличение по модулю и снижение коэффициента трения может уменьшить глубину царапин и размер пластической зоны на поверхности царапины (4). Есть три метода которые используются для улучшения трибологических свойств данного пластического

материала, а именно: 1) моделирование молекулярной структуры полимера, т.е. кристалличность, 2) смешивание с полимерами, устойчивыми к царапинам, и 3) производство полимерные композиты с различными наполнителями и добавками [5]. В [6] исследовании изучались эффекты различных типов наполнителей. и добавки. Так же новая смазка и модификатор интерфейса, которые, как известно, могут уменьшить коэффициент трения и улучшить оценивается эффективность жесткого наполнителя.

**Целью данной работы** являлось исследование влияния модификатора на основе силоксана, на физико-механические свойства компаундов на основе полипропилена.

**Новизна работы:** Получение композиционного материала (КМ) для производства автомобильных интерьерных деталей на основе местного сырья с улучшенными свойствами.

**Методика эксперимента.** В работе использовались полипропилен J-350 продукции компании СП ООО «Uz-Kor Gas Chemical» производимых по технологии «Lotte Chemical» и силоксановый модификатор LYSI, китайского производства. В качестве наполнителя использовался мелкодисперсный тальк марки МТ-1, продукция Республики Узбекистан компании ООО «Al-Rasa», изготовленный из тальковых камней афганского месторождения. Для проведения испытания разработали рецептуру:

Таблица 1.

Рабочая рецептура для проведения испытание

| Рецепт-№1 |                    |                    | Рецепт-№2 |                    |                    |
|-----------|--------------------|--------------------|-----------|--------------------|--------------------|
| №         | Наименование сырья | Доля в рецептуре % | №         | Наименование сырья | Доля в рецептуре % |
| 1         | ПП J-350           | 80.0               | 1         | ПП J-350           | 77.5               |
| 2         | Наполнитель        | 20.0               | 2         | Наполнитель        | 20.0               |
| 3         | Антиоксидант       | 0,05               | 3         | Антиоксидант       | 0,05               |
| 4         | Пигмент            | 0,6                | 4         | LYSI               | 2.5                |
|           |                    |                    | 5         | Пигмент            | 0.6                |

Предварительно все компоненты смешивали вручную, в течение 15 мин и загружали в двухшнековый лабораторный экструдер. Компаунд, состоящий из Полипропилен-силоксан - тальк, был получен методом экструзии при температуре 210°C с частотой вращения шнеков 100 об/мин. Образцы

для испытаний были изготовлены на термопластавтомате (ТПА) –методом литья под давлением. Изготовленные образцы испытывались согласно стандартам: Показатель текучести расплава (ПТР) – ISO 1133-1; Метод определения содержания золы - ISO 3451-1, Устойчивость к царапинам и повреждениям GMW-14688.

С помощью прибора Tinius Olsen MP1200 проверили текучесть данного композиционного материала, содержание золы определяется в муфельной печи при температуре 650-700°C.

Для определения стойкость к царапинам существует ряд тестов и различное оборудование, такое как тестер царапин Erichsen Scratch Hardness Tester 430 P-Smart, тестер царапин Five Finger. Основной принцип всех методов определения стойкости поверхности к царапанию одинаков. К поверхности прикладывается определенное механическое напряжение, в результате чего возникает повреждение. количественно. Это означает, что числа, полученные в разных тестах, несопоставимы, но относительные результаты для разные материалы похожи. В этих исследованиях использовался прибор для испытания на царапание Erichsen Scratch Hardness Tester 430 P-Smart. Прибор

для испытания на царапание Erichsen Scratch Hardness Tester 430 P-Smart позволяет оценивать стойкость к царапанию при силе от 5 N до 20 N. В испытании прилагались сила 10 N при скорости царапающего инструмента 1000 мм/мин. Инструмент находится в контакте с поверхности через наконечник круглой формы диаметром 1 мм. Шаблон из 20 линий (10 в одном направлении и 10 под прямым углом). Генерируется тестером, а устойчивость к царапанию определяется впоследствии путем измерения разницы в яркости поцарапанной и не поцарапанной поверхности. Рисунок -1 иллюстрирует результат, которого можно достичь с помощью оборудования Erichsen. Разница в яркости измеряется с помощью прибора Color Eye X-Rite, а полученное значение дельта L\* (система CieLab) используется в качестве индикатора стойкости компаундов к царапанию.

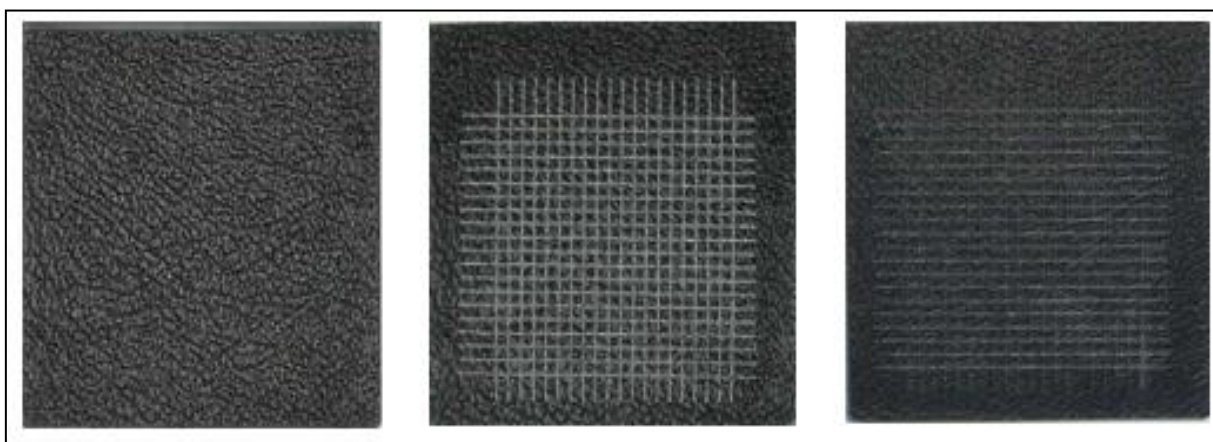


Рисунок 1. Поверхность без царапин (слева), поцарапанная без добавки (в центре) и поцарапанная с добавкой (справа)

Таблица 2.

#### Результаты испытаний

| № | Наименование | Содержание добавки % | Содержание золы % | Показатель текучести расплава 10мин\г | Результат ( $\Delta L^*$ ) (верхняя часть) | Результат ( $\Delta L^*$ ) (нижняя часть) |
|---|--------------|----------------------|-------------------|---------------------------------------|--|---|
| 1 | Образец №1   | 0                    | 19,2              | 9,53                                  | 4,95 L                                     | 5,05 L                                    |
| 2 | Образец №2   | 2.5                  | 19,4              | 9,86                                  | 1.76 L                                     | 1,88 L                                    |

**Вывод:** Было разработано КМ улучшенные свойствами на основе местного сырья. С помощью силосана во время переработки КМ было замечено улучшенную обработку, легкость высвобождение из

формы образца, снижение коэффициента трения, а также устойчивость к царапинам. Силоксановая добавка ни чем не влияла на остальные параметры как: Содержание золы и ПТР.

#### Список литературы:

1. Тошхужаев А.А., PhD. Вафаев О.Ш. с.н.с Тиллаев А.Т., Махаллий хом ашёлар асосида олинган сирт фаол моддани полипропилен асосидаги композицион материалларга куллаш ва физик-механик хоссаларини яхшилаш « Нефт ва газ соҳасида Таълим-ишлаб чиқариш кластерини ривожлантиришда инновацион ёндашувлар » Халқаро конференция материаллари. Том-2, 195 с, 30.04 22 г Ташкент.
2. Тошхужаев А.А., PhD. Вафаев О.Ш. с.н.с Тиллаев А.Т., Улучшение оптических свойств композиционного материала на основе полипропилена путем добавление амидов жирных кислот «Инновационные подходы к развитию Образовательно производственного кластера в нефтегазовой отрасли» Том-2 196, 30.04 22 г Ташкент.

3. George Wyruch, Databook of Surface Modification Additives, 2018, Pages 15-146.
4. П. Буряк. Полимерные материалы. 7. 6-15 (2007).
5. С.А. Harper. Handbook of plastics, elastomers and composites. Mc Grow Hill Handbooks. 210(2004).
6. T.Parenteau, G.Ausias, Y.Grohens, P.Pilvin, Structure, mechanical properties and modelling of polypropylene for different degrees of crystallinity. Volume 53, Issue 25, 30 November 2012, Pages 5873-5884B.

DOI – 10.32743/UniTech.2022.101.8.14113

**ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИММОБИЛИЗОВАННОГО СОРБЕНТА  
НА ОСНОВЕ ОЛИГОМЕРА, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ ЭХГ И МОЧЕВИНЫ****Тураев Хайит Худайназарович***профессор, д-р хим. наук,  
декан технического факультета  
Термезского государственного университета,  
Республика Узбекистан, г. Термез***Гаффорова Шахло Вохид кизи***докторант  
Термезского государственного университета,  
Республика Узбекистан, г. Термез***Рашидова Гулрухсор Еркиновна***ст. преподаватель  
Термезского государственного университета,  
Республика Узбекистан, г. Термез***Соттикулов Элёр Сотимбоевич***ст. научный сотр., (PhD), с.н.с.,  
ООО «Ташкентского научно-исследовательского института  
химической технологии»,  
Республика Узбекистан, п. Ибрат  
E-mail: [elyor-s88@mail.ru](mailto:elyor-s88@mail.ru)***Соатов Сирожиддин Уролович***мл. науч. сотр.,  
ООО «Ташкентского научно-исследовательского института  
химической технологии»,  
Республика Узбекистан, п. Ибрат***THERMAL ANALYSIS OF AN IMMOBILIZED SORBENT BASED  
ON AN OLIGOMER OBTAINED FROM EPICHLOROHYDRIN AND UREA****Hayit Turaev***Professor, doctor of chemical sciences,  
dean of the technical faculty of Termez State University,  
Republic of Uzbekistan, Termez***Shahlo Gafforova***Doctoral student  
of Termez State University,  
Republic of Uzbekistan, Termez***Gulrukhsor Rashidova***Senior Lecturer,  
Termez State University,  
Republic of Uzbekistan, Termez***Elyor Sottikulov***Senior Researcher, (PhD), Senior Researcher,  
Tashkent Research Institute of Chemical Technology LLC,  
Republic of Uzbekistan, Ibrat*

*Sirojiddin Soatov**Junior Researcher,**Tashkent Research Institute of Chemical Technology LLC,  
Republic of Uzbekistan, Ibrat*

### АННОТАЦИЯ

В данной работе рассмотрен термический анализ иммобилизованного сорбента на основе олигомера, полученного из эпихлоргидрина и мочевины. При термогравиметрическом анализе (ТГА) синтезированного сорбента было отмечено, что происходит три интервала интенсивной потери массы. Установлено, что 1-й интервал потери массы составляет 16,37-132,92°C, 2-й интервал потери массы 132,92-364,43°C, 3-й интервал потери массы 364,43-900°C.

### ABSTRACT

In this paper, we consider the thermal analysis of an immobilized sorbent based on an oligomer obtained from epichlorohydrin and urea. In the thermogravimetric analysis (TGA) of the synthesized sorbent, it was noted that an intense weight loss occurs in the temperature range. It was found that the 1st weight loss interval is 16.37-132.92 °C, the 2nd weight loss interval is 132.92-364.43 °C, the 3rd weight loss interval is 364.43-900 °C.

**Ключевые слова:** иммобилизация, мочевины, эпихлоргидрин, сорбент, термогравиметрия, силикагель, время насыщения, водный раствор.

**Keywords:** immobilization, urea, epichlorohydrin, sorbent, thermogravimetric, silica gel, saturation time, aqueous solution.

### Введение

Повышение производительности металлургических предприятий является одним из важных вопросов дальнейшего развития экономического потенциала Узбекистана. Это предполагает максимальное и целевое использование существующих технологических мощностей, а также новых, безотходных, экологически чистых процессов, дающих возможность комплексно извлекать ценные компоненты из руд в виде товарной продукции. В связи с этим достигнут ряд положительных результатов в плане разработки методов синтеза термически и химически устойчивых ионитов, определения их структуры, свойств и практического применения.

При поступлении тяжелых металлов и радионуклидов в окружающую среду сорбционные методы их очистки являются одним из важнейших комплексных мероприятий, направленных на ликвидацию техногенных загрязнений [1]. В зависимости от степени загрязнения и цели использования грунта могут быть реализованы разные способы сорбционной очистки. Например, при слабом загрязнении почвы, используемой для сельского хозяйства, сорбенты следует применять в глубине плодородного слоя и не отделять их от очищаемой почвы. Для этого широко используют минеральные сорбенты: глины, цеолиты, апатиты и др. [2].

В работе для извлечения ионов никеля (II) использовались иониты, содержащие фосфор. Для сорбции ионов никеля (II) использовали Ионит с полимерно-бутадиеновым каучуком, применяемый в промышленности. Ионит получали окислительным хлорфосфорированием СКД РС13 в присутствии кислорода с последующим гидролизом полученного продукта. Изучены кинетические закономерности сорбции ионов кобальта и никеля на фосфорсодержащем катионите. На основании полученных результатов установлено, что лимитирующей стадией

процесса является внутренняя и внешняя диффузия. В то же время в общую скорость процесса вносит вклад и стадия взаимодействия сорбированных ионов с функциональными группами катионита. САС катионитных ионов никеля (II) очень мала и составляет 0,5 ммоль/г. Столь малая емкость, вероятно, связана с отсутствием в этом катионите комплексообразующих групп [3].

Загрязнение тяжелыми металлами представляет угрозу для окружающей среды и здоровья человека, поэтому эффективное удаление этих токсичных загрязнителей из различных сложных субстратов имеет большое значение. До сих пор адсорбция остается одним из наиболее эффективных методов. Металлоорганические каркасы (МОК) представляют собой пористые кристаллические материалы, состоящие из ионов металлов или кластеров металлов и органических лигандов посредством координационных связей. Благодаря большой площади поверхности, пористости и хорошей химической/термической стабильности материалы привлекли большое внимание в аналитической химии окружающей среды. Этот обзор в основном посвящен недавним исследованиям по применению MOR UiO и их композитов в качестве новых MOR, которые эффективно использовались в качестве новых адсорбирующих материалов для адсорбции и удаления различных ионов тяжелых металлов из различных образцов окружающей среды. Кроме того, подробно представлены разработки UiO-MOR и его композитов, включая методы синтеза и применения этих материалов для удаления ионов тяжелых металлов. Кроме того, обсуждались адсорбционные свойства и механизм UiO-MOR как твердых сорбентов для ионов тяжелых металлов, включая уравнение изотермы адсорбции, термодинамику и кинетику адсорбции. С этой целью также изучались направления разработки композитов на основе МОК для удаления ионов тяжелых металлов. Данный обзор служит

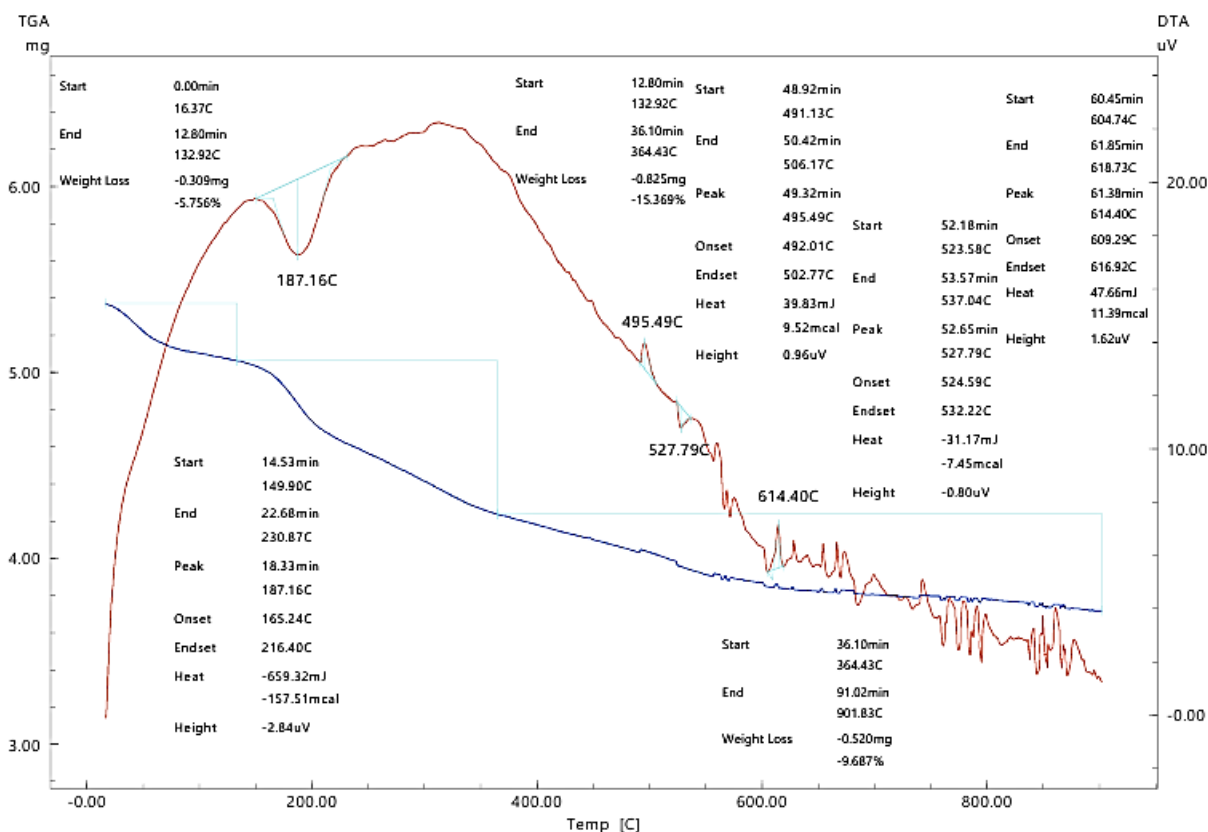
новой идеей для изучения механизма адсорбции ионов тяжелых металлов на сорбентах и создания высокоэффективной среды для эффективного удаления загрязняющих веществ из сточных вод [4].

Поликонденсацией олигомеров ЭКСГ с аминами в присутствии аллилбромиды синтезированы полифункциональные полиэлектролиты, определены оптимальные условия. Их состав и структура хорошо изучены [5]. На основе госсиполовой смолы, эпихлоргидрина и полиэтиленполиамина синтезированы ионизирующие смолы. С их помощью физико-химическими методами изучены свойства эффективной сорбции ионов цветных, благородных и тяжелых металлов из технологических растворов [6].

**Экспериментальная часть**

В ходе наших исследований для синтеза сорбента сначала брали высушенный силикагель, полученный

на основе метасиликата натрия, в стакан и модифицировали растворенным в воде эпихлоргидрином и олигомером, синтезированным на основе мочевины. Затем сушили в сушильном шкафу до тех пор, пока масса не изменялась. Полученный сорбент представлял собой порошок светло-желтого (светло-коричневого) цвета различной крупности. Проведен термический анализ сорбента, полученного на основе силикагеля, иммобилизованного олигомером, синтезированным на основе мочевины и эпихлоргидрина. Для термогравиметрического анализа сорбента на основе эпихлоргидрина отобрали 5,368 мг и исследовали процесс в интервале температур от комнатной до 900 °С. Термогравиметрический анализ (ТГА) и дифференциальный термический анализ (ДТА) синтезированного сорбента представлены на рисунке 1 ниже.



**Рисунок 1. Дериватогаммы термогравиметрического (ТГА) и дифференциального термического анализа (ДТА) сорбента**

Проведенные термогравиметрический (ТГА) и дифференциально-термический анализ (ДТА) сорбента, представленного на рис. 1, показывают, что термогравиметрическая (ТГА) кривая синтезированного сорбента в основном приходится на три интервала температур интенсивной потери массы. 1-й интервал потери массы соответствует температуре 16,37–132,92 °С, 2-й интервал потери массы соответствует температуре 132,92–364,43 °С, 3-й интервал потери массы соответствует температуре 364,43–900 °С. Анализ показывает, что в первом интервале

наблюдается потеря массы 0,309 мг, т.е. 5,756 %, а во втором интервале потери массы происходит интенсивный процесс распада. В этом интервале основная величина потери массы составляет 0,825 мг, т.е. 15,369 %. Потеря массы в третьем интервале составляет 0,520 мг, то есть 9,687 %.

Видно, что первая потеря массы связана с потерей избыточной влаги и воды, сорбированной сорбентом. На второй основной стадии разложения начинают выделяться аммиак и углекислый газ за счет разложения аминогрупп и других групп сорбента. Это

связано с полным разложением органического вещества в иммобилизованном сорбенте. На третьем этапе разложения происходит потеря массы в результате распада гидроксильных групп, связанных с кремнием в сорбенте. Дифференциальный термический анализ синтезированного сорбента представлен на рис 1. При дифференциально-термическом

анализе синтезированного сорбента поглощение энергии происходит при температурах 187,16 °С и 527,79 °С. Энерговыделение происходит при температурах 495,49 °С и 614,4 °С.

Анализ результатов термического разложения вещества при различных температурах приведен в таблице 1.

Таблица 1.

#### Анализ результатов кривых ТГА и ДТА сорбента на основе мочевины с эпихлоргидрином

| № | Температура °С | Потеря массы, мг(5.368) | Потеря массы, % | Количество потраченной энергии ( $\mu V \cdot s/mg$ ) | Затраченное время (минут) | dw (mg) | dw/dt (mg/минут) |
|---|----------------|-------------------------|-----------------|---|---------------------------|---------|------------------|
| 1 | 100            | 0,278                   | 5,178           | 17,009  | 8,333                     | 5,09    | 0,033            |
| 2 | 200            | 0,633                   | 11,79           | 18  | 19,62                     | 4,735   | 0,03             |
| 3 | 300            | 0,957                   | 17,82           | 21,9  | 19,6                      | 4,411   | 0,048            |
| 4 | 400            | 1,191                   | 22,18           | 18  | 39,7                      | 4,177   | 0,03             |
| 5 | 500            | 1,338                   | 24,9            | 13  | 49,78                     | 4,03    | 0,026            |
| 6 | 600            | 1,502                   | 27,9            | 6   | 59,9                      | 3,866   | 0,02             |
| 7 | 700            | 1,567                   | 29,19           | 4   | 70                        | 3,801   | 0,02             |
| 8 | 800            | 1,598                   | 29,7            | 3   | 80,4                      | 3,77    | 0,01             |
| 9 | 900            | 1,658                   | 30,8            | 1   | 90                        | 3,71    | 0,018            |

#### Вывод

Изучены условия процесса производства сорбента на основе эпихлоргидрина, согласно которым можно наблюдать разложение сорбента в интервале температур 132,92–364,43 °С. Это позволяет синтезированному сорбенту на высоком уровне сорбировать

ионы металлов из растворов в интервале температур 130-140 °С. Учитывая, что температура в водных растворах не превышает 100 °С, синтезированный сорбент обладает высокими сорбционными свойствами даже в горячих растворах.

#### Список литературы:

1. Ергожин Е.Е. Достижения в области фундаментальных и прикладных исследований по химии ионного обмена и мембранных технологий за 20 лет независимости Республики Казахстан // Докл. НАН РК. 2011. №6. С.32—41.
2. Трошкина И.Д., Веселова О.А., Вацура Ф.Я., Захарьян С.В., Серикбай А.У. Сорбция рения из сернокислых растворов импрегнатами, содержащими триалкиламин. Известия вузов. Цветная металлургия. 2017;(5):42-49. <https://doi.org/10.17073/0021-3438-2017-5-42-49>.
3. Эшкурбонов Ф.Б., Джалилов А.Т. Исследование сорбционных свойств полученного ионита на основе гидролизованного полиакрилонитрила // Universum: Химия и биология : электрон. научн. журн.
4. Jing Ru, Xuemei Wang, Fangbing Wang, Xinglan Cui, Xinzhen Du, Xiaoquan Lu, //UiO series of metal-organic frameworks composites as advanced sorbents for the removal of heavy metal ions: Synthesis, applications and adsorption mechanism, //Ecotoxicology and Environmental Safety, Volu
5. Эргожин Е.Е., Чалов Т.К., Рожкова А.Г., Исакова Р.А. Полифункциональные иониты на основе олигомера эпихлоргидрина // Ж. Прикл. Химии. – М.: - 2005, №10. Т.78 – С. 1629-1633.
6. Таджиходжаев З.А. Разработка ионообменных и композиционных материалов многофункционального назначения на основе вторичных продуктов производств и технологии их получения // Диссертация доктор. тех. наук. – Т.: - 2002. – С. 185-203.

**ЗНАЧЕНИЕ КАТАЛИЗАТОРОВ В СИНТЕЗЕ ОРГАНИЧЕСКИХ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДИФИКАТОРОВ, КИСЛОРОД И АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ДОБАВЛЯЕМЫХ В ТОПЛИВО**

**Турсунов Адхам Асомиддинович**  
начальник отдела лаборатории  
синтетического жидкого топлива  
Uzbekistan GTL  
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**Муртазаев Бахтиер Муртазаевич**  
магистрант,  
Каршинский государственный университет  
Республика Узбекистан, г. Карши

**Расулов Акбарали Абдурахимович**  
магистрант,  
Каршинский государственный университет  
Республика Узбекистан, г. Карши

**Умиров Нурбек Норбутаевич**  
доцент,  
Каршинский государственный университет  
Республика Узбекистан, г. Карши  
E-mail: [18021988umirov@gmail.com](mailto:18021988umirov@gmail.com)

**THE VALUE OF CATALYSTS IN THE SYNTHESIS OF ORGANIC MULTIFUNCTIONAL MODIFIERS, OXYGEN AND NITROGEN-CONTAINING ADDED TO THE FUEL**

**Adham Tursunov**  
Head of the Department  
of the Laboratory of Synthetic Liquid Fuels  
of the Uzbekistan GTL  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**Baxtiyor Murtazayev**  
Master's student,  
Karshi State University  
Republic of Uzbekistan, Karshi

**Akbarali Rasulov**  
Master's student,  
Karshi State University  
Republic of Uzbekistan, Karshi

**Nurbek Umirov**  
Docent student,  
Karshi State University  
Republic of Uzbekistan, Karshi

**АННОТАЦИЯ**

В данной статье отмечено значение различных катализаторов для получения многофункциональных модификаторов повышения октанового и цетанового числа ОП-10, ОП-11, ОП-12, УНДЖ-20, содержащих кислород. Изучен выход реакции и другие свойства этих катализаторов.

**ABSTRACT**

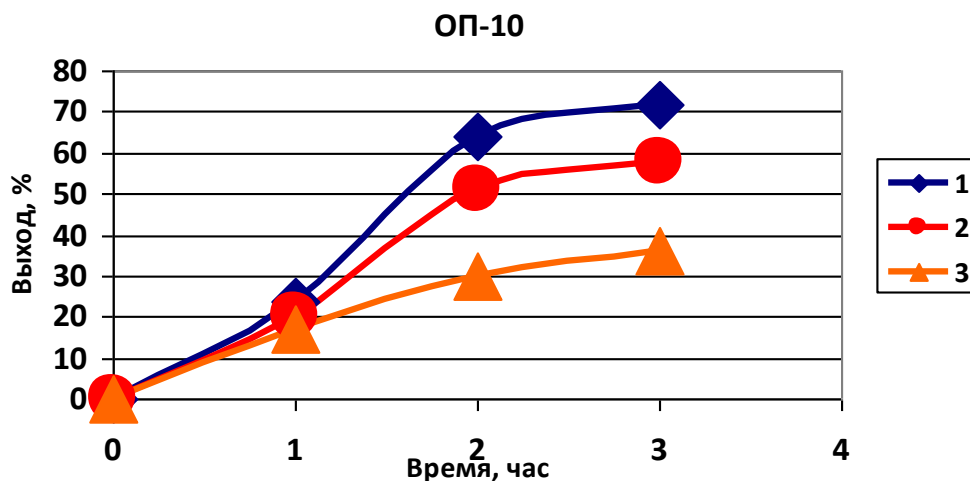
This article notes the importance of various catalysts for the production of multifunctional modifiers for increasing the octane and cetane number OP-10, OP-11, OP-12, UNJ-20 containing oxygen. The reaction yield and other properties of these catalysts have been studied.

**Ключевые слова:** октанового и цетанового числа, модификатор, ОП-10, ОП-11, ОП-12, УНДЖ-20.

**Keywords:** octane and cetane number, modifier, OP-10, OP-11, OP-12, UNJ-20.

**Введение.** Синтез антикоррозионных составов при температуре 160°C в течение 3 часов проводили с различными катализаторами на основе кислот и

солей. Исследована эффективность реакции. Эффективность реакции была выше при использовании в качестве катализатора соляной кислоты (рис. 1).[1]



1. Соляная кислота. 2. Алюминий хлорид. 3. Серная кислота

**Рисунок 1.** Влияние катализатора на производительность реакции при 160°C

Синтез и исследование физико-химических свойств органического модификатора кислорода ОП-10 в оптимальных условиях ( $T=160^{\circ}\text{C}$ ,  $w=3\text{ч}$ )

представлены в табл. 1. Наилучший выход кислородорганического модификатора ОП-10 достигается при соотношении компонентов изопропилового спирта и карбамида = 1:0,5. Выход 72%.

**Таблица 1.**

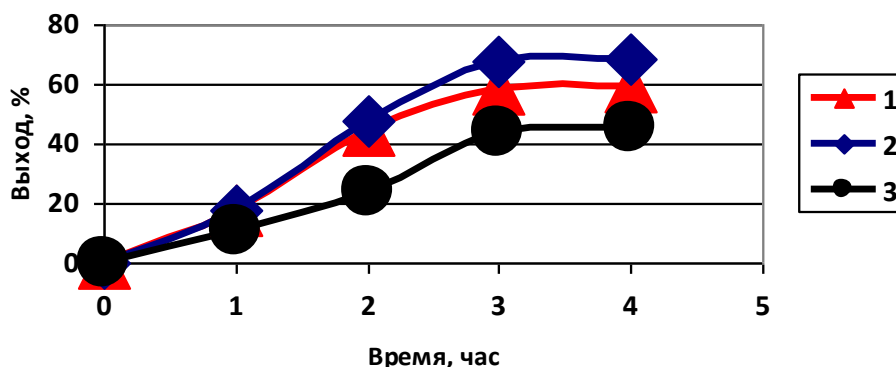
**Физико-химические характеристики кислородсодержащего органического модификатора марки ОП– 10**

| Название олигомера | Соотношение (моль) | Выход, % | Агрегатное состояние | pH  | Плотность, г/см <sup>3</sup> |
|--------------------|--------------------|----------|----------------------|-----|------------------------------|
| ОП– 10             | 1:0,5              | 72       | жидкость             | 7,0 | 0,910                        |
|                    | 1:1                | 41       |                      |     |                              |
|                    | 0,5:1              | 38       |                      |     |                              |

Получение кислородсодержащего органического модификатора ОП-11 проводили при температуре 100-110°C в течение 4 часов с различными катализаторами. Изучали производительность реакции.

Выход реакции наибольший при использовании в качестве катализатора ионной жидкости (три-этилбензиламмоний хлорид) (рис.2).

## ОП-11

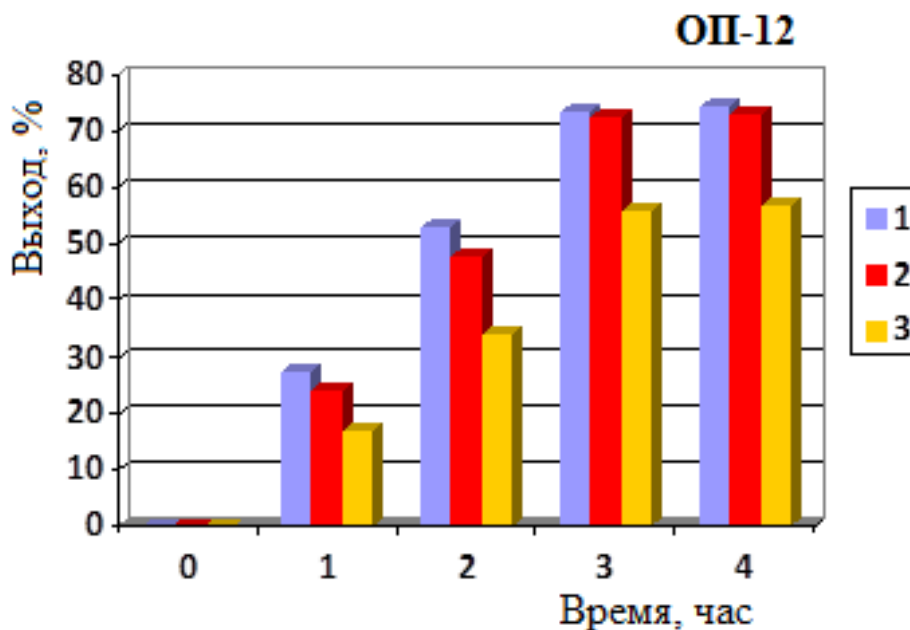


1. Аммоний хлористый. 2. Ионная жидкость. 3. Алюминий хлорид

Рисунок 2. Влияние катализатора на производительность реакции при 100-110°C

Синтез кислородсодержащего органического модификатора ОП-11 проводили при температуре 100-110°C в течение 4 часов с различными катализаторами. Результат исследования показал, что наилучший выход реакции получился при использовании в качестве катализатора ионную жидкость на основе триэтилбензиламмония хлорида. (рис.2).

Получение кислородсодержащего органического модификатора ОП-12 проводили при температуре 150°C в течение 4 часов с различными катализаторами. Изучали производительность реакции. Выход реакции получился наилучшим при использовании в качестве катализатора хлористого аммония (рис.3).[2]

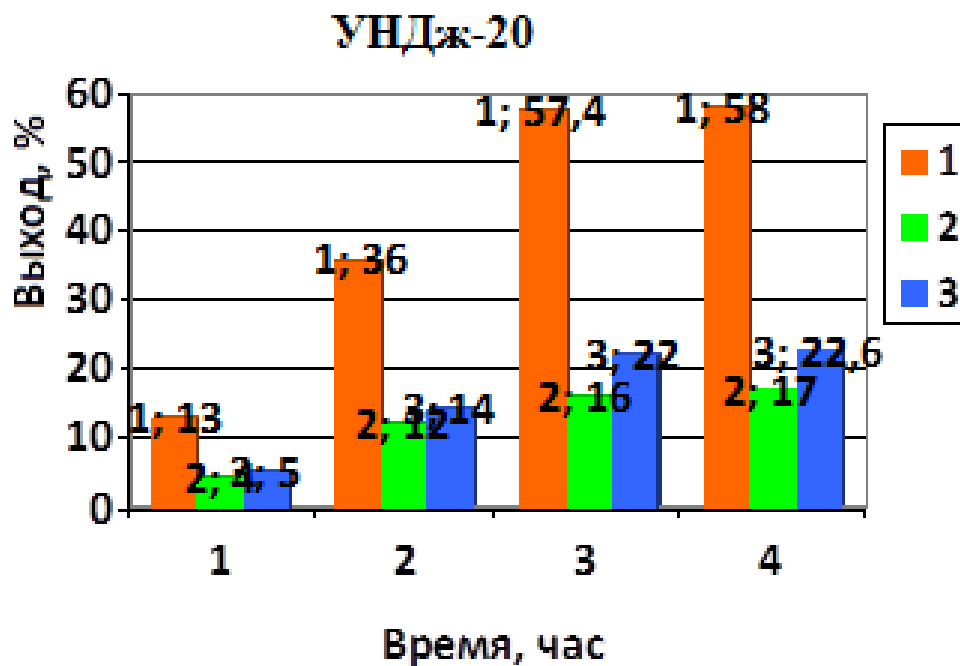


1. Аммоний хлористый. 2. Ионная жидкость (триэтилбензиламмоний хлорид). 3. Алюминий хлорид

Рисунок 3. Влияние катализатора на производительность реакции при 150°C

Синтез кислородсодержащего органического модификатора ОП-12 проводили при температуре 150°C в течение 4 часов с различными катализаторами. В результате исследования наилучший выход реакции получился при использовании в качестве катализатора хлористого аммония. (рис.3).

Синтез азотсодержащего органического модификатора при температуре 0°C в течение 4 часов проводили с различными катализаторами. Наилучшим выход реакции оказался при использовании в качестве катализатора серной кислоты, результаты показаны на (рис.4).



1. Серная кислота 2. Кальций хлорид 3. Цинк хлорид

**Рисунок 4. Влияние катализатора на производительность реакции при 0°C**

Оптимальной температурой для выхода азотсодержащих органических модификаторов из азотной кислоты и сивушного масла является 0°C.

Последующее увеличение температуры приводит к уменьшению выхода азотсодержащих органических модификаторов.

#### Список литературы:

1. Умиров Н.Н., Нуркулов Ф.Н., Джалилов А.Т. «Влияние дополнительных модификаторов дизельного топлива на двигатель. Интеграция наука, образование и производства- важнейший фактор в реализации инвестиционных проектов нефтегазовой отрасли» материалы республиканской научно – технической конференции. Ташкент-2019 1-ноября 358-360 с.
2. Умиров Н.Н., Нуркулов Ф.Н., Джалилов А.Т. “Цетаноповышающая присадка алкилнитрита – УНДж-20” // Современные проблемы и перспективы химии и химико – металлургического производства Инновационные разработки в сфере химии и технологии топлив смазывающих материалов. Республиканской научно – технической конференции – (2018-йил 22-ноября) Навои -2019 -с. 33-34

DOI – 10.32743/UniTech.2022.101.8.14161

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ  
АЗОТНОКИСЛОТНЫМ ОКИСЛЕНИЕМ УГЛЕЙ ФАН-ЯГНОБСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ****Факеров Гурезхон Муродович**

ст. преподаватель  
Институт энергетики Таджикистана  
Республика Таджикистан, р. Кушониён  
E-mail: [faqeron\\_iet1004b@mail.ru](mailto:faqeron_iet1004b@mail.ru)

**Эркаев Ақтам Улашевич**

д-р техн. наук,  
проф. кафедры «Химическая технология неорганических веществ»  
Ташкентского химико-технологического института,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**Шарипова Хабиба Тешаевна**

канд. техн. наук,  
доц. кафедры «Химическая технология неорганических веществ»  
Ташкентского химико-технологического института,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**Мирзоев Боходур**

канд. техн. наук, доцент  
Филиал Московского университета  
имени М.В. Ломоносов в Таджикистане в город Душанбе  
Республика Узбекистан, г. Душанбе

**INVESTIGATION OF THE PROCESS OF OBTAINING ORGANOMINERAL FERTILIZERS  
BY NITRIC ACID OXIDATION OF COAL FAN-YAGNOBSKY DEPOSIT****Gurezkhon Faqerov**

Lecturer  
of Institute of Energy of Tajikistan  
Republic of Tajikistan, Kushoniyon

**Aktam Erkaev**

Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
of the department "Chemical technology of inorganic substances"  
Tashkent Institute of Chemical Technology,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**Khabiba Sharipova**

Cand. of technical sciences,  
associate professor of the department  
"Chemical technology of inorganic substances",  
Tashkent Institute of Chemical Technology,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**Bohodur Mirzoev**

Cand. of technical sciences,  
associate professor Branch of Moscow  
University M.V. Lomonosov in Tajikistan  
Republic of Tajikistan, Dushanbe

### АННОТАЦИЯ

В статье показаны результаты исследования химического состава исходных образцов угля Фан-ягнобского месторождения. На основании выполненных исследований выявлены оптимальные условия процесса элементного состава золы исходных образцов окисления углей азотной кислотой, влияние технологических параметров на процесс окисления углей месторождения Фан-ягноба, зависимости от соотношения, концентрация азотной кислоты, определение степени окисления в зависимости от концентрации азотной кислоты, соотношение его с углем и продолжительность окисления. Установлены оптимальные параметры окисления угля, с целью получения органоминерального удобрения и других полезных продуктов.

### ABSTRACT

The article shows the results of a study of the chemical composition of the initial samples of coal from the Fan-Yagnob deposit. On the basis of the performed studies, the optimal conditions for the process of the elemental composition of the ash of the initial samples of coal oxidation with nitric acid, the influence of technological parameters on the process of oxidation of coals from the Fan-Yagnoba deposit, the dependence on the ratio, the concentration of nitric acid, the determination of the degree of oxidation depending on the concentration of nitric acid, the ratio of its with coal and the duration of oxidation. The optimal parameters of coal oxidation have been established in order to obtain organo-mineral fertilizer and other useful products.

**Ключевые слова:** гуминовых вещества, гуматкалий, угольных отходов, гуминовых кислот, окисления, азотной кислоты, азотно-гумусовых удобрения, гуматнатрия, твёрдая и жидкая фаза, кислоты, разложения и фильтрация.

**Keywords:** humic substances, humatpotassium, coal waste, humic acids, oxidation, nitric acid, nitrogen-humus fertilizers, humate sodium, solid and liquid phases, acids, decomposition and filtration.

**Введение.** В настоящее время во всем мире наблюдается повышенный интерес к гуминовым веществам, совершенствуются технологии их производства, расширяется сырьевая база, в которую вовлекаются всё новые виды углей, торфов, сланцев, сапропелей и лигнинов.

Обычно при извлечении гуминовых кислот из торфов и бурых углей в щелочи растворяется большее количество вещества, чем осаждается в последствии при обработке кислотой; остающиеся в растворе органоминеральные вещества есть не что иное, как фульвокислоты. Концентрированные растворы гематом натрия, калия и аммония получают при обработке исследуемых проб углей 1 % - ными растворами едкого натра и едкого кали и 5%-ной аммиачной водой (соотношение Т:Ж=1:10). Гуминовые кислоты осаждают из них 5-10% - ними раствором соляной кислоты при комнатной температуре и pH 1-2. Твердые препараты можно получить обработкой угля концентрированной щелочью, расход которой вычисляется на основе выхода гуминовых кислот. Если учесть, что необходим небольшой избыток щелочи, можно рекомендовать следующий расход щелочи на 1 кг органической массы угля: при содержании гуминовых кислот 25% – 75 г, 50% – 150 г, а при 100% (что вполне возможно для ряда проб окисленных бурых углей) – 300 г [1; 4].

Выход гуминовых кислот и содержание активных функциональных групп [5;6] – основные показатели, определяющие качество гуминовых препаратов.

Растворимые гуматы как генетические родственники гумуса обладают биологической активностью и используются в сельском хозяйстве как стимуляторы роста растений и животных. Природное происхождение и отсутствие следов гуматов в обработанных ими растениях, а также в плодах и мясе животных показывает их экологическую чистоту. Гуматы нетоксичны, неканцерогенны, немутагенны и нетоксичны эмбриологический. Они разрешены к применению как международными, так и отечественными

организациями. В животноводстве гуматы используются в качестве добавок в корм при выращивании молодняка (по 10-15 мг на 1 кг живого веса, концентрация раствора 0,003%), что приводит к увеличению их веса на тех же кормах на 15-20% и предотвращает заболевания диспепсией. В растениеводстве гуматы используются в виде 0,005-0,01% растворов. Они увеличивают урожайность на 15-30%, способствуют приживаемости рассады при пересадке, увеличивают всхожесть семян, ускоряют созревание ягод, плодов, овощей, увеличивают содержание в них белков, сахаров, витаминов и других полезных веществ, снижают содержание нитратов и ядохимикатов в растениях, придают более яркую окраску цветам, увеличивают размеры соцветий, предотвращают заболевание фитофторозом. Гуматы натрия, калия и аммония выпускаются различными фирмами в виде твердых, жидких и пастообразных продуктов [7].

**Экспериментальная часть.** Как уже отмечалось во введении, выветривание угля является лучшим сырьём для производства гуминовых препаратов. Он содержит большее количество гуминовых кислот, причем уже первая щелочная обработка переводит в раствор до 90% гуминовых кислот от их общего содержания в угле. Экстракцию можно проводить, не прибегая к кипячению реакционной смеси, а выбор щелочных реагентов для экстракции достаточно широк. Это свидетельствует о том, что технология получения гуматов из выветривания углей может быть относительно простой. Поэтому в большинстве случаев способов получения гуматов в качестве сырья предлагается использовать выветривание пластов углей. Однако, несмотря на высокое качество выветривание угля как источника гуминовых препаратов и значительных запасов, промышленное использование их вызывает затруднения. Основными причинами этого являются рассредоточенность участков залегания и трудности раздельной добычи, а также непостоянство качества. Содержание гуминовых

кислот в них сильно зависит от степени окисленности и колеблется в широких пределах.

С практической точки зрения самым привлекательным окислителем для бурого угля является азотная кислота. Она производится в больших количествах на трех наших азотных заводах и до последнего времени полностью перерабатывалась в аммиачную селитру. Но из-за взрывоопасности последней её производство, возможно, будет сокращаться, а значит, будут высвобождаться мощности по азотной кислоте.

В работах [8] изучались продукты окисления Ангреновского бурого угля с содержанием 12% гуминовых кислот 56%-ной азотной кислотой в зависимости от соотношения угля и азотной кислоты (моногидрата), (г:г) – 1:1; 1:0,75; 1:0,60; 1:0,40 и 1:0,075. Условия окисления для первых четырех соотношений были 10 мин. при 95-100°C, для последнего соотношения – 60 мин. при 95-100°C и продувание кислородом. Выход гуминовых кислот составил для соотношения (1:0,75) 81,5%, для соотношения (1:0,60) 80,7%, для соотношения (1:0,40) 74,0% и для соотношения (1:0,075) 30,8%.

В работе [10] найден оптимальный режим окисления Майкубенского бурого угля с исходным

содержанием гуминовых кислот не более 5% (на органическую массу угля) азотной кислотой: температура окисления 75°C, продолжительность реакции 180 мин, концентрация азотной кислоты 40%, крупность угля 3,0-0,0 мм, расход раствора кислоты, г/г угля, 5:1. Фактический выход гуминовых кислот составил 70% на органическую массу угля. О потерях азота при окислении ничего не сказано.

В работе [11] изучен процесс окисления бурого угля Ангреновского месторождения азотной кислотой в зависимости от концентрации кислоты (10-40%), температуры (30-60°C), продолжительности (25-120 мин.) и весового соотношения уголь:кислота (от 1:0,4 до 1:2). Показано, что повысить содержание гуминовых кислот в угле с 4,1% до 57,2% можно, если проводить окисление 40%-ной HNO<sub>3</sub> при 40°C в течение 2-х часов при весовом соотношении органической части угля к моногидрату азотной кислоты, равном 1:2. Но при этом если потери оксидов азота (NO и NO<sub>2</sub>) составляют 9,2% к органической части полученного продукта, то процесс превращения углеродсодержащих компонентов сырья в гуминовые кислоты протекает более эффективно. Поэтому мы и решили проверить эти данные на примере окисления угля месторождения Фан-ягноб.

Таблица 1.

Химический состав исходных образцов угля месторождения Фан-ягноб

| № проб | Место отбора пробы                                       | Содержание, масс, % |       |       | Выход ГК на ОМУ, % |
|--------|--|---------------------|-------|-------|--------------------|
|        |  | Влага               | Зола  | ОМУ   |                    |
| 1      | ДП «Шахта Фан-ягноб» (восточный фланг)                   | 3,07                | 28,02 | 69,11 | 1,043              |
| 2      | ДП «Шахта Фан-ягноб» (восточный фланг, отвал)            | 3,10                | 27,13 | 70,21 | 1,301              |
| 3      | ООО «ТАЛКО ресурс» (западный и центральный фланг)        | 2,14                | 22,26 | 76,08 | 0,711              |
| 4      | ООО «ТАЛКО ресурс» (западный и центральный фланг, отвал) | 3,09                | 46,01 | 51,20 | 8,157              |

Таблица 2.

Элементный состав золы исходных образцов угля месторождения Фан-ягноб (масс-спектрометрического (ICP – MS) анализа)

| № | Содержание элементов, масс, % | № проб соответствующего номера таблица 1 |        |        |        |
|---|-------------------------------|--|--------|--------|--------|
|   |                               | 1  | 2      | 3      | 4      |
| 1 | B *                           | 0,0032                                   | 0,0020 | 0,0018 | 0,0016 |
| 2 | Na *                          | 0,27                                     | 0,41   | 0,26   | 0,25   |
| 3 | Mg *                          | 0,53                                     | 0,81   | 0,40   | 0,35   |
| 4 | Al*                           | 2,3                                      | 7,0    | 3,2    | 1,7    |
| 5 | P                             | 0,13                                     | 0,14   | 0,10   | 0,097  |
| 6 | K *                           | 2,9                                      | 3,0    | 2,7    | 3,3    |
| 7 | Ca *                          | 0,36                                     | 1,0    | 0,31   | 0,23   |
| 8 | Mn                            | 0,0057                                   | 0,026  | 0,011  | 0,010  |
| 9 | Fe*                           | 1,2                                      | 4,2    | 2,0    | 1,4    |

| №  | Содержание элементов, масс, % | № проб соответствующего номера таблица 1 |         |         |         |
|----|-------------------------------|--|---------|---------|---------|
|    |                               | 1  | 2       | 3       | 4       |
| 10 | Co                            | 0,0017                                   | 0,0019  | 0,0032  | 0,0042  |
| 11 | Cu                            | 0,020                                    | 0,025   | 0,025   | 0,038   |
| 12 | Zn                            | 0,014                                    | 0,016   | 0,023   | 0,041   |
| 13 | Mo                            | 0,00075                                  | 0,00155 | 0,00125 | 0,00065 |

В работе использована представительная проба Фан-ягнобского месторождения, имеющая после сушки до воздушно сухого состояния и измельчения в шаровой мельнице до размера 0,55 мм следующий состав (вес. %): влага 2,14-3,10; зола 22,26-46,01; органика 51,20-76,08; гуминовые кислоты 0,711-8,157% на органическую массу (таблица 1). Азотную кислоту брали с АО «Максам-Чирчик» концентрации 56,2%. Процесс окисления проводился при концентрации азотной кислоты от 30 до 50%, температуру поддерживали при 45° С, продолжительности 5 - 120 мин и весовом соотношении уголь: HNO<sub>3</sub>, равном 1:(0,5÷3). Вода вводилась в азотную кислоту в таком количестве, чтобы её концентрация в растворе была от 30 до 50%. Опыты осуществляли в стеклянном цилиндрическом реакторе, снабженном термостатирующей рубашкой и винтовой мешалкой. В реактор заливали раствор кислот, устанавливали заданную температуру, включали мешалку и загружали навеску угля. Газовую фазу и абсорбировали в абсорберах заполнения 5% ной раствора КОН. По окончании процесса реакцию массу разделяли на жидкую и твердую фазы. Твердую фазу отмывали дистиллированной водой при соотношении H<sub>2</sub>O:уголь = 2:1 от кислот, сушили до воздушно-сухого состояния и определяли в ней зольность, влажность, органику и выход гуминовых и фульвокислот. Зольность определяли по ГОСТ 11022-75, влажность – по ГОСТ 11014-70, органику – по разности между ста и суммой процентных содержаний золы и влаги, выход гуминовых кислот – по ГОСТ 9517-76.

Жидкую фазу и все промывные воды собирали отдельно, измеряли общий объем и определяли водорастворимые органические вещества путем выпаривания раствора в водяной бане и высушивания твердого остатка до постоянного веса, с последующим его сжиганием для определения зольности и вычитания её.

Сухая и беззольная органическая часть жидкой и твердой фазы – это не что иное, как нитроуголь. Методика его определения описана в работе [12]. Выход нитроугля рассчитывали на органику исходного угля.

Щелочерастворимые органические вещества извлекали из окисленного угля 1% водным раствором едкого натра в десятикратном размере по отношению к весу угля, время извлечения – 2 часа при температуре кипения. Применялась тройная экстракция. Полнота извлечения контролировалась по цвету

экстрагента – последний становился бесцветным при полном извлечении гуминовых кислот. Твердую фазу от жидкой отделяли центрифугированием. Измеряли общий объем раствора. Из него брали аликвоту, высушивали до постоянного веса, взвешивали, затем прокаливали. Разница между высушенным осадком и зольной частью давала нам количество щелочерастворимых органических веществ [13].

Твердая фаза окисленного угля после отделения из него щелочерастворимых органических веществ представляет собой остаточный уголь. Его тщательно промывали дистиллированной водой, затем высушивали до постоянного веса и определяли выход в пересчете на органическую массу.

Разница между количеством щелочерастворимых органических веществ и гуминовых кислот дает содержание фульвокислот в окисленном угле.

Определены оксиды азота, выделяющиеся при окислении бурого угля смесью азотной и серной кислот. С помощью водоструйного насоса они пропускались через поглотители с 0,5 Н раствором NaOH. Все растворы собирались вместе, доводились до метки 500 мл, откуда бралась аликвота для определения азота по Кьельдалю [14].

В таблице 2 элементный состав золы исходный образцов углей Фан-ягнобского месторождения определен масс-спектрометрическими (ICP – MS) анализами. Из таблицы 2 видно, основными составляющими элементами являются Ca, Mg, Al, Fe, Na и K их содержания колеблется в интервалах масс %: 0,23÷1,0; 0,35÷0,81; 1,7÷70; 1,2÷4,2; 0,25÷0,41 и 2,7÷3,3 соответственно.

В начале были изучено влияние технологических параметров на процесс окисления один из некачественных проб. 1 таблица 1.

Результаты экспериментов приведены в табл. 3.

Общим для всех результатов является следующее: с повышением концентрации азотной кислоты, соотношения уголь: HNO<sub>3</sub> и продолжительности окисления в продуктах растет содержание водорастворимых и щелочерастворимых веществ, нитроугля, гуминовых и фульвокислот, растут потери оксидов азота и зольность уменьшается. Зависимость содержания нитроугля и гуминовых кислот от концентрации азотной кислоты не носит прямолинейный характер. С ростом концентрации азотной кислоты с 30 до 50% влияния соотношения уголь:HNO<sub>3</sub> на содержание нитроугля и гуминовых кислот усиливается.

Таблица 3.

## Влияние технологических параметров на процесс окисления Фан-ягнобского месторождения

| № проб. соответствует номерам таб.1 | Концентрация азотной кислоты, % | Продолжительность окисления, мин | Соотношения уголь : кислота | Степень выделения $\text{HNO}_3$ в газовой фазе, % относительно исходной массы | Содержание $\text{HNO}_3$ в фильтратах и промывная вода после окисления, % |         | Влажность, % | Зольность, % | Органическая масса углей (ОМУ), % | Выход гуминовых кислот на ОМУ, % |
|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|--|--|---------|--------------|--------------|-----------------------------------|----------------------------------|
|                                     |                                 |                                  |                             |  | Фильт.   | Промыв. |              |              |                                   |                                  |
| 1.2                                 | 30                              | 30                               | 1:0,5                       | 90,14  | -  | 4,09    | 3,0          | 25,03        | 72,24                             | 1,36                             |
| 1.3                                 |                                 |                                  | 1:1                         | 50,49  | 23,81  | 6,49    | 3,12         | 24,57        | 73,08                             | 1,78                             |
| 1.4                                 |                                 |                                  | 1:2                         | 24,19  | 28,04  | 7,31    | 3,45         | 23,01        | 74,12                             | 2,74                             |
| 1.6                                 | 40                              | 30                               | 1:0,5                       | 70,58  | -  | 3,46    | 3,14         | 24,0         | 72,03                             | 2,58                             |
| 1.7                                 |                                 |                                  | 1:1                         | 37,06  | 30,87  | 8,57    | 3,76         | 23,14        | 73,18                             | 5,37                             |
| 1.8                                 |                                 |                                  | 1:2                         | 20,36  | 35,91  | 12,63   | 3,90         | 21,18        | 74,23                             | 7,013                            |
| 1.10                                | 50                              | 30                               | 1:0,5                       | 58,92  | -  | 3,78    | 3,22         | 23,07        | 73,32                             | 3,68                             |
| 1.11                                |                                 |                                  | 1:1                         | 31,14  | 26,65  | 9,32    | 3,88         | 22,41        | 74,55                             | 6,16                             |
| 1.12                                |                                 |                                  | 1:2                         | 16,63  | 46,62  | 16,38   | 4,01         | 21,04        | 76,01                             | 12,03                            |
| 1.13                                | 30                              | 5                                | 1:1                         | 45,38  | 20,79  | 7,56    | 3,01         | 23,89        | 74,13                             | 2,42                             |
| 1.14                                |                                 | 10                               | 1:1                         | 48,38  | 24,57  | 6,61    | 3,10         | 23,36        | 74,78                             | 3,013                            |
| 1.15                                |                                 | 20                               | 1:1                         | 47,75  | 25,33  | 7,12    | 3,18         | 22,54        | 75,09                             | 4,61                             |
| 1.16                                |                                 | 40                               | 1:1                         | 47,12  | 22,68  | 6,93    | 3,34         | 22,01        | 75,54                             | 5,96                             |
| 1.17                                | 40                              | 5                                | 1:1                         | 35,57  | 33,58  | 10,08   | 3,01         | 22,65        | 75,01                             | 3,04                             |
| 1.18                                |                                 | 10                               | 1:1                         | 36,47  | 32,32  | 9,072   | 3,18         | 22,34        | 75,31                             | 3,39                             |
| 1.19                                |                                 | 20                               | 1:1                         | 36,73  | 22,81  | 9,26    | 3,61         | 22,09        | 75,82                             | 4,013                            |
| 1.20                                |                                 | 40                               | 1:1                         | 38,81  | -  | 7,18    | 3,93         | 21,52        | 76,03                             | 6,16                             |
| 1.21                                | 50                              | 5                                | 1:1                         | 29,03  | 35,6   | 14,87   | 3,04         | 22,87        | 76,35                             | 3,89                             |
| 1.22                                |                                 | 10                               | 1:1                         | 29,21  | 41,58  | 14,49   | 3,38         | 22,56        | 77,0                              | 4,51                             |
| 1.23                                |                                 | 20                               | 1:1                         | 30,92  | 34,65  | 10,58   | 3,76         | 22,38        | 77,34                             | 6,03                             |
| 1.24                                |                                 | 40                               | 1:1                         | 31,8   | -  | 9,64    | 3,96         | 22,12        | 77,80                             | 6,84                             |

Из таблицы видно, что в зависимости от изменений технологических параметров содержание азотной кислоты на фильтраты и промывной воды колеблется 20,79 – 46,62, 3,46 -16,38% соответственно. То есть концентрация азотной кислоты снижается на 3,38 – 9,21%. Содержание ОМУ повышается более 77,80 %, а исходное содержание ГК увеличивается более 10 раз. Доминирующим показателем данной стадии является степень выделения азотной кислоты на газовую фазу и содержание гуминовых кислот в продуктах после окисления. Для наглядного изображения влияния технологических параметров эти показатели полученных данных изображены в виде номограммы рис. 1 и 2. Из рис. 1а видно, что со снижением концентрации азотная кислота степени

выделения окиси азотов на газовой фазе увеличивается, а с увеличением соотношения уголь:  $\text{HNO}_3$  от 1:2 до 1:0,5 его действия усиливаются и его показатель достигает более 90%. Это говорит о том, что реакция образования нитрогуматов практически отсутствуют. Это мнение подтверждается рис. 2 а. Из рисунка 2а видно, что действительно, при низкой концентрации со снижением соотношения уголь:  $\text{HNO}_3$  от 1:0,5 до 1:2 содержание ГК увеличивается монотонно, а с повышением концентрации азотной кислоты его действия усиливаются, а при условиях концентрации азотной кислоты – 50% и соотношения уголь:  $\text{HNO}_3$  – 1:2 достигает максимума.

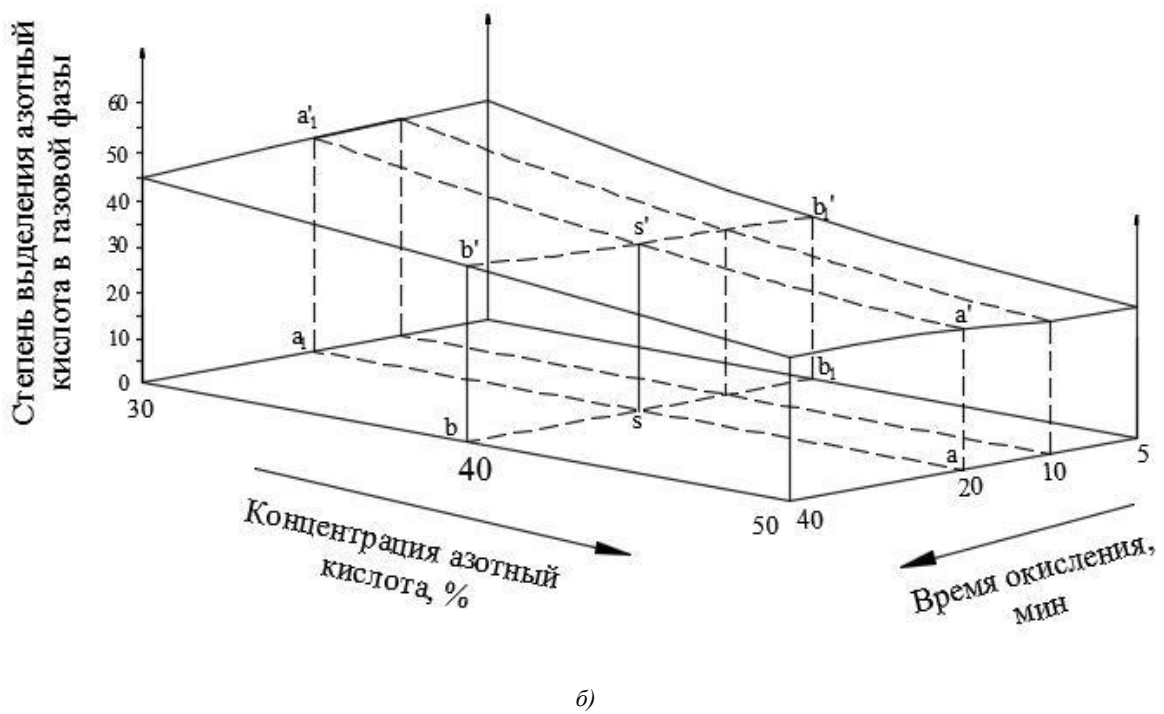
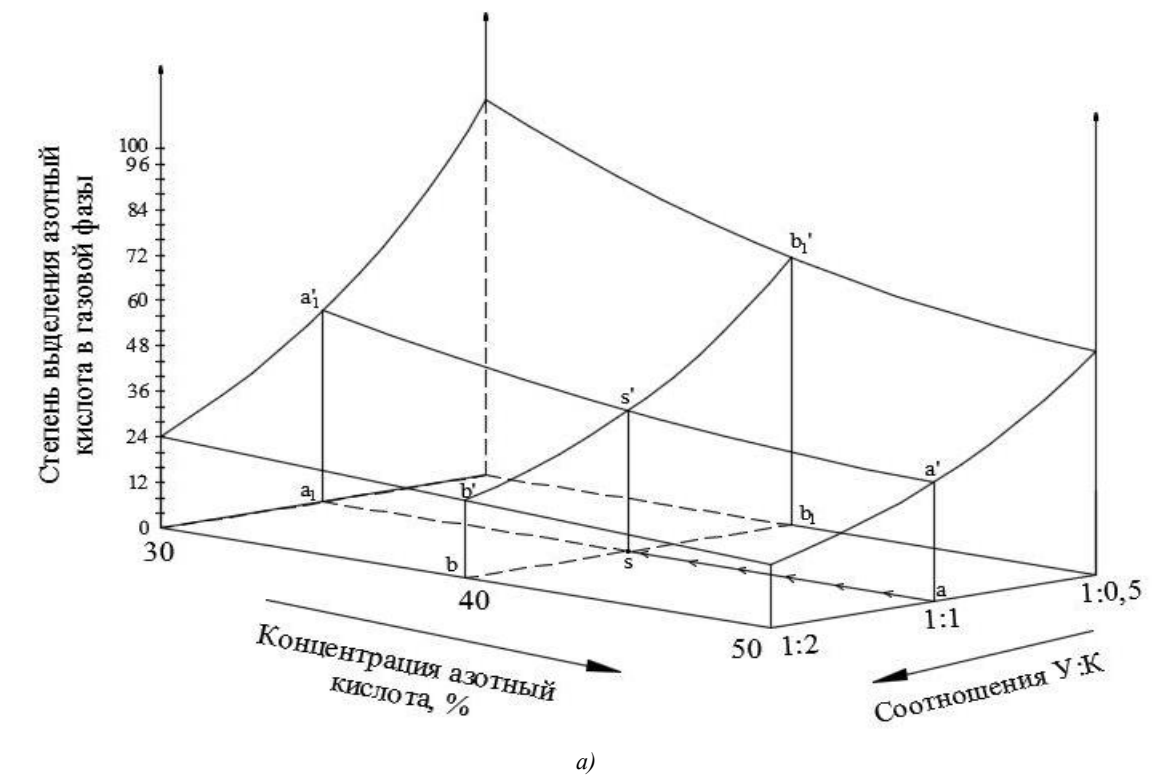
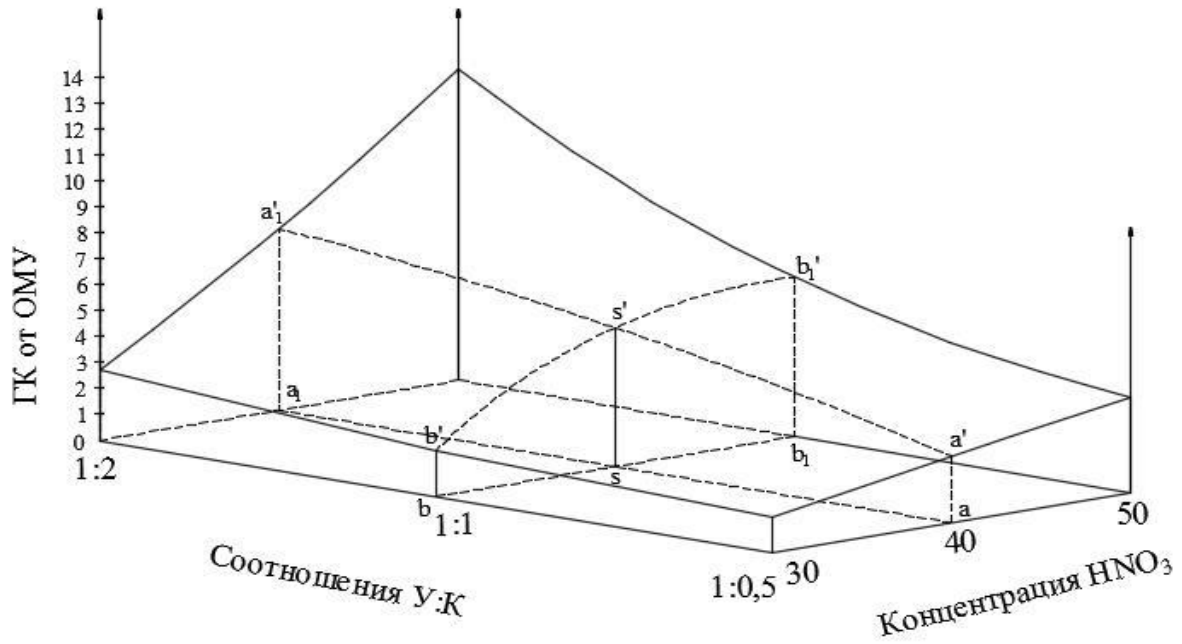
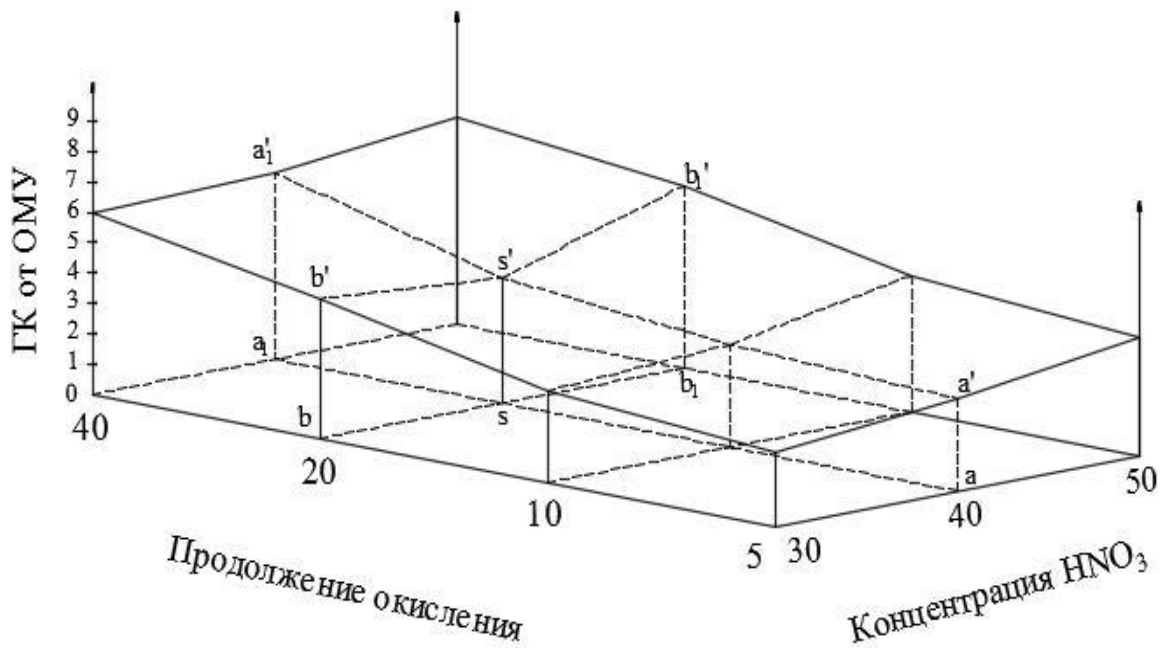


Рисунок 1. Изменение степени выделения азотной кислоты в газовую фазу в зависимости от концентрации азотной кислоты, продолжительности окисления (б) и соотношения У:К (а), проба №1 «Шахта Фан-ягноб» (восточный фланг)



а)



б)

**Рисунок 2. Номограмма. Определение степени окисления в зависимости от концентрации азотной кислоты, соотношения его углю (а) и продолжительности окисления (б), проба №1 «Шахта Фан-ягноб» (восточный фланг)**

Процесс окисления образцов проводили при условиях концентрации азотной кислоты 50% и соотношения угля:  $\text{HNO}_3$  – 1:2. Изучали кинетику их

окисления. Результат получения экспериментальных исследований дано в таблице 4 и рис. 3.

Таблица 4.

Кинетика процесса окисления образцов угля месторождения Фан-ягноб, при оптимальных условиях. (соотношение к - 1:2, температура – 45°C, концентрация азотной кислоты – 50%)

| № опыта | № проба соотв. номера табл.1 | Продолжител. окисления мин. | Степень испарения, % | Содержание HNO <sub>3</sub> в фильтрате и промывная вода |                | Влажность % | Зольность % | ОМУ % | ГК на ОМУ % |
|---------|------------------------------|-----------------------------|----------------------|--|----------------|-------------|-------------|-------|-------------|
|         |                              |                             |                      | Фильтрат   | Промывная вода |             |             |       |             |
| 1       | 1                            | 30                          | 2,13                 | 46,62  | 16,38          | 4,01        | 21,04       | 76,01 | 12,03       |
| 2       |                              | 60                          | 2,39                 | 34,02  | 22,68          | 3,56        | 21,00       | 76,74 | 13,47       |
| 3       |                              | 90                          | 2,55                 | 32,13  | 15,44          | 3,84        | 20,91       | 77,81 | 14,04       |
| 4       |                              | 120                         | 3,78                 | 30,24  | 17,01          | 4,0         | 20,05       | 77,93 | 16,07       |
| 5       | 2                            | 30                          | 2,12                 | -  | 23,98          | 3,0         | 20,03       | 76,02 | 12,12       |
| 6       |                              | 60                          | 2,45                 | 34,65  | 27,91          | 3,27        | 19,08       | 76,91 | 13,79       |
| 7       |                              | 90                          | 2,67                 | 31,87  | 13,36          | 3,78        | 18,92       | 78,04 | 14,89       |
| 8       |                              | 120                         | 11,28                | 30,19  | 12,35          | 3,98        | 18,06       | 78,86 | 17,28       |
| 9       | 3                            | 30                          | 1,42                 | -  | 24,67          | 4,06        | 15,01       | 81,03 | 16,42       |
| 10      |                              | 60                          | 1,54                 | 37,81  | 21,42          | 4,32        | 14,87       | 81,95 | 17,71       |
| 11      |                              | 90                          | 2,48                 | 32,76  | 11,66          | 4,51        | 14,62       | 82,07 | 18,86       |
| 12      |                              | 120                         | 7,02                 | 31,25  | 15,75          | 4,69        | 14,07       | 82,38 | 20,65       |
| 13      | 4                            | 30                          | 3,53                 | -  | 22,94          | 3,84        | 37,05       | 59,04 | 49,41       |
| 14      |                              | 60                          | 3,84                 | 39,69  | 30,24          | 4,07        | 36,04       | 60,96 | 50,79       |
| 15      |                              | 90                          | 8,53                 | 37,49  | 16,07          | 4,28        | 35,32       | 61,43 | 53,69       |
| 16      |                              | 120                         | 12,97                | 36,64  | 20,79          | 4,67        | 35,02       | 61,89 | 55,31       |

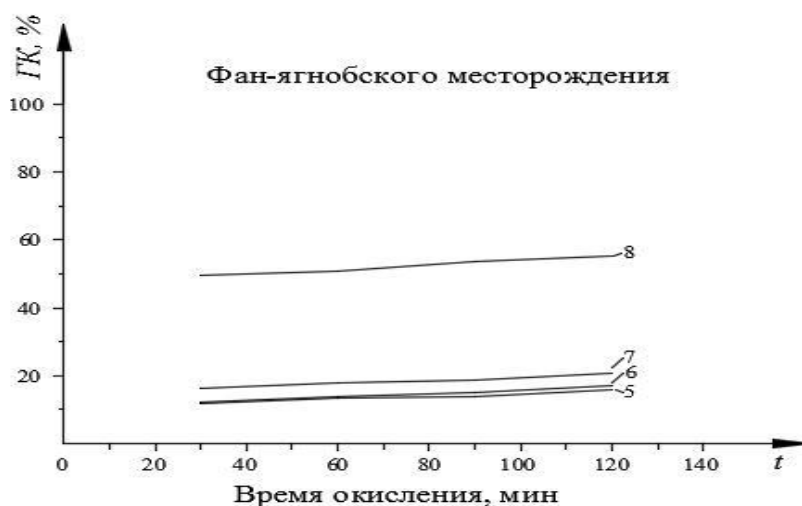


Рисунок 3. Кинетика окисления образцов угля при оптимальных условиях. Номера проб соответствуют номерам таблицы 1.

Из таблицы 4 и рис 3 видно, что продолжительность процесса окисления практически не влияет на содержания ОМУ его содержание повышается всего лишь на 0,5 – 1,5%, а степень окисления повышается на 10 – 15%. Основное повышение наблюдается в течение 90 минут, а его продолжение незначительно

повышается, однако в 3 – 4 раза увеличивается степень выделения окиси азотов на газовой фазе. Поэтому оптимальным считается процесс является, что процесс окисления провести в течение не более 90 минут.

Таблица 5.

## Элементный состав жидкой фазы после азотнокислотного окисления

| № проб<br>соответствуют<br>номера<br>таблицы 4  | Содержание элементов, г/л |       |       |      |        |         |        |        |         |
|---|---------------------------|-------|-------|------|--------|---------|--------|--------|---------|
|   | B                         | Na    | Mg    | Al   | P      | K       | Ca     | Mn     | Fe      |
| 14  | 0,0015                    | 0,082 | 0,42  | 0,98 | 0,0018 | 0,45    | 0,0057 | 0,16   | 0,34    |
| № проб<br>соответствуют<br>номерам<br>таблицы 4 | Содержание элементов, г/л |       |       |      |        |         |        |        |         |
|   | Co                        | Ni    | Cu    | Zn   | Rb     | Mo      | Pb     | Th     | U       |
| 14  | 0,039                     | 0,07  | 0,066 | 0,44 | 0,0079 | 0,00081 | 0,018  | 0,0013 | 0,00067 |

Из таблицы 5 видно, что при окислении в жидкую фазу переходят металлы Ca, Mg, Al, K и Na и их содержание составляет: 0,0057; 0,42; 0,98; 0,45 и 0,082 г/л. Необходимо отметить что в раствор переходит достаточное количество микроэлементов как Mn, Fe и Zn. В таблиц дано сравнительный анализ о растворимости катионов при окисления и различных образцов угля. Из таблицы 6 видно в зависимости от вида исходных образцов угля степень растворения

Ca, Mg, Mn и Fe колеблется в интервалах: 23,07 – 68,15; 21,87 – 40,56; 36,9 – 83,48 и 31,06 – 83,07% соответственно. Необходимо отметить что содержание некоторых элементов в окисленных углях повышается. Например, B, Na, K и P в практически всех пробах повышается. Данный показывают, что эти элементы находятся в виде кислотно не растворимых минералов.

Таблица 6.

## Элементный состав золов образцов исходных и окисленных углей

| №  | Содержание<br>элементов,<br>масс, % | № проб соответствую номерам таблица 1 |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |
|----|-------------------------------------|---------------------------------------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|
|    |                                     | 1                                     |         |        | 2       |         |        | 3       |         |        | 4       |         |        |
|    |                                     | Исход.                                | Окисл.  | Δ      | Исход.  | Окисл.  | Δ      | Исход.  | Окисл.  | Δ      | Исход.  | Окисл.  | Δ      |
| 1  | B *                                 | 0,0032                                | 0,015   | +218,1 | 0,002   | 0,0066  | +144,4 | 0,0018  | 0,0078  | +195,4 | 0,0016  | 0,0099  | +397,7 |
| 2  | Na *                                | 0,27                                  | 0,67    | +68,39 | 0,41    | 0,55    | +0,638 | 0,26    | 0,47    | +23,25 | 0,25    | 0,53    | +70,51 |
| 3  | Mg *                                | 0,53                                  | 0,51    | -34,7  | 0,81    | 0,65    | -40,56 | 0,4     | 0,4     | -31,82 | 0,35    | 0,34    | -21,87 |
| 4  | P                                   | 0,13                                  | 0,24    | +25,28 | 0,14    | 0,17    | +10,06 | 0,1     | 0,13    | +11,37 | 0,097   | 0,12    | +0,499 |
| 5  | K                                   | 2,9                                   | 4,2     | +1,72  | 3       | 4,6     | +13,57 | 2,7     | 3,4     | +14,14 | 3,3     | 3,7     | +9,821 |
| 6  | Ca                                  | 0,36                                  | 0,28    | -47,22 | 1       | 0,43    | -68,15 | 0,31    | 0,29    | -36,22 | 0,23    | 0,22    | -23,07 |
| 7  | Mn                                  | 0,0057                                | 0,0053  | -36,9  | 0,026   | 0,0058  | -83,48 | 0,011   | 0,0036  | -77,69 | 0,01    | 0,0054  | -56,57 |
| 8  | Fe                                  | 1,2                                   | 1       | -43,45 | 4,2     | 0,96    | -83,07 | 2       | 0,77    | -73,75 | 1,4     | 1,2     | -31,06 |
| 9  | Co                                  | 0,0017                                | 0,0021  | +16,17 | 0,0019  | 0,002   | +22,03 | 0,0032  | 0,0024  | -48,87 | 0,0042  | 0,0011  | -78,94 |
| 10 | Cu                                  | 0,02                                  | 0,033   | +11,97 | 0,025   | 0,024   | -28,89 | 0,025   | 0,022   | -40    | 0,038   | 0,016   | -66,13 |
| 11 | Zn                                  | 0,014                                 | 0,014   | -32,14 | 0,016   | 0,013   | -39,82 | 0,023   | 0,012   | -64,43 | 0,041   | 0,012   | -76,46 |
| 12 | Mo                                  | 0,00075                               | 0,00115 | +4,052 | 0,00155 | 0,00115 | -45,04 | 0,00125 | 0,00115 | -37,27 | 0,00065 | 0,00065 | -19,57 |

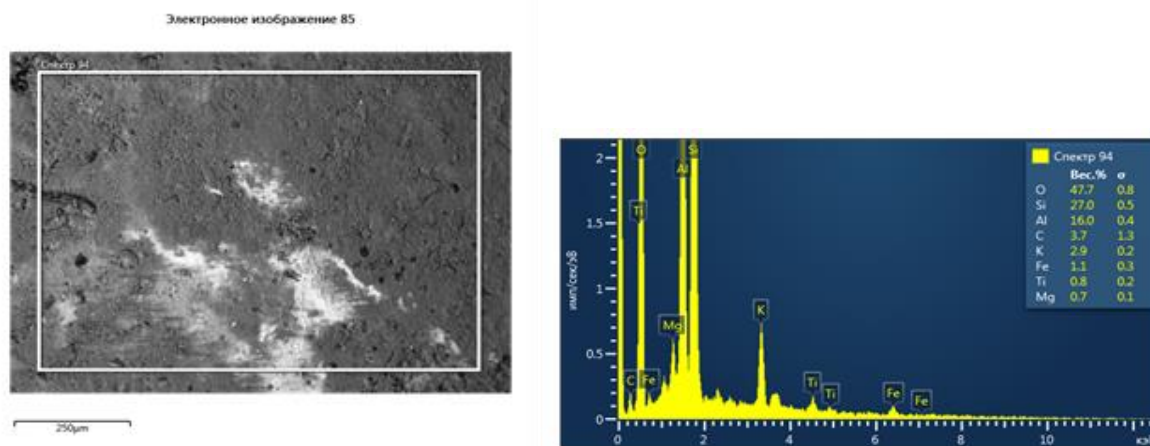


Рисунок 4. Энергодисперсионный спектр зол. Номера проб соответствуют номерам проб №4 таблицы 4.

Таблица 7.

#### Элементный состав образцов

| Элементы | Содержание, % |
|----------|---------------|
|          | 4             |
| C        | 3,73          |
| O        | 47,71         |
| Na       | -             |
| Mg       | 0,7           |
| Al       | 16,0          |
| Si       | 27,02         |
| S        | -             |
| Ca       | -             |
| Fe       | 1,13          |
| K        | 2,94          |
| Ti       | 0,77          |

На рисунке 4 даны энергодисперсионный спектр зол после окисления.

Из таблицы 4 видно, что содержатся; C, O, Mg, Al, Si и Fe. Пробы дополнительно содержат Na, S и Ca. Необходимо подчеркнуть что зола содержит значительное количество калия – 2,94%.

#### Заключение

Таким образом выше приведенные данные показывают, что для получения стимуляторов роста растений самым подходящим сырьем является Фан-ягнобского месторождение и даже его отвальные материалы. При соотношении уголь:  $\text{HNO}_3$  1:2 и 45°C температуры в течение 90 минут можно получить в окисление угля с содержанием 14,04 – 53,69% ГК на ОМУ, пригодное для получения стимуляторов роста растения и органоминеральных удобрений.

#### Список литературы:

1. Орлов Д.С. Химия почв. - М.: Изд-во МГУ, - 1992, - 259 с.
2. Перминова И.В., Жилин Д.М. Гуминовые вещества в контексте зеленой химии // Зеленая химия в России. – М: Изд-во МГУ, 2004, – С. 146-162.
3. Забрамный Д.Т., Победоносцева О.И., Победоносцева Н.И., Умаров Т.Ж. Углегуминовые кислоты и их использование. – Ташкент: Фан, 1980 - 153 с.
4. Кухаренко Т.А. О методах выделения гуминовых кислот из торфов и углей // Химия твердого топлива –1980, №5, – С. 87-94.

5. Авгушечвич И.В., Караваева Н.М. Об определении кислых функциональных групп в твердых горючих ископаемых // Доклады АН СССР. – 1965, т.165, №6, – С. 1358-1361.
6. Глебо А.И., Улькина Ж.И., Кошелева Л.П., Василевская Н.А., Максимов О.Б. Новые методы определения функциональных групп в гуминовых кислотах // Новые методы исследования гуминовых кислот. – Владивосток, 1972, – С. 33-49.
7. Головин Г.С., Лесникова Е.Б., Артемова Н.И., Лукичева В.П. Использование гуминовых кислот твердых горючих ископаемых // Химия твердого топлива. – 2004, №6, – С. 43-49.
8. Семенова С.А., Федяева О.Н., Патраков Ю.Ф. Жидкофазное озонирование высоко метаморфизованного угля // Химия в интересах устойчивого развития. – 2006, т.14, №1, – С. 47-52.
9. Таджиев А.Т. Метод окислительно-гидролитического расщепления бурых и малометаморфизованных каменных углей // Доклады АН УзССР. – 1961, №2, – С. 37-41.
10. Молдыбаев А.Б., Кричевский Л.А. Применение методики рационального планирования эксперимента в процессе окисления бурого угля Майкубенского месторождения // Химия твердого топлива. – 1981, №6, – С. 20-22.
11. Усанбаев Н., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Окисление бурого угля Ангренского месторождения азотной кислотой // Химическая промышленность. – 2006, т. 83, №2, – С. 55-61.
12. Ильюшенко Р.Г., Спицын А.К. Получение циклических продуктов окисления из донецких углей разных марок // Исследование, использование и стандартизация углей. – М.: Недра, 1965, – С. 71-77.
13. Кухаренко Т.А., Шапиро С.А. Основы технологии производства гуминовых кислот // Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. – Харьков: Изд-во Харьковского Госуниверситета, 1957, – С. 39-45.
14. Позин М.Е. Руководство к практическим занятиям по технологии неорганических веществ. – Л.: Химия, 1980, - 368 с.

DOI – 10.32743/UniTech.2022.101.8.14154

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КЕРАМИЧЕСКИХ ПЛИТ  
НА ОСНОВЕ НОВЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ НИЖНЕАМУДАРЬИНСКОГО РЕГИОНА****Эминов Ашрап Мамурович**

*д-р техн. наук,  
проф. заведующий лаборатории ГУП “Фан ва таракқиёт”  
при Ташкентском Государственном Техническом Университете,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [info@gupft.uz](mailto:info@gupft.uz)*

**Жабберганов Жахонгир Сабирбаевич**

*соискатель  
кафедры «Химические технологии»,  
Ургенчский Государственный Университет,  
Республика Узбекистан, г. Ургенч  
E-mail: [info@urdu.uz](mailto:info@urdu.uz)*

**Бойжанов Ислом Ражаббоевич**

*канд. техн. наук,  
докторант кафедры «Химические технологии»,  
Ургенчский Государственный Университет,  
Республика Узбекистан, г. Ургенч  
E-mail: [sduschanov@bk.ru](mailto:sduschanov@bk.ru)*

**RESEARCH OF THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF CERAMIC TILES  
ON THE BASIS OF NEW RAW MATERIAL RESOURCES OF THE LOWER AMUDARYA REGION****Ashrap Eminov**

*Doctor  
of Technical Sciences, Prof. Head of the Laboratory  
of the State unitary enterprise “Fan va taraqqiyot”  
at at the Tashkent State Technical University,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

**Jahongir Jabberganov**

*Applicant  
of the Department of Chemical Technologies,  
Urgench State University,  
Republic of Uzbekistan, Urgench*

**Islom Boyjanov**

*PhD., doctoral student  
of the Department of Chemical Technologies,  
Urgench State University,  
Republic of Uzbekistan, Urgench*

**АННОТАЦИЯ**

В статье исследованы физико-механические свойства керамических плит из новых сырьевых ресурсов Нижнеамударьинского региона Республики Узбекистан, таких как глина Кулатауского месторождения и бархан-ный песок Тупраккалинского массива.

Определено что, Кулатауская глина относящаяся к классу сильноспекающиеся сырья, интенсифицирует процесс спекания керамических плит при сравнительно низких температурах обжига.

В результате лабораторных исследований в композиции легкоплавкой глины Кулатауского месторождения и Тупраккалинского барханного песка, после обжига при температурах 1000 и 1050°C, были получены опытные

образцы удовлетворяющие установленным требованиям ГОСТа 13996-93. «Плитки керамические фасадные и ковры из них. Технические условия» и ГОСТу 6787-2001. Плитки керамические для полов. Технические условия», соответственно.

### ABSTRACT

The article investigates the physical and mechanical properties of ceramic tiles from new raw materials of the lower Amudarya region of the Republic of Uzbekistan, such as clay from the Kulatau deposit and dune sand from the Tuprakkala massif.

It has been determined that Kulatau clay, which belongs to the class of highly caking raw materials with low-temperature sintering, intensifies the sintering process of ceramic tiles at relatively low firing temperatures.

As a result of laboratory researches in the composition of low-melting clay of the Kulatau deposit and Tuprakkala dune, after firing at temperatures of 1000 and 1050°C, samples were obtained that meet the established requirements of GOST 13996-93. «Facade ceramic tiles and carpets of them. Specifications» and GOST 6787-2001.«Ceramic floor tiles. Specifications», respectively.

**Ключевые слова:** гидрослюдястая глина, легкоплавкая глина, легкоплавкий флюс, барханный песок, керамическая плитка, фасадная плитка, химико-минералогический состав.

**Keywords:** hydromica clay, low-melting clay, low-melting flux, dune sand, ceramic tiles, facade tiles, chemical and mineralogical composition.

На сегодняшний день необходимые для нужд Республики Узбекистан качественные керамические плитки, такие как, половые, фасадные плитки и керамогранит в большом количестве импортируются за счет твердой валюты. Не смотря на то что, Нижнеамударьинский регион имеет достаточные запасы минеральных сырьевых ресурсов, до сих пор в этом регионе не созданы предприятия выпускающие керамические плитки.

Исходя из этого исследование физико-химических свойств новых минеральных сырьевых ресурсов имеющихся в данном регионе Республики и разработка энергосберегающих составов керамических плит на их основе являются актуальными задачами.

Как известно, керамические плитки занимают достаточно большое место в производстве строительных материалов и производятся на основе глинистых сырьевых ресурсов [1, 592 с].

Количество и гранулометрический состав кварца, содержащегося в составе керамических плит в качестве отошающего компонента, оказывает значимое влияние на процессы спекания, фазообразования и формирования структуры керамического материала [2, с. 17–28].

Известно что, керамические массы с большим содержанием свободного кварца спекаются при высоких температурах. Поэтому в плиточных массах для снижения температуры спекания вводятся флюсующие компоненты таких как, полевые шпаты, пегматиты, перлит, нефелин-сиенит и др., образующие

значительное количество жидкой фазы при обжиге [3, 4, с. 909–917, 101-103].

В.Ф.Павловым [5, 6, с. 17-18, 15-16] показано благоприятное влияние легкоплавких глин на процесс спекания керамических масс при обжиге в качестве низкотемпературного флюсующего компонента.

Глина Кулатауского месторождения находящегося в Тупраккалинском районе Нижнеамударьинского региона, входит в состав новых месторождений, не использовавшийся ранее в керамической промышленности. Связи с этим мы в этой работе ставили цель разработки составов керамических плит на основе этой глины.

В работе [7, с. 73-74] нами было изучена пригодность Кулатауской глины для производства керамических материалов. Глина Кулатауского месторождения имеет благоприятные горно-технические условия для добычи. Песчано-глинистая вскрышная порода данного месторождения составляет 1-2 метр. Это позволяет осуществлять открытую добычу сырья в месторождении. Кулатауская глина в зависимости от расположения и глубины залегания макроскопически представляется в трех цветах – светло-зелёный, светло-серый и темно-серый цвет, с коричневыми вкраплениями железосодержащих минералов.

Химический состав исследуемых проб Кулатауской глины представлен в табл.1. Из табл.1 видно что химический состав трех разновидностей близки к друг другу.

Таблица 1.

Химический состав глины Кулатауского месторождения

| № пробы | Цвет образцов  | Содержание оксидов, масс % |                                |                                |                  |                               |      |      |                 |                   |                  |        |
|---------|----------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|-------------------------------|------|------|-----------------|-------------------|------------------|--------|
|         |                | SiO <sub>2</sub>           | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | CaO  | MgO  | SO <sub>3</sub> | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | П.П.П. |
| 1       | Темно-серый    | 57,92                      | 16,80                          | 4,88                           | 0,83             | 0,10                          | 1,30 | 1,61 | 0,15            | 2,80              | 2,85             | 9,82   |
| 2       | Светло-серый   | 57,91                      | 17,65                          | 4,58                           | 0,83             | 0,10                          | 0,81 | 1,52 | 0,20            | 2,86              | 2,75             | 9,95   |
| 3       | Светло-зелёный | 57,90                      | 17,03                          | 4,60                           | 0,82             | 0,08                          | 0,78 | 1,52 | 0,20            | 2,80              | 2,55             | 10,88  |

Согласно классификации ГОСТа 9169-75. «Сырье глинистое для керамической промышленности» исследуемая глина по содержанию свободного кремнезема относится к группе с низким содержанием свободного кварца, по пластичностью к группе высокопластичного глинистого сырья и по огнеупорности исследуемая глина является легкоплавкой [8, с. 87-93].

По данным рентгенографического анализа [8, с. 87-93] Кулатауская глина относится к глинам класса гидрослюдисто-монтмориллонитового типа, с незначительным содержанием кварца и каолинита. Кроме того в минералогическом составе данной глины встречаются примеси минералов полевого шпата, гематита и др.

Водопоглощения образцов приготовленных из пробы Кулатауской глины по пластическому способу и обожженные при 950°C составляют около 5 %, водопоглощения образцов из проб данной глины обожженных при 1000°C составляют менее 1 %, а в образцах Кулатауской глины обожженных при 1050°C наблюдаются признаки пережога. Это показывает что, данная глина по ГОСТу 9169-75 относится к классу сильноспекающиеся сырья с низкотемпературным спеканием.

Таким образом, по технологическим показателям Кулатауская глина характеризуются коротким интервалом спекания. Поэтому при использовании ее в производстве керамических плиток необходимо подобрать корректирующие добавки, расширяющие интервал спекания.

В работе [9, с. 54-55] нами также были изучены перспективы использования барханных песков Тупракалинского массива в силикатной промышленности республики Узбекистан и сделаны выводы что,

барханные пески Тупракалинского массива содержащие в своем составе около 30% мелко измельченного полевого шпата, с преобладанием анортита являются ценным сырьем для получения силикатных материалов. С огромными запасами в дальнейшем они могут стать перспективным сырьем в развитии силикатной промышленности Республики Узбекистан. Связи с этим использование его в составе керамических плит в качестве кварц-полевошпатового компонента является целесообразно.

Поэтому при разработке опытных составов масс кроме глины Кулатауского месторождения использовался барханный песок Тупракалинского массива.

Таким образом, опытные керамические массы разрабатываются на основе доступных и новых местных сырьевых материалов Нижнеамударьинского региона, Республики Узбекистан.

Плиточные образцы из разработанных масс подготовлены по общепринятой технологии керамических плиток в лабораторных условиях.

Следует отметить что, были разработаны и испытаны серия опытных лабораторных керамических масс по классической керамической технологии полусухим способом. При этом степень помола опытных масс составляло не более 1 % на сите № 0056. Из пресс-порошков влажностью 6-9 % готовились образцы плиток размером 50x50x8мм, с прессованием в лабораторном гидравлическом прессе при давлении 20-40 МПа, далее образцы высушивались в сушильном шкафу при 105-110°C, после чего подвергались обжигу в муфельной печи. Опытные испытания проводились на основе следующих шихтовых составов приведенные в таблице 2.

Таблица 2.

**Шихтовые составы опытных масс и технологические свойства опытных образцов, обожженных при 1000 и 1050°C**

| №   | Наименование и содержание сырьевых компонентов масс % |                  |  |                                | Общая усадка, в %, при 1000°C | Водопоглощение, в масс %, при 1000°C | Общая усадка, в %, при 1050°C | Водопоглощение, в масс %, при 1050°C |
|-----|---|------------------|--|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
|     | Ангренский вторичный необогащенный каолин             | Ангренский глиез | Кулатауская глина                                    | Тупракалинский барханный песок |                               |                                      |                               |                                      |
| 1.  | -   | -                | 60,0   | 40,0                           | 8,4                           | 3,1                                  | 9,5                           | 0,9                                  |
| 2.  | -   | -                | 57,5   | 42,5                           | 7,5                           | 3,4                                  | 8,4                           | 1,1                                  |
| 3.  | -   | -                | 55   | 45                             | 6,7                           | 3,7                                  | 7,6                           | 1,3                                  |
| 4.  | -   | -                | 52,5   | 47,5                           | 5,8                           | 3,9                                  | 6,8                           | 1,6                                  |
| 5.  | -   | -                | 50,0   | 50,0                           | 5,1                           | 4,3                                  | 6,0                           | 2,0                                  |
| 6.  | -   | -                | 47,5   | 52,5                           | 4,5                           | 4,6                                  | 5,3                           | 2,3                                  |
| 7.  | -   | -                | 45,0   | 55,0                           | 4,0                           | 4,8                                  | 4,6                           | 2,5                                  |
| 8.  | -   | -                | 42,5   | 57,5                           | 3,8                           | 5,5                                  | 4,2                           | 3,1                                  |
| 9.  | -   | -                | 40,0   | 60,0                           | 3,5                           | 6,4                                  | 3,7                           | 4,0                                  |
| 10* | 24  | 20               | остальное: кварц-полевой шпат, кварцевой песок и др. |                                | 4,29 (1100°)                  | 7,89 (1100°)                         | -                             | -                                    |

*Примечание:* №10\* - эталонный состав заводской производственной массы СП «ART GLOSS GALLERY» обожженных при 1100°C (для сравнения).

В результате лабораторных исследований установлено что, для получения образцов удовлетворительного качества, оптимальная влажность масс составляет 8 %, а давления прессования 30 МПа. По водопоглощению и степени усадки образцов (табл. 2) в качестве оптимального состава принимаем состав №7. Из табл.2 видно, что из разработанного оптимального состава №7 можно получить фасадные и половые плитки при температурах обжига 1000°C и 1050°C, соответственно.

Технологические свойства полученных опытных образцов керамических плиток, на основе разработанных составов, испытаны согласно общепринятым методикам по ГОСТу 27180-2019 в керамических производствах стран СНГ, а также по ГОСТу 13996-93 и ГОСТу 6787-2001 для фасадных и половых плит. В таблице 3 приведены физико-механические свойства керамических плит из оптимальных масс №7.

Таблица 3.

### Физико-механические свойства фасадных и половых плит

| Физико-механические свойства фасадных плит               |      |  |
|--|------|--|
| Показатели   | №7   | Требования ГОСТа 13996-93 (стеновых)         |
| Температура обжига, °С                                   | 1000 | -  |
| Водопоглощения, %  | 4,8  | - не менее 2<br>- не более 9                 |
| Морозостойкость, число циклов                            | 53   | не менее 40                                  |
| Предел прочности при изгибе, МПа                         | 26   | не менее 16                                  |
| Физико-механические свойства половых плит                |      |  |
| Показатели   | №7   | Требования ГОСТа 6787-2001 (неглазурованных) |
| Температура обжига, °С                                   | 1050 | -  |
| Водопоглощения, %  | 2,5  | не более 3,5                                 |
| Морозостойкость, число циклов                            | 59   | не менее 25                                  |
| Предел прочности при изгибе, МПа                         | 33   | не менее 28                                  |
| Износостойкость (по кварцевому песку), г/см <sup>2</sup> | 0,14 | не более 0,18                                |

Таким образом, на основании результатов проведенных лабораторных испытаний, можно заключить, что образцы фасадные и половые плитки, полученные на основе разработанного оптимального состава №7, состоящие из глины Кулатауского месторождения и барханного песка Тупраккалинского массива по физико-техническим свойствам удовлетворяют установленные требования ГОСТа 13996-93 и ГОСТа 6787-2001.

В результате лабораторных исследований в композиции легкоплавкой глины Кулатауского месторождения и Тупраккалинского барханного песка - имеющий кварц полевошпатовый состав, после обжига при температуре 1000 и 1050°C, были получены опытные образцы удовлетворяющие установленным требованиям ГОСТа 13996-93. «Плитки керамические фасадные и ковры из них. Технические условия» и ГОСТа 6787-2001. «Плитки керамические для полов. Технические условия», соответственно.

### Список литературы:

1. Августинник А.И. Керамика. -М.: Стройиздат, 1975. -592 с.
2. Amoros J.L., Orts M.J., Mestre S., Garcui-Ten J., Feliu C. Porous single fired wall tile bodies: Influence of quartz particle size on tile properties // Journal of The European Ceramic Society. – 2010. – V. 30. – № 1. – P. 17–28.139.
3. Andreola F., Barbieri L., Bondioli F., Lancellotti I., Miselli P., Ferrari A. Recycling of screen glass into new traditional ceramic materials // International Journal of Applied Ceramic Technology. – 2010. – V. 7. – № 6. – P. 909–917.
4. Эминов А.М., Бойжанов И.Р., Алламов Р.Г., Дусчанов С.К. Глины Гурленского месторождения – новое сырье для производства керамики // Композиционные материалы.- 2019. №3. -С.101-103.
5. Павлов В.Ф. «Легкоплавкие глины в керамических массах» // Стекло и керамика. -1985. №9. -С.17-18.
6. Веричев Е.Н., Павлов В.Ф. Кислотоупорные массы с добавкой легкоплавких глин // Стекло и керамика. - 1981. №2. -С.15-16.

7. Эминов А.М., Бойжанов И.Р., Жабберганов Ж.С., Алламов Р.Г., Маткаримова Д.Б. Глина Кулатауского месторождения новое сырье для получения керамических плит // Международная научная и научно-техническая конференция на тему «Инновации в строительстве, конструкционная и сейсмическая безопасность зданий и сооружений». Наманган. -2021. -С.73-74.
8. Эминов А.М., Бойжанов И.Р., Жабберганов Ж.С., Алламов Р.Г. Использование глины Кулатауского месторождения для получения фасадных плит // Electronic journal of actual problems of modern science, education and training. -2021. № 12/2. -С.87-93. <http://khorezmscience.uz>.
9. Жабберганов Ж.С., Эминов А.М., Бойжанов И.Р., Дусчанов С.К. Барханный песок Тупраккалинского массива как сырье для получения керамических плит // Международная научно-техническая конференция, посвященная международному году стекла «Инновационные технологии производства стекла, керамики и вяжущих материалов». -2022. Ташкент. - С. 54-55.

*ДЛЯ ЗАМЕТОК*

Научный журнал

**UNIVERSUM:  
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№ 8(101)  
Август 2022

Часть 2

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](mailto:mail@7universum.com)  
[www.7universum.com](http://www.7universum.com)

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