

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: 1(82)

Январь 2021

Часть 2

Москва  
2021

УДК 62/64+66/69

ББК 3

U55

**Главный редактор:**

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

**Заместитель главного редактора:**

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

**Члены редакционной коллегии:**

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

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

*Елисеев Дмитрий Викторович*, канд. техн. наук;

*Звезда Марина Юрьевна*, д-р физ.-мат. наук;

*Ким Алексей Юрьевич*, д-р техн. наук;

*Козьминых Владислав Олегович*, д-р хим. наук;

*Ларионов Максим Викторович*, д-р биол. наук;

*Манасян Сергей Керопович*, д-р техн. наук;

*Мартышкин Алексей Иванович*, канд. техн. наук;

*Мерганов Аваз Мирсултанович*, канд. техн. наук;

*Серегин Андрей Алексеевич*, канд. техн. наук;

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

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

**U55 Universum: технические науки:** научный журнал. – № 1(82). Часть 2.  
М., Изд. «МЦНО», 2021. – 108 с. – Электрон. версия печ. публ. –  
<http://7universum.com/ru/tech/archive/category/182>

ISSN : 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2021.82.1-2

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2021 г.

## Содержание

<b>Технология материалов и изделий текстильной и легкой промышленности</b>	<b>5</b>
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ШЁЛКОВОГО ВОЛОКНА ИЗ ОТХОДОВ КОКОНА	5
Атаханов Авазбек Комилжанович Парпиев Хабибулла Тожимирзаев Санжар Турдиалиевич	
ИССЛЕДОВАНИЯ УДАРНОГО ПРОЦЕССА ЛЕТУЧКИ О ЖЕСТКУЮ ПЛОСКОСТЬ И МЕТОДИКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ЛЕТУЧКИ ПО СЕТЧАТОЙ ПОВЕРХНОСТИ БАРАБАНА	11
Мардонов Ботир Мардонович Усманов Хайрулла Сайдуллаевич Тангиров Абдукаххор Эгамович Бозорбаев Илёсбек Исраилович Долиев Аслиддин Тулқинжон ўгли	
ТЕХНОЛОГИЯ ВНЕДРЕНИЯ СИГНАЛИЗИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА В ВЕРХнюю ОДЕЖДУ	19
Шумилина Екатерина Александровна Петросова Ирина Александровна	
ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ХЛОПКОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ ПО ТРУБОПРОВОДАМ ПНЕВМОТРАНСПОРТНОЙ УСТАНОВКИ	24
Каримов Нуриддин Махамаджонович Турсунов Иброхим Тургунович Абдурахимов Комилжон Каримович Саримсаков Олимжон Шарипжанович	
<b>Технология продовольственных продуктов</b>	<b>31</b>
ОЦЕНКА РОЛИ ХРАНЕНИЯ НИЗКОСОРТНЫХ СЕМЯН ХЛОПЧАТНИКА НА ЕГО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ	31
Ахмедов Азимжон Нормуминович Абдурахимов Саидакбар Абдурахманович Суванова Гулбахор Бахромовна Гиясов Жавлонбек Шавкатович	
СТЕРЕОСПЕЦИФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОДСОЛНЕЧНЫХ МАСЕЛ ВОЗДЕЛОВАННЫХ В УЗБЕКИСТАНЕ	35
Хамроев Элмурод Ортикназарович Абдурахимов Саидакбар Абдурахманович Ходжаев Сарвар Фахреддинович Ашуров Фуркат Бахронович	
СТРУКТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОДСОЛНЕЧНЫХ СЕМЯН ВОЗДЕЛОВАННЫХ В УЗБЕКИСТАНЕ	39
Хамроев Элмурод Ортикназарович Абдурахимов Саидакбар Абдурахманович Ашуров Фуркат Бахронович Ходжаев Сарвар Фахреддинович	
КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА СЕМЯН АМАРАНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ	44
Шарипов Полвон Рузматович Хасанов Хасан Турсунович	
<b>Химическая технология</b>	<b>49</b>
СИНТЕЗ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ АММОНИЙНЫХ СОЛЕЙ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ В КАЧЕСТВЕ БАКТЕРИЦИДОВ ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ РОСТА СУЛЬФАТВОССТАНАВЛИВАЮЩИХ БАКТЕРИЙ И ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ	49
Махмудова Феруза Ахмаджановна Газиходжаева Наргиза Миразизовна Максумова Айтура Ситдиковна	

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО И МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ГЛАУКОНИТОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ КАРАКАЛПАКИИ Алланиязов Давран Оразымбетович Каландарова Феруза Камул қизи Алланиязов Давлет Оразымбетович	54
ДОРОЖНАЯ КЕРАМИЧЕСКАЯ БРУСЧАТКА НА ОСНОВЕ ЛЕССОВЫХ ПОРОД УЗБЕКИСТАНА Бабаев Забибулла Камилович Шарипов Джавлон Шарипович Джуманиязов Зокир Базарбаевич	59
КЛАДОЧНЫЙ РАСТВОР С ПОВЫШЕННЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ СЦЕПЛЕНИЯ ДЛЯ КЛАДКИ СТЕН ИЗ СИЛИКАТНОГО КИРПИЧА Бабаев Забибулло Комилович Мадаминов Дилшодбек Куранбоевич	63
ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ НА СВОЙСТВА ПОЛИПРОПИЛЕНА Бозорова Найима Худойбердиевна Умаров Шухрат Шарипович Абдусаломов Абдумалик Рахматулла ўғли Сафаров Азамат Маматали ўғли	69
ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИЗВЕСТКОВО-ТУФФИТОВОГО ВЯЖУЩЕГО (ИТВ) Джандуллаева Мунавара Сапарбаевна Абдуллаев Баходир Урол угли Хаитова Дилафруз Уразовна	73
ДОРОЖНАЯ КЕРАМИЧЕСКАЯ БРУСЧАТКА НА ОСНОВЕ МЕСТНЫХ ЛЁССОВИДНЫХ ПОРОД МОДИФИЦИРОВАННЫЙ СТЕКЛОБОЕМ Джуманиязов Зокир Базарбаевич Бабаев Забибулла Камилович Шарипов Джавлон Шарипович	76
ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ОТВОДА ТЕПЛОТЫ ХЕМОСОРБЦИИ В КОЛОННЫХ АБСОРБЕРАХ С ЭФФЕКТИВНЫМИ ТРУБЧАТО- РЕШЕТЧАТЫМИ НАСАДКАМИ Мавлонов Элбек Тулкинович Нурмухамедов Хабибулла Сагдуллаевич Бабатулаев Ботир Бахрамович Сагдуллаев Улугбек Хабибуллаевич Султонов Жавохир Валиевич	80
ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЫЛЕВОЗДУШНОЙ СМЕСИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ УСТАНОВКИ УЛАВЛИВАНИЯ ПЫЛЬНЫХ ПРИМЕСЕЙ ИЗ ТРУБ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ Раззаков Руслан Ишкулович	85
СИНТЕЗ АКРИЛОИЛМОРФОЛИНА И ИЗУЧЕНИЕ ЕГО ИК-СПЕКТРОВ Тождинов Машхурбек Баходирович Джалилов Абдулахат Турапович Каримов Масъуд Убайдулла угли	90
МОДИФИКАЦИЯ СЕРЫ С ПРОМЫШЛЕННЫМИ ОТХОДАМИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СЕРНОГО БЕТОНА Хайитова Жавхар Мураталиевна Тураев Хайит Худойназарович Бекназаров Хасан Сойибназарович	94
ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СОЕВОГО МАСЛА ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ УЗБЕКИСТАНА Хамракулова Муборак Хакимовна Бадамшоева Мафтуна Исроил кизи	98
СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ОЛЕОГЕЛЯ С ЦЕЛЬЮ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДОВ Хусанова Мамлакат Фурқатовна Киёмов Шарифжон Нозимович Бекназаров Хасан Сойибназарович Джалилов Абдулахат Турапович	101

## ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

DOI: 10.32743/UniTech.2021.82.1-2.5-10

### РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ШЁЛКОВОГО ВОЛОКНА ИЗ ОТХОДОВ КОКОНА

*Атаханов Авазбек Комилжанович*

*ст. преподаватель  
Наманганский инженерно-технологический институт,  
Республика Узбекистан, г. Наманган*

*Парпиев Хабибулла*

*канд. техн. наук, доцент,  
Наманганский инженерно-технологический институт,  
Республика Узбекистан, г. Наманган*

*Тождимирзаев Санжар Турдалиевич*

*ст. преподаватель, PhD  
Наманганский инженерно-технологический институт,  
Республика Узбекистан, г. Наманган  
E-mail: [sanjar.tojimirzaev@gmail.com](mailto:sanjar.tojimirzaev@gmail.com)*

### DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR OBTAINING SILK FIBER FROM COCOON WASTE

*Avazbek Atakhanov*

*Senior teacher,  
Namangan Institute of Engineering and Technology,  
Uzbekistan, Namangan*

*Khabibulla Parpiev*

*Candidate of technical sciences, associate professor,  
Namangan Institute of Engineering and Technology,  
Uzbekistan, Namangan*

*S. Tozhimirzaev*

*Senior Lecturer, PhD  
Namangan Institute of Engineering and Technology,  
Uzbekistan, Namangan*

#### АННОТАЦИЯ

В статье приводится научная разработка технологии для получения шёлкового волокна из отходов кокона. Цель разработки – создание устройства для выработки волокон из отходов кокона и получение волокнистой массы с дальнейшим использованием их для выработки пряжи в прядильном производстве и выработки отдельных видов шёлковых тканей. Для переработки отходов кокона предлагается новая технология устройства разматывания и штапельирования.

#### ABSTRACT

The article provides a scientific development of technology for obtaining silk fiber from cocoon waste. The purpose of the development is to create a device for the production of fibers from cocoon waste and the production of pulp with their further use for the production of yarn in the spinning industry and the production of certain types of silk fabrics. For the processing of cocoon waste, a new technology of unwinding and cutting device is proposed.

**Ключевые слова:** коконы, шелковые отходы, одонки, разматывание, коконные нити, волокнистая масса, запаривание, штапелирование.

**Keywords:** cocoons, silk waste, unwinding, cocoon threads, pulp, steaming, chopping.

**Введение.** В настоящее время актуальными являются задачи повышения качества продукции, увеличение объема продукции и расширение ассортимента шелковых тканей и изделий из натурального шелка, совершенствование технологии переработки коконного сырья, увеличение объема выработки и повышения качества шелка сырца, при этом большое значение имеет уровень совершенства технологии получения шелка-сырца [1].

Нами разработанное устройство для получения волокнистой массы из шелковых отходов включает отварку, перемотку, штапелирование, промывку, отжим, сушку.

Перед отваркой шелковые отходы, такие как двойники, пятнистые, атласные, одонки подвергают предварительному разматыванию. Полученные в результате разматывания параллелизованные струны штапелируют в волокна длиной, равной длине хлопковых или химических волокон, используемых при прядении [2].

При этом процессы разрыхления, чесания, получение ленты, ровницы и прядение осуществляется на технологическом оборудовании хлопкопрядильного производства [2].

Устройство относится к текстильной промышленности и может быть использовано при выработки пряжи из шелковых отходов.

Шёлк обладает самыми высокими прочностными, физико-механическими, гигиеническими свойствами среди натуральных волокон. Однако на мировое текстильное сырьё приходится всего 0,5-0,2%. В то время как выращивание коконов в Японии в середине прошлого века преобладало в производстве шелка-сырца, Китай и Индия начали быстро развиваться с 80-х годов. До 2015-х годов Республика Узбекистан занимала 3-4 место в мире, выращивая 35 000 тонн коконов ежегодно и производя около 2 500 тонн шелка-сырца [3].

В зависимости от источника натуральных шелковых волокон (выращивание кокона, его первоначальная обработка, сортировка, прядение, кручение и ткачество) образуются отходы шелкового волокна. Кроме того, в системах прядения в качестве сырья при прядении шелка используются крученые петли, петли, отходы шелковых волокон и штапелей. Технология обработки этого сырья намного сложнее, так как длина, толщина, прочность, удлинение и другие технологические свойства волокон различаются [4].

В кокономотальном производстве в процессе переработки коконов образуются следующие виды отходов:

- в сортировочном цехе - вата сдир, коконы бракованные (двойники, пятнистые, атласные, тонкостенные и др.);
- в коконном цехе - сдир коконный, т.е. верхний слой коконов, снимаемой в процессе их запарки и

растряски при подыскивании концов коконных нитей, одонки, неразмот коконный, рвань шёлка сырца и куколки;

- в контрольно-уборочном цехе - рвань шёлка сырца, сирепланные намотки, пробные намотки [5].

Все эти волокнистые отходы являются ценным сырьём для выработки шелковой пряжи различного назначения.

Наиболее близким к предлагаемому является способ выработки шелковой пряжи из волокнистых отходов, который является более сложным по сравнению с приготовлением пряжи из любого другого волокнистого материала.

Сложность переработки шелковых отходов объясняется особыми свойствами используемого сырья и высокими требованиями, предъявляемыми к шелковой пряже.

Вследствие многообразия видов используемого сырья, резко различающегося по происхождению и физико-механическими свойствам, применяются различные способы его обработки, особенно на первых этапах технологического процесса. Если сдир коконный почти не содержит куколки, то коконные отходы, за исключением гренажных коконов, имеют внутри куколку, которая должна быть удалена [6].

**Технологическая часть.** Первый этап обработки шелковых отходов на шелкопрядильной фабрике состоит в очистке сырья от посторонних примесей и от куколки. Наиболее короткую обработку в сортировочном отделе проходят сдир коконный и рвань шёлка-сырца. После разбраковки пучки сдира коконного освобождают от привязок срезают так, чтобы отделить узелок от струны. Это позволяет уложить сдир в варочные мешочки. Резка производится дисковыми ножами на станке для резки коконного сдира. Одонки вареные в сортировочном отделе после разбраковки подвергаются обработке на ремешково-трепальной машине с целью их разрыхления и механического удаления остатков куколок и пыли. Одонки, отсортированные от неразмота подвергают так называемой воздушной мацерации в специальной камере при температуре 26-32<sup>0</sup> и относительной влажности 75-80<sup>0</sup>. одонки в камере выдерживают 12-16 часов и затем подвергают переработке на волчках с гладким деревянным барабаном. Рабочий берёт одонки порциями, по 500-550 г, подносит к барабану и слегка прижимает руками к его поверхности, стараясь по возможности распределить порцию одонков по всей поверхности барабана. Волокно из одонков увлекается барабаном и наматывается на него, а куколка задерживается стальной пластинкой, выполненной в виде ножа, близко подведенного к поверхности барабана и закрепленного на корпусе машины при помощи соединённого болта с надетой на него пружиной, чтобы нож мог амортизировать в процессе работы волчка. Большая часть куколки освобождается от оболочки одонков, падает

на столик и затем её убирают в специальный ящик. После переработки 4-5 порции одонков барабан останавливают, срезают слой-волокна на барабане снимают его в виде холста.

Коконь-брак (двойники, пятнистые, атласные, тонкостенные и др) прорезают на различных машинах. После резки этих коконов подвергают переработке на волчках с гладким деревянным барабаном, которые описывались ранее.

Второй этап обработки шёлковых отходов на шёлкопрядильной фабрике состоит обесклеивание и обезжиривание.

Шелковые отходы содержат от 20 - 30% серицина, который придаёт волокну жёсткость и делает невозможным переработку его в пряжу в сыром виде. Кроме этого, почти все виды шёлковых отходов содержат некоторое количество жировых веществ. Зажиренное волокно становится липким и плохо разъединяется при разрыхлении, чесании и вытягивании. В процессе отварки шёлковое волокно полностью или частично теряет содержащийся в нём серицин и обезжиривается. Оно становится мягким, приобретает способность легко разъединяться. Это способствует лучшему протеканию всех процессов дальнейшей механической обработки волокна и улучшает физико-механические показатели шёлковой пряжи.

Основными способами обесклеивания является: химический, основанный на способности серицина растворяться в горячих водных растворах щелочей и кислот, а жиров – эмульсироваться при соответствующей обработке шёлковых отходов; биологический, основанный на способности серицина и жиров распадаться под влиянием ферментов, выделяемых микроорганизмами; комбинированный, сочетающий предварительную отварку отходов в мыльно-содовых растворах с последующей биологической обработкой (мацерация).

После обесклеивания и обезжиривания шёлковый отходы промывается чистой водой. После промывки количество воды в волокне превышает 500% к его весу. Для удаления основной массы воды волокно подвергают отжиму, после которого содержание влаги в волокне снижается до 55-70%. Для отжима применяются центрифуги. Шёлковое волокно выдерживает сравнительно высокую температуру сушки, не изменяя при этом своих физико-механических свойств, однако действие высокой температуры должно быть непродолжительным.

Для сушки применяются конвейерные сушилки [7].

Третий этап переработки шёлковых отходов на шёлкопрядильной фабрике состоит из разрыхления и штапелирования. Для того чтобы подготовить отваренное сырьё к чесанию, его необходимо предварительно разрыхлить, т.е. распутать пучки и несколько распрямить волокно, очистить его от остатков куколки и приготовить холсты определённой длины и веса. Разрыхление и штапелирование отваренного шёлкового волокна производят на машинах, которые к сожалению, несовершенны, так как загрузка

сырья и снятие полуфабрикатов на них выполняются вручную и требует значительных затрат физического труда.

Чесание шёлкового волокна необходимо для окончательного распутывания и разъединения пучков, очистки волокон от посторонних примесей, а также распрямления и рассортировки волокон по длине и некоторой их параллелизации. Чесание осуществляется последовательно на кругло чесальных машинах в три или четыре перехода [8]. Прочес, полученный с кругло чесальных машин в виде коротких холстиков, после чистки и разбраковки поступают на раскладочные машины. На этих машинах прочес подвергают вытягиванию с целью распрямления и параллелизации волокна, одновременно из прочеса получают холстики определённой длины и веса.

Четвёртый и пятый этапы переработки шелковых отходов на шелкопрядильной фабрике включает получение ленты, ровницы и пряжи. Процесс получения пряжи заключается в том, что полуфабрикат (холст, лента, ровница), состоящий из волокнистого материала, постепенно утоняют, а волокна распрямляют и параллелизируются. Утонение продукта осуществляется путем его последовательного вытягивания, сочетаемого со сложениями, с целью выравнивания продукта по поперечным сечениям. Вытягивание полуфабрикатов производится в вытяжных приборах, установленных на машинах приготительного отдела и на прядильных машинах. Из-за большой и неравномерной длины волокна в прочесе натурального шелка приходится применять гребенные поля в вытяжных приборах ленточных и ровничных машин. На прядильных машинах приходится применять многоцилиндровые вытяжные приборы с легкими само грузными валиками с целью лучшего контроля волокон в процессе вытягивания ленты и ровницы, а также для улучшения параллелизации и распрямления волокон.

Шелковая пряжа, как правило, выпускаются в крученном виде, в два и более сложений. Поэтому шелкопрядильные фабрики располагают необходимым количеством тростильных и крутильных машин [9].

Недостатком известного способа является разнообразие технологических процессов, как по назначению, так и по способу их осуществления, удлинит весь процесс переработки шелковых отходов и не позволяет организовать его единым непрерывным потоком. Это является большим организационно-техническим недостатком шелкопрядильного производства, так как увеличивает затраты труда на получение шелковой пряжи из шелковых отходов.

Особенно в одонках после размотки остаются до 40-50% элементарных волокон шелка-сырца.

При данном способе некоторую часть волокна все же не удается отделить от куколки. Для отделения этого волокна остатки одонков промывают, отжимают от излишков влаги и обрывают на волчке с колковым барабаном, на котором получают холсты, сильно засоренные куколкой.

Обслуживание волчков, используемых для снятия волокна с одонков, требует больших затрат ручного труда [10].

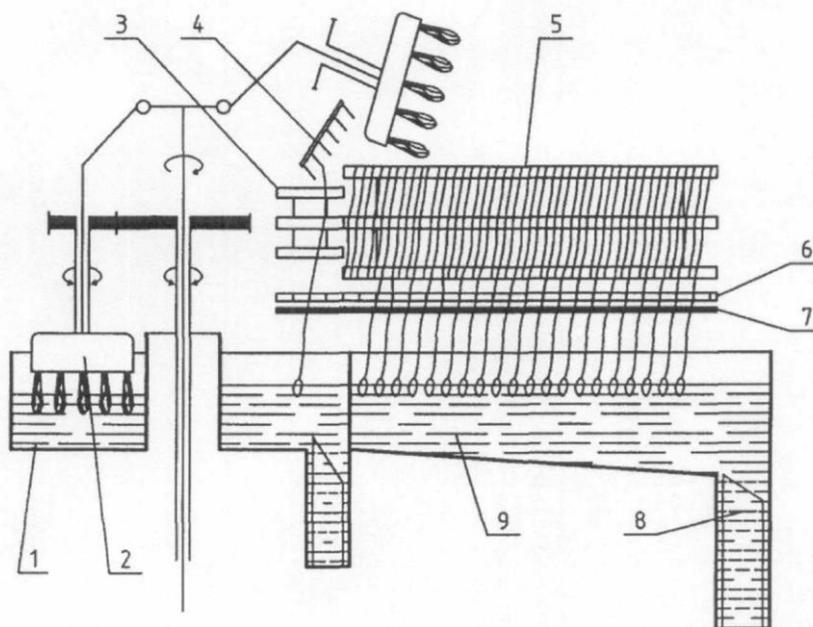
Существующий способ, на первой стадии обработки, из шелковых волокон удаляет клеящее вещество-серицин, после чего подвергается разрыхлению. Обесклеенное и обезжиренное волокно во время разрыхления сильно выпутывается. Это создает трудности для равномерного штапелирования волокна, вследствие которого приходится применять гребенные поля в вытяжных приборах ленточных и ровничных машин, а на прядильных машинах использовать многоцилиндровые вытяжные приборы, которые приводят к усложнению технологического процесса вытягивание ленты и ровницы.

Разрыхление и штапелирование отваренного шелкового волокна производится на машинах, которые к сожалению, несовершенны, так как загрузка

сырья и снятие полуфабрикатов на них выполняются вручную и требуют значительных затрат физического труда.

Задачей устройства является повышение производительности применяемых машин в технологическом процессе получения пряжи из шелковых отходов, уменьшение технологических переходов процесса получения пряжи и их трудоемкость.

Поставленная задача решается тем, что в устройстве получения пряжи из шелковых отходов, включающем отварку промывку, отжим, сушку, штапелирование, перед отваркой шелковые отходы, такие как двойники, пятнистые, атласные, одонки подвергают предварительному разматыванию, затем полученные в результате разматывания параллелизованные струны и сдир коконный штапелируют в волокна длиной, равной длине хлопковых или химических волокон, используемых при прядении.



**Рисунок 1. Устройство для разматывания и штапелирования отходов кокона**

Устройство работает следующим образом: шелковые отходы, такие как двойники, пятнистые, атласные, одонки подвергают предварительному разматыванию для получения параллелизованной струны [2].

Устройство на рис-1 содержит щеточный механизм 2, воздействующий ворсом щеток на коконы в кольцевом канале 1 с водой, и мотальный барабан 5, расположенный в центре зоны над мотальным тазом 9. щеточный механизм 2, служит для подыскания концов нитей. Найденный ворсом щетки конец коконной нити закрепляется к гребенку 4. работница берёт найденные концы с коконами и подает их в мотальный таз. Найденные концы нитей из двойников, пятнистые, атласные и одонков проводят через растрясочную планку 7, и зубчатую гребенку 6. Далее концы нитей увлекаются мотальным барабаном

5, и наматывается на него, образуя параллелизованную струну. Зубчатая гребенка 6 служит для направления коконной нити, растрясочная планка 7 облегчает отделение разматываемых коконных нитей и препятствует прохождению коконов на мотальный слой волокна на барабане разрезают и снимают его в виде параллелизованной струны.

Параллелизованная струна ( верхний слой оболочек коконов, снимаемый в процессе их запарки и растряски при подыскании концов коконных нитей) штапелируют длиной, 38-40мм равной длине хлопкового или химического волокна, т.е. равной длине смешиваемого компонента.

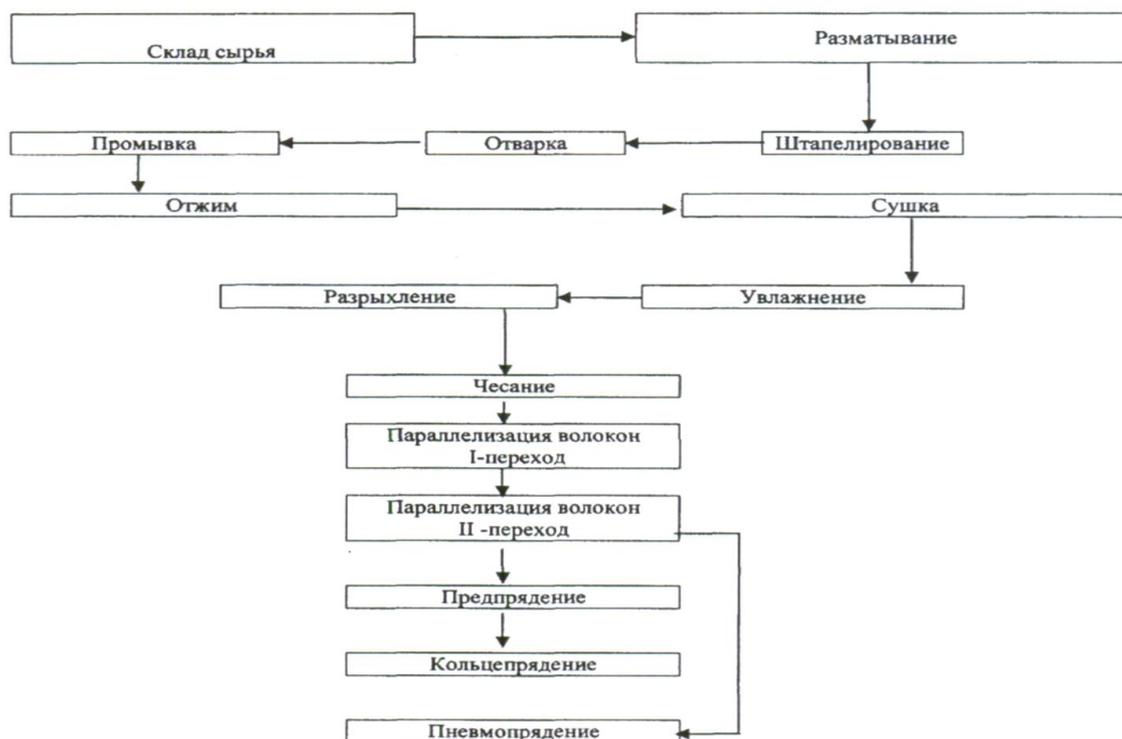
Параллелизованная струна после штапелирования подвергают обесклеиванию и обезжириванию химическим (биологическим или классическим) путем.

Второй этап обработки шелковых отходов на данном устройстве заключается в том, что параллелизованная струна (верхний слой оболочек коконов, снимаемый в процессе их запарки и растряски при подыскания концов коконной нити) штапелируют длиной, 38-40мм равной длине хлопкового или штапельного химического волокна, т.е. равной длине смешиваемого компонента.

На третьем этапе обработке шелковых отходов разрезанное на определенную длину волокна подвергает процессу отварки, где оно обесклеивается и обезжиривается химическим (биологическим и классическим) путем. После чего волокно промывают чистой водой, отжимают с помощью центрифуги и подвергают сушке. Для снятия электролизуемости

волокно подвергают увлажнению и только после этого разрыхляют на мелкие клочки с применением технологического оборудования хлопкопрядильного производства.

Четвертым и пятым этапом обработки шелковых отходов является процесс чесания, осуществляемые кардочесальными машинами хлопкопрядильного производства, которые разъединяют волокна, удаляют сорные примеси и пороки, частично распрямляют волокна и располагают их в чесальной ленте параллельно друг другу, преобразует волокнистый поток в чесальную ленту. Параллелизации волокон и выравнивание лент по линейной плотности осуществляется на ленточных машинах хлопкопрядильного производства в два перехода.



**Рисунок 2. Предполагаемая технология переработки отходов шёлка для выработки шелковой пряжи**

Получение ровницы и пряжи в чистом виде из шелкового отхода или смешанное с натуральными и химическими волокнами, вырабатывается с применением технологического оборудования хлопкопрядильного производства.

Основные этапы обработки шелковых отходов на заявляемом способа приведены в виде схемы на рис-2.

**Вывод.** В настоящее время шелковые отходы и отходы кокона, столь необходимые текстильной промышленности, перерабатываются местными предпринимателями и производится настил полноценного шелкового волокна. Готовый настил шелкового волокна в итоге вывозятся из Республики в больших количествах и перепродаются в зарубежные страны по низким ценам. Так как у местных предпринимателей нет дальнейшего плана и методики переработки шелкового настила из отходов волокна

в готовую продукцию, которое излагается на данной работе.

Если же переработанное шелковое волокно смешать с хлопковым волокном для получения пряжи определенной линейной плотности в текстильной промышленности появится еще один новый ассортимент сырья для ткани. Спрос на новый ассортимент товаров на мировом так же на местном текстильном рынке будет неизбежен.

Способ получения пряжи из шёлковых отходов включает отварку, промывку, отжим, сушку, штапелирование, разрыхление и чесание, получение ленты, ровницы и прядение. Перед отваркой шелковые отходы такие как двойники пятнистые атласные одонки подвергают предварительному разматыванию. Полученные в результате разматывания параллелизованные струны и сдир коконный штапелируют в во-

локна длиной равной длине хлопковых или химических волокон, используемых при прядении. При этом процессы разрыхления, чесания, получения

ленты, ровницы и прядение осуществляется на технологическом оборудовании хлопкопрядения.

#### Список литературы:

1. Патент РУз № IAP 04949/2014 Способ получения бикомпонентной пряжи из смешанных волокон. Алимова Х.А., Арипджанова Д.У., Гуламов А.Э., Бастамкулова Х.Д., Юсупходжаева Г.А.
2. Патент РУз № IAP 04693/06.04.2009 Способ получения пряжи из шелковых отходов // Зарегистрирован в государственном реестре изобретений Узбекистана № IAP 20090094, А.К. Атаханов, Х. Парпиев, Р. Каримов, У.Х. Мелибоев. [и др.]
3. T.A. Ochilov, Z.F. Valieva, A.K. Ataxanov, K.T. Ashurov. Influence of silk waste indicators on silk-raws roughness // Scientific and technical journal of NamIET, Volume 5, Issue 2, 2020.
4. А.К. Атаханов, Переработка отходов шелка волокна // Сборник научных статей Республиканской научно-практической конференции Наманганский инженерно-технологический институт, 22 апрель, 2020.
5. Усенко А., Заболоцкий Л.М. Технология шёлкопрядения // М.Тизлекром. 1961.-392 с.
6. Туйчиев Д., Мухамедов М.М., Бурнашев И.З. Совершенствование технологии подготовки шёлковых отходов к чесанию (обзор) // Ташкент: ГФНТИ, 1993.
7. Алимова Х.А. О проблемах рационального использования отходов переработки коконного сырья // Шёлк: РС/УзНИИНТИ. 1992. - № 6. -С.18-19.
8. Махкамов Р.Г. Основы процесса взаимодействия поверхностей твердых тел с волокнистой массой // Ташкент: Фан - 1979.
9. С.Т. Тожимирзаев, У.Х. Мелибоев, Х. Парпиев, Исследование влияния скорости выпуска чесания на качество ленты и пряжи // European Journal of Technical and Natural Science, № 4, Сентябрь 2020 г. Стр 7-14. ISSN: 2414-2352. [http://ppublishing.org/upload/iblock/8ca/EJT-4\\_2020.pdf](http://ppublishing.org/upload/iblock/8ca/EJT-4_2020.pdf)
10. В.А. Усенко, Л.М. Заболоцкий. «Технология шелка» часть II. (Шелкопрядение) // М: Издательство научно-технической литературы РСФСР, 1961. 343 стр.
11. Рубинов Э.Б. Технология шёлка (кокономотание) // М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1981. 392 с.
12. Loghavi A. The Effect of Waste Silk/Cotton iber Blend Ratios on Physical and Mechanical Properties Rotor Spun Yarns // M.Sc. Thesis, Textile Engineering Dept., Amirkabir University of Technology(AUT), Iran, 2004.
13. Kumar R., Chattopadhyay R., Sharma I.C., 2001, Feasibility of Spinning Silk/Silk Blends On Cotton System // Textile Asia, February: 21-31.

**ИССЛЕДОВАНИЯ УДАРНОГО ПРОЦЕССА ЛЕТУЧКИ О ЖЕСТКУЮ ПЛОСКОСТЬ  
И МЕТОДИКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ  
ДВИЖЕНИЯ ЛЕТУЧКИ ПО СЕТЧАТОЙ ПОВЕРХНОСТИ БАРАБАНА**

**Мардонов Ботир Мардонович**

*д-р физ. - мат. наук,  
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

**Усманов Хайрулла Сайдуллаевич**

*канд. техн. наук,  
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [usmanov.khayrulla@mail.ru](mailto:usmanov.khayrulla@mail.ru)*

**Тангиров Абдукаххор Эгамович**

*ст. преподаватель  
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

**Бозорбаев Илёмбек Исраилович**

*ассистент  
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

**Долиев Аслиддин Тулқинжон ўгли**

*ассистент  
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

**RESEARCH OF THE IMPACT PROCESS OF A FLY ON A RIGID PLANE AND METHODS  
OF USING EXPERIMENTAL DATA FOR STUDYING THE MOTION OF A FLY  
ON THE RETAINED SURFACE OF THE DRUM**

**Botir Mardonov**

*Dr. phys. - mat. sciences,  
Tashkent Institute of Textile and Light Industry  
Uzbekistan, Tashkent*

**Khayrulla Usmanov**

*Cand. tech. Sciences,  
Tashkent Institute of Textile and Light Industry  
Uzbekistan, Tashkent*

**Abdukaxxor Tangirov**

*Senior Lecturer,  
Tashkent Institute of Textile and Light Industry  
Uzbekistan, Tashkent*

**Piyosbek Bozorboyev**

*Assistant,  
Tashkent Institute of Textile and Light Industry  
Uzbekistan, Tashkent*

**Asliddin Boliyev**

*Assistant,  
Tashkent Institute of Textile and Light Industry  
Uzbekistan, Tashkent*

## АННОТАЦИЯ

В результате теоретических исследований по совершенствованию элементов вертикальной технологии очистки хлопка-сырца улучшены технологические показатели работы узлов очистителя.

## ABSTRACT

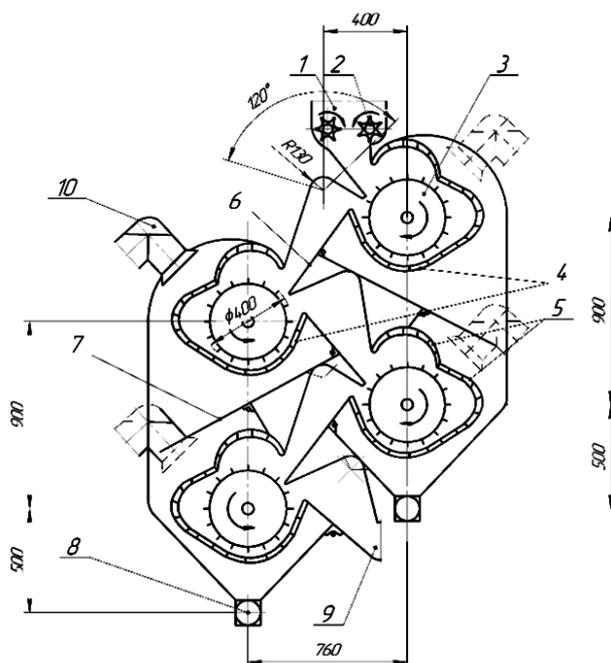
As a result of theoretical research of research to improve the elements of the vertical technology for cleaning raw cotton, the technological indicators of the work of the purifier units have been improved.

**Ключевые слова:** очистка хлопка, мелкие сорные примеси, очиститель мелкого сора, колковый барабан, сетчатая поверхность.

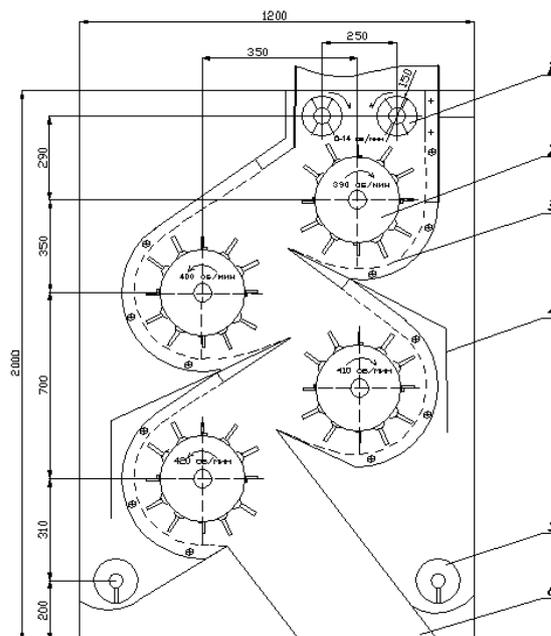
**Keywords:** raw cleaning, small weed impurities, small weed impurities cleaner, spike drum, mesh surface.

**Введение.** В очистителях хлопка-сырца от мелких сорных примесей основной модуль очистки состоит из транспортного средства с различной конструкцией гарнитуры, обеспечивающей рыхление и дальнейшее транспортирование хлопкового потока по сетчатой поверхности, вдоль которой происходит процесс выделения сорных примесей из объема движущегося потока. На практике набор таких модулей в различных вариациях установки и формирует общий профиль очистителя. Выявлено, что ударное взаимодействие летучек хлопка [1], в значительной степени влияет на качественные показатели семян и

волокнистой массы. Также в модулях присутствуют другие различные факторы, которые способствуют эффективному выделению мелких сорных примесей такие как, воздушные потоки и наличие планок, оказывающие определенное воздействие на процесс протекания очистки хлопка от мелких сорных примесей [2 – с.31]. Д.А.Усманов [3] разработал опытный (производственный) образец четырех барабанного очистителя для очистки хлопка-сырца от мелких сорных примесей. Его технологическая схема показана на рис. 1 а).



а) Очиститель хлопка, автор Д.А.Усманов



б) Очиститель хлопка, автор Х.С.Усманов

**Рисунок 1. Четырех барабанный очиститель хлопка-сырца от мелких сорных примесей вертикального принципа действия**

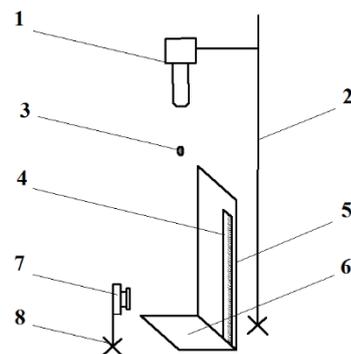
Модернизированный четырех барабанный вертикальный очиститель по патенту № FAP 01397 [4] и теоретические исследования по совершенствованию его элементов [5, с. 4-11] выявили ряд его недостатков. Это хаотическое движение части потока хлопка после колкового барабана, который ударяясь о направляющий щиток возвращается к верхнему колковому барабану, что приводит к повреждению

волокна и семян, а также возникновению забойных ситуаций в процессе очистки хлопка (рис.1, б).

Для поиска технических решений этих проблем, в данной работе экспериментальным путем определен коэффициент восстановления летучки (в виде отдельной не очищенной семени) предложена методика определения коэффициента жесткости упругой связи летучки, при ударе о жесткую поверхность по известным значениям коэффициента восстановления

потери энергии при ударах. Установлена закономерность движения летучки по сетчатой поверхности, дана оценка уровня ее загруженности. Представим хлопок сырец в виде потока отдельных, не взаимосвязанных между собой летучек. Ограничимся изучением движения отдельной летучки вдоль поверхности сетки по круговой линии под ударным действием со стороны колков. Полагая летучку в виде тела конечной массы, находящегося между двумя движущимися колками, и считаем, тело связано с колками через упругие элементы. На летучку действуют силы ее тяжести и трения Кулона на поверхности сетки. Для составления уравнения движения летучки по поверхности сетки. Коэффициент жесткости упругих элементов использовались экспериментальные данные, полученные на лабораторной установке, схематично представленной на рис.2. С помощью установки определялась величина подъема летучки при различных скоростях удара с учетом высоты подачи летучки

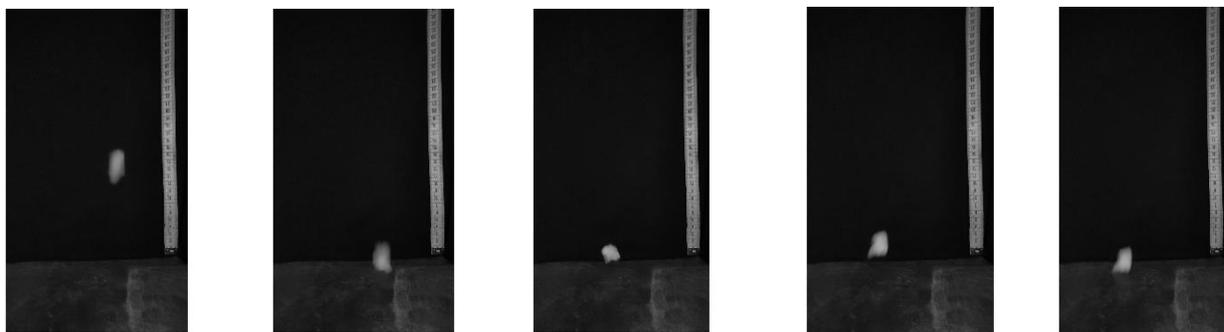
Лабораторная установка (рис.3) состоит из пневмоустройства 1 установленной на штативе 2 которая ускоряет летучку хлопка 3, измерительной планки 4 для фиксации отскока летучки, установленную на боковине 5, металлической пластины 6 и фотокамеры для скоростной съемки 7 (5 кадров в секунду), которая крепиться на штативе 8.



1- пневмоустройство; 2,8- штатив 3- летучка хлопка; 4 - измерительная планка; 5 – боковина; 6 - металлическая пластина; 7 – фотокамера.

**Рисунок 2. Схема лабораторной установки для определения скорости полета летучки и величины отскока летучки от металлической поверхности**

При проведении экспериментов из пневмоустройства 1 установленного на штативе 2 ускоряется летучка хлопка 3. При этом по данным скоростной съемки определяется расстояние пройденное летучкой и время полета. На основании этих показателей вычисляется скорость летучки. Величина отскока летучки хлопка 2 определяется путем замера на измерительной планке 4, установленного на боковине 5, после отскока летучки от металлической пластины 6, фиксируемой фотокамерой для скоростной съемки 7, которая закреплена на штативе 8 (рис. 3). Данные полученные в ходе экспериментов представлены в таблице №1.



**Рисунок 3. Фрагменты фиксации отскока летучка от металлической поверхности при скоростной съемке**

Таблица 1.

Показатели отскока летучки хлопка-сырца при вертикальном ударе от металлической поверхности при различных показателях скорости полета

№	Высота вылета летучек $H_i$ , мм	Скорость вылета летучки, $v_{0i}$ (м/с)				Отскок летучки от металлической поверхности $h_i$ , мм						
		1-опыт	2-опыт	3-опыт	Средний показатель	Скорость удара $v_i$ (м/с)	1-опыт	2-опыт	3-опыт	Средний показатель	Коэффициент восстановления $k_i$	Коэффициент жесткости $c_{0i}$ , Н/м
1	160	7,3	7,3	7,6	7,4	7.61	9	9	8	8,7	0.055	561
2	150	8,6	8,7	8,2	8,5	8.67	10	9	9	9,3	0.050	637
3	140	9,6	9,1	9,2	9,3	10.73	11	10	11	10,7	0.043	737
4	130	10,8	10,6	10,4	10,6	11.61	11	12	11	11,3	0.041	774
5	120	11,3	11,8	11,4	11,5	12.49	12	13	12	12,3	0.040	756
6	110	12,4	12,1	12,7	12,4	14.38	14	14	13	13,7	0.039	807
7	100	13,9	14,4	14,6	14,3	14.37	15	16	16	15,7	0.036	614
8	90	16,3	16,0	16,8	16,4	16.45	17	17	18	17,3	0.037	663
											$k_{cp} = 0.043$	$c_0 = 611$

Полная скорость удара равна  $v = \sqrt{v_0^2 + 2gH}$ , Коэффициент восстановления вычисляется по формуле

$$k = \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{v_0^2 + 2gH}}, \quad (1)$$

где  $H$  и  $h$  - соответственно высота подачи и подъема летучки,  $v_0$  - скорость вылета,  $g$  - ускорение свободного падения.

Результаты измерений величины  $k$  по трем повторным опытам при различных скоростях удара представлены в таблице 1. Из анализа табличных данные следует, что коэффициент восстановления принимает низкие значения и в зависимости от скорости удара меняется в небольшом интервале. Это обстоятельство указывает на значительные потери начальной скорости удара летучки о жесткую поверхность и связи с этим можно предполагать что, кривые описывающие зависимости между перемещением поверхности летучки и силой контакта будут различные в процессе сжатия и разгрузки. Для простоты зависимости представим в виде двух прямых

$$F = c_0 u \text{ при } 0 \leq u \leq u_m, \\ F = c_1 u - (c_1 - c_0)u_m \text{ при } u \geq u_m, \quad (2)$$

где  $c_0$  и  $c_1$  - соответственно коэффициенты жесткости упругой силы при сжатии и разгрузки,  $u_m$  - значение перемещения летучки в месте контакта ее с контактной поверхностью колка при переходе от стадии нагружения к разгрузке. Схематичное представление зависимости (1) показано на рис. 4.

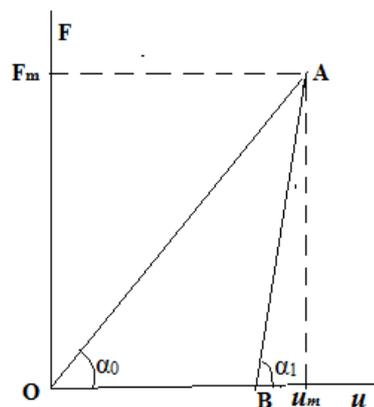


Рисунок 4. Схематичное представление зависимости нагрузки (линия OA) и разгрузки (линия AB)  $c_0 = tg \alpha_0$ ,  $c_1 = tg \alpha_1$  ( $c_1 > c_0$ )

Для экспериментального определения величин  $c_0$  и  $c_1$  рассмотрим задачу движения летучки после удара ее о жесткую поверхность с начальной скоростью  $v$  при наличии контактных сил (2)

$$m\ddot{u} = -c_0 u + mg \text{ при } 0 < u < u_m \quad (4)$$

$$m\ddot{u} = -c_1 u - (c_1 - c_0)u_m + mg \text{ при } u > u_m \quad (5)$$

Обозначим через  $u_1(t)$  и  $u_2(t)$  решения соответствующих уравнений (4) и введем частоты собственных колебаний  $\omega_0 = \sqrt{c_0/m}$  и  $\omega_1 = \sqrt{c_1/m}$ . Решение уравнения (4), удовлетворяющее условиям  $u_1(0) = 0$ ,  $\dot{u}_1(0) = v$ , представим в виде

$$u_1 = \frac{v}{\omega_0} \sin \omega_0 t \text{ при } 0 < t < t_0 \quad (6)$$

При этом в момент перехода контактной силы от нагружения к разгрузке выполняются условия

$$u_1(t_0) = u_m, \dot{u}_1(t_0) = 0 \tag{7}$$

Из условий (7) следует

$$t_0 = \pi / 2\omega_0, u_m = v / \omega_0$$

В момент времени  $t = t_0$  летучка находится в сжатом состоянии, где сила сжатия (пружины) будет равна  $P_{сж} = k_0 c_0$ . Далее при  $t \geq t_0$  начинается процесс разгрузки и происходит отход летучки от контактной поверхности. Рассмотрим движение летучки для моментов времени  $t \geq t_0$ , полагая, что в момент времени  $t = t_0$ , летучка находилась в состоянии покоя. Тогда решение уравнения (6) при начальных условиях  $u_2(t_0) = u_m, \dot{u}_2(t_0) = 0$  имеет вид

$$u_2 = u_m \frac{\omega_1^2 - \omega_0^2}{\omega_1^2} [1 - \cos \omega_1(t - t_0)]$$

В момент времени  $t = t_0 + \frac{\pi}{\omega_1}$  скорость летучки

обращается в нуль и она отходит от поверхности на расстояние

$$u = u_0 = 2u_m (\omega_1^2 - \omega_0^2) / \omega_1^2 \tag{8}$$

Полагая  $\beta = c_0 / c_1$  формулу (8), записываем в виде

$$u_0 = \frac{2v}{\omega_0} (1 - \beta) \tag{9}$$

Используем формулу (9) для экспериментального определения величин  $c_0$  и  $c_1$ . С этой целью требуем выполнения условий совпадения величины отхода  $u_0$  летучки от поверхности с экспериментальными данными при различных значениях скорости удара. В качестве условия принимаем равенства осредненного по скоростям удара коэффициента восстановления с отношением коэффициентов жесткостей при нагрузке и разгрузки, т.е

$$k_c = \frac{c_0}{c_1} \tag{10}$$

Значение этого отношения связано с потерю энергии удара за счет появления остаточного смещения на поверхности летучки после ее разгрузки, линия которой не совпадает с линией нагрузки.

$$m\ddot{s}_1 = c_0(v_k t - s_1 + s_{01}) + c_0(s_2 - s_1 + s_{12}) - f_0 m[\dot{s}_1^2 / R + g \sin(s_1 / R)] + mg \cos(s_1 / R) \tag{11}$$

$$m\ddot{s}_2 = c_0(s_1 - s_{12}) + c_0(s_3 - s_2 + s_{23}) - f_0 m[\dot{s}_2^2 / R + m\{g \sin(s_2 / R)\} + g \cos(s_2 / R)] \tag{12}$$

$$m\ddot{s}_3 = c_0(v_k t - s_3 + s_{03}) + c_0(s_2 - s_3 - s_{23}) - f_0 m[\dot{s}_3^2 / R + m\{g \sin(s_3 / R)\} + g \cos(s_3 / R)] \tag{13}$$

где  $s_{12} = s_{01} - s_{02}$ ,  $s_{23} = s_{02} - s_{03}$ , где принято  $s_{01} = MM_1 = M_1 M_2 = M_2 M_3 = \beta R / 4$ , где  $s = A_0 M$  - длина дуги сетчатой поверхности,  $s_0 = A_0 B_0 = \alpha_0 R$  - длина дуги окружности, определяемой с точки

начала расположения сетки по цилиндрической поверхности,  $v_k$  - линейная скорость колка,  $f_0$  - коэффициент трения между сеткой и летучки,  $R$  - радиус колка.

Можно показать величина  $k_c$  будет равно отношению площадей  $OAB$  (работа внешней силы, связанная с ударом) и  $OAA_0$  (работа сжатой пружины для подъема летучки после удара)

Таким образом, из (9) с учетом (10), получим формулу для определения коэффициентов жесткостей  $c_0$  и  $c_1$  по экспериментальным данным величин подъема  $h$ , коэффициента восстановления  $k$ , частоты колебания  $\omega$  и максимальное сжатия  $u_m$  летучки

$$k_c = \frac{S_{OAB}}{S_{OAA_0}} = \frac{(u_m - u_*)c_0 u_m}{c_0 u_m^2} = \frac{(u_m - u_m \frac{c_1 - c_0}{c_1})c_0 u_m}{c_0 u_m^2} = \frac{c_{cp}}{c_1}$$

$$\dots, c_1 = c_0 / k_c, (c_{0i} = \frac{4mv_i^2}{h_i^2}) \omega = \sqrt{c_0 / m} \cdot u_m = \frac{1}{8\omega} \sum_{i=1}^8 v_i$$

Пользуясь табличными данными находим  $c_0 = 61 \text{ Н/м}$ ,  $c_1 = 14221 \text{ Н/м}$ ,  $\omega = 1748 \text{ с}^{-1}$ ,  $u_m = 0.0069 \text{ м}$

Используем экспериментальное данные коэффициента жесткости для изучения движения летучки по сетчатой поверхности в процессе очистки ее от сорных примесей. Летучки с приведенной массой  $m$  совершает одномерное движение вдоль дуги окружности сетчатой поверхности, между двумя движущимися колками (Рис.5). Пусть в момент времени  $t=0$  в зоне очистки находится два колка, между которыми расположена летучка с тремя семенами одинаковой массы. При этом первый колос совпадает с радиусом барабана  $OB_0$ . Семена летучки взаимодействуют как между собой так с колками через упругие элементы с коэффициентом жесткости  $c_0$ . Положение семян вдоль дуги сетчатой поверхности определяем расстояниями соответственно длинами дуг  $s_1 = s_0 + MM_1$ ,  $s_2 = s_0 + MM_1 + M_1 M_2$ ,  $s_3 = s_0 + MM_1 + M_1 M_2 + M_2 M_3$ . Точки  $M_1$ ,  $M_2$  и  $M_3$  находятся в точках контакта семян с сетчатой поверхности. Уравнения движений семян моделируемых твердыми телами с сосредоточенными массами  $m$  с учетом сил веса и трения по закону Кулона запишем в виде:

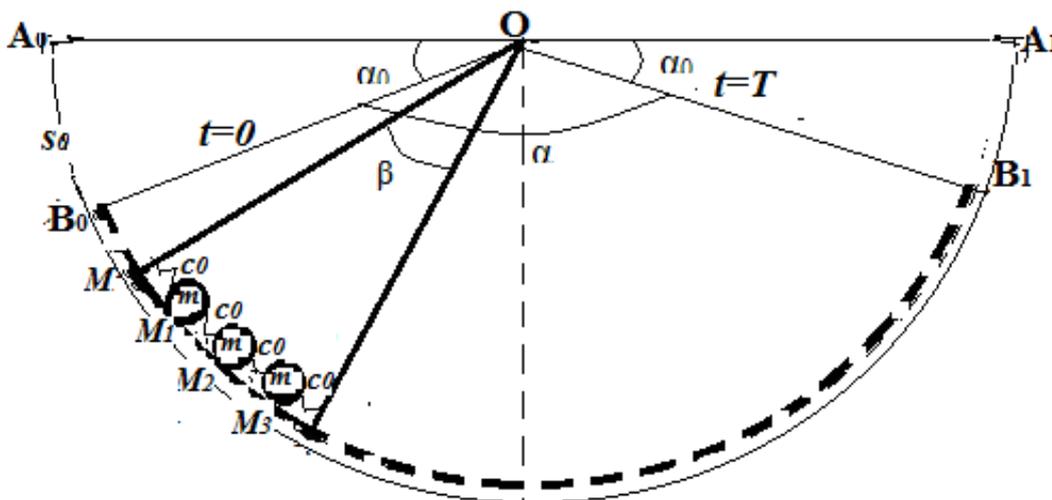
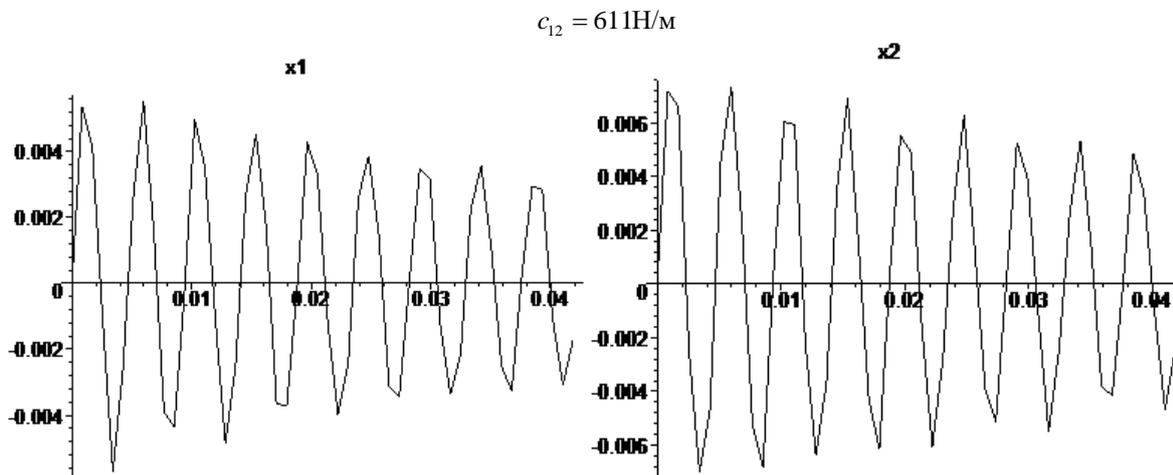
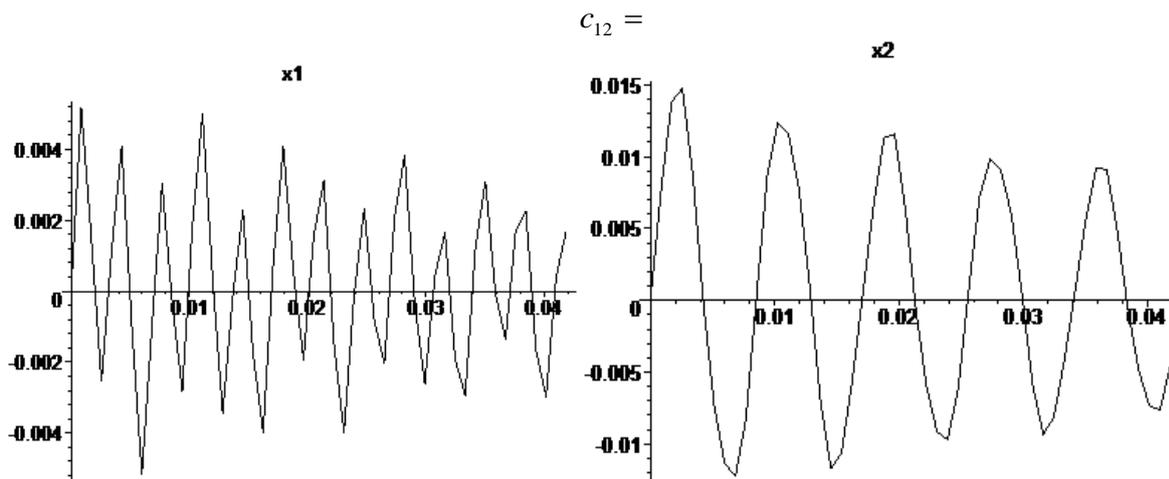


Рисунок 5. Схема движения летучки по сетчатой дуге  $B_0B_1$

Уравнение (11) имеет место в зоне сжатия летучки к поверхностям колков. Время начала  $t = t_p$  разгрузки в законе силового контакта летучки с колком определяется из условий  $s = u_m$ ,  $\dot{s}(t_p) = 0$ . Для промежутке времени  $0 < t < t_p$  уравнение (11) интегрируется численно с начальными условиями  $s = s_0$ ,  $\dot{s} = 0$  при  $t = 0$ . Расчеты проведены для очистительной зоны с 4 колками и следующими параметрами  $m = 0.2 \cdot 10^{-3}$  кг,  $R = 0.2$  м,  $\beta = 40^\circ$  ( $M_1M_2 = 0.14$  м),  $v_k = 8.5$  м/с,  $\alpha_0 = 30^\circ$ ,  $f_0 = 0.4$ ,  $c_0 = 611$  Н/м,  $\omega = 1748$  с<sup>-1</sup>,  $u_m = 0.0069$  м. При этом принято, что отчет времени начинается с момента полного нахождения первые два колка в зоне очистки, причем второй колкок располагается вдоль линии  $OB_0$  (рис. 6). рассматривается движение летучки, находящейся между первым вторым колком до момента выхода первого колка из дуги очистки  $t = T = (\pi - 2\alpha_0) / \omega_0$  ( $\omega_0$  - угловая скорость барабана,  $\beta$  - угол между колками). Ограничимся изучением движения летучек между другими парами колков за промежутки времени  $0 < t < T$ , поскольку

из постоянного поступления сырья за единицу времени в зону очистки для моментов времени  $T < t < 2T$  процесс повторяется. Таким образом в течение времени  $0 < t < T$ , достаточно рассмотреть движение летучки находящейся между третьем и вторым колком, за время  $0 < t < (\pi - 2\alpha_0 - \beta) / \omega_0$ , четвертым и третьем колками - за время  $0 < t < (\pi - 2\alpha_0 - 2\beta) / \omega_0$ . На рис. 6а представлены зависимости перемещения первой и второй семян  $u_1 = v_0t - s_1(t) + s_{01}$ ,  $u_2 = v_0t - s_2(t) + s_{02}$  относительно вращающихся колков. Из-за симметричного расположения семян летучки между двумя колками законы движения первого и третьего семян будут аналогичными. Из анализа кривых следует, что семена летучки, расположенные между колками совершают высокочастотные колебания, что связано появлением их упругих свойств при ударах. При этом упругие свойства семян при контакте с колками и между собой по разному влияют на частотный состав колебательного процесса. Ослабление коэффициента жесткости между семян соответственно увеличивает и уменьшает частоты колебаний первой и второй семян.

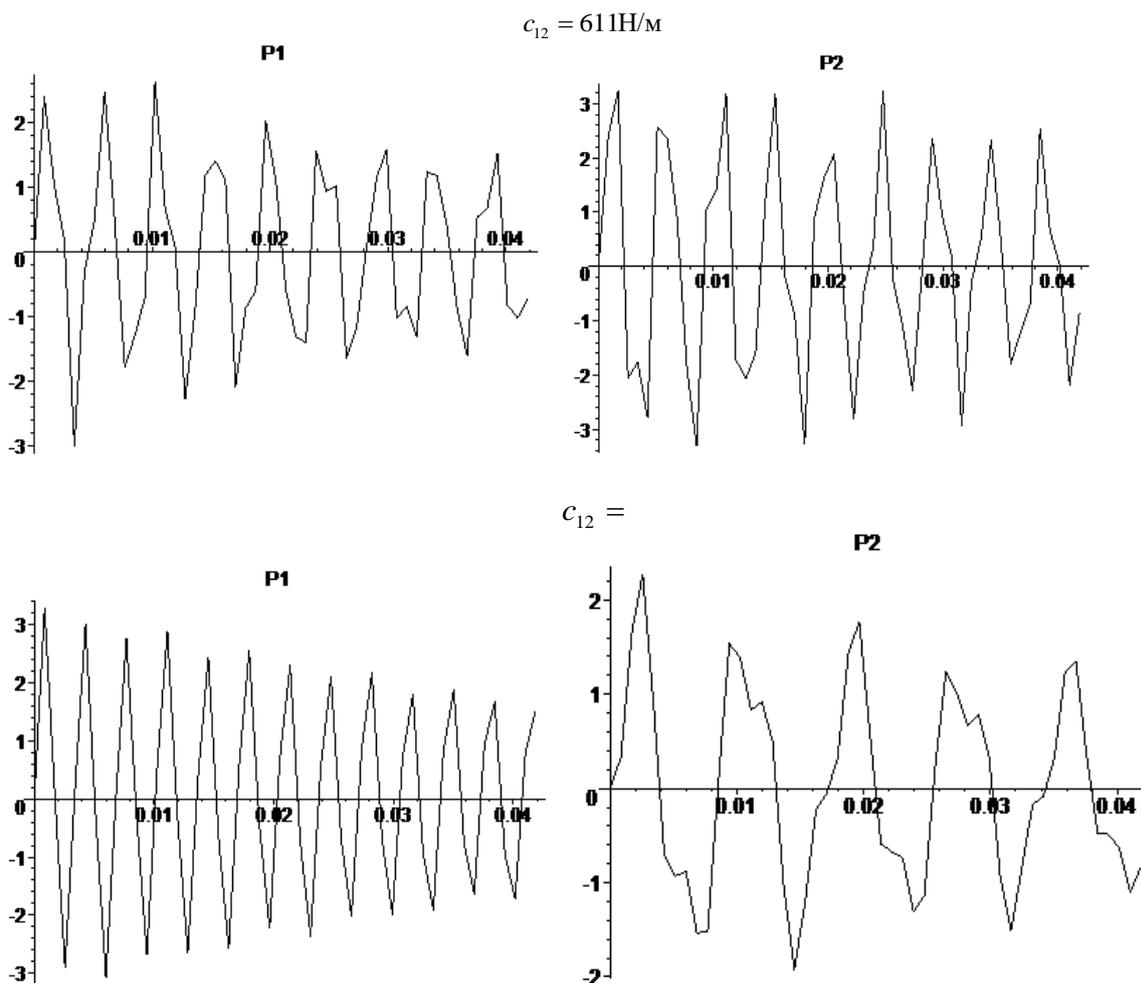




**Рисунок 6. Перемещения первой и второй семян  $u_1$ (м) и  $u_2$ (м) летучки по в времени  $t$ (сек) для двух значения коэффициента жесткости  $c_{12}$ (Н / м)**

На рис.7 представлены кривые изменения контактной силы  $P_1$  между колком и семени и силы упругой связи  $P_2$  между семян для двух значений коэффициента жесткости упругой силы взаимодействия между семян. Видно, что ослабление этой

силы приводит к существенному изменению частотного состава колебаний и росту контактной силы с колком и уменьшению значения силы взаимодействия.

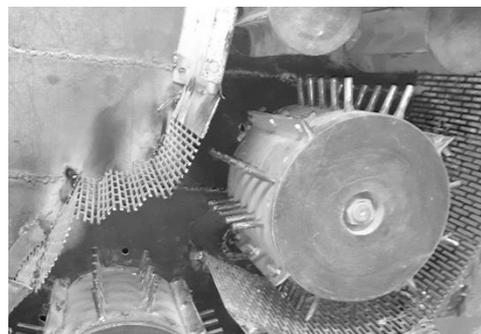
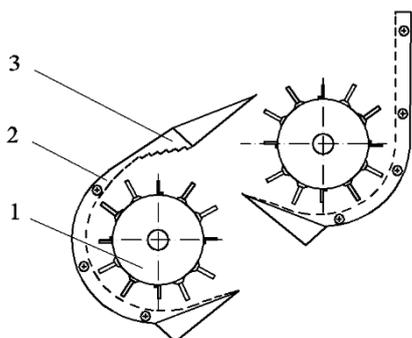


**Рисунок 7. Изменение по времени  $t$ (сек) контактных сил  $P_1$  между первой семени и  $P_2$  между первой и второй семян по времени**

**Выводы.** Для устранения вышеперечисленных недостатков и на основании теоретических исследований узел очистки направляющего щитка, выполнен ступенчато по направлению движения потока хлопка, что позволило повысить очистительный эффект и достичь равномерности протекания процесса очистки хлопка от мелких сорных примесей.

Модернизированный узел очистки хлопка от мелких сорных примесей состоит из колкового барабана 1,

сетчатой поверхности 2 и направляющего щита ступенчатой конструкции 3. В работе, хлопок очищается от мелких сорных примесей на колковых барабанах 1 с сетчатыми поверхностями 2. Наличие ступенчатой конструкции направляющего щитка 3 позволяет упорядочить движение части потока хлопка после колкового барабана и предотвратить возврат его на верхний колковый барабан.



**Рисунок 8. Поперечный разрез узла очистки хлопкоочистительного агрегата для очистки хлопка от мелких сорных примесей**

Экономическая эффективность предложения образуется за счет повышения очистительного эффекта узла очистки и достижения равномерности

процесса очистки хлопка-сырца от мелких сорных примесей.

#### Список литературы:

1. Лугачев А.Е. Исследование основных элементов очистителей хлопка-сырца с целью повышения качественных показателей процесса: Дисс...канд.техн.наук: - Кострома, 1981. – с.31-32.
2. Г.И. Мирошниченко Основы проектирования машин первичной обработки хлопка. М.: Машиностроение, 1972. – 143 б.],
3. Д.А.Усманов, Р.Х.Каримов, К.К.Полотов Технологическая оценка работы четырехбарабанного очистителя. Проблемы современной науки и образования, Иваново, 2019 г., <http://www.ipi1.ru>.
4. Х.С.Усманов и другие Хлопкоочистительный агрегат Патент на полезную модель № FAP 01397 Агентства интеллектуальной собственности Республики Узбекистан от 26.06.2019.
5. Б.М. Мардонов, Х.С. Усманов, Ф.Н. Сирожидинов Теоретическое исследование процесса выделения мелких сорных примесей из луточки хлопка. “Проблемы текстиля” научно-технический журнал 2019 г., № 4, с. 4-11.

## ТЕХНОЛОГИЯ ВНЕДРЕНИЯ СИГНАЛИЗИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА В ВЕРХНИЮ ОДЕЖДУ

**Шумилина Екатерина Александровна**

магистрант,  
Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство),  
РФ, г. Москва  
E-mail: [katrin-shumilina@yandex.ru](mailto:katrin-shumilina@yandex.ru)

**Петросова Ирина Александровна**

профессор, д-р техн. наук,  
Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство),  
РФ, г. Москва

## TECHNOLOGY OF SIGNAL DEVICE INTEGRATION INTO OUTWEAR

**Ekatерina Shumilina**

Master,  
Russian state University of Kosygin (Technology. Design. Art),  
Russia, Moscow

**Irina Petrosova**

Professor, doctor of engineering,  
Russian state University of Kosygin (Technology. Design. Art),  
Russia, Moscow

### АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены основные направления цифровизации швейной промышленности и расширение функций предметов одежды и аксессуаров. Предложена технология внедрения LED-дисплея в детскую куртку с целью повышения видимости на проезжей части в различных погодных условиях и независимо от времени суток. Определены оптимальные места расположения сигнализирующих элементов. Рассмотрено устройство и принцип работы светодиодных панелей.

### ABSTRACT

The article discusses the main directions of fashion industry digitalization and the expansion of clothing and accessories functions. The technology of LED-display introduction into the children's jacket is proposed in order to increase visibility on the roadway in various weather conditions and at any time of the day. Optimal locations of signaling elements are determined. The device and principle of operation of LED panels are considered.

**Ключевые слова:** цифровизация, одежда, сигнальные элементы, безопасность пешеходов, светодиод, LED, дизайн одежды.

**Keywords:** digitalization, clothing, signal elements, pedestrian safety, led, LED.

С каждым годом технологии развиваются все быстрее и быстрее: появляются новые технические устройства и расширяются возможности уже существующих. Швейная промышленность старается не отставать от общего прогресса. Ученые разрабатывают новые материалы, формы, методы изготовления одежды и проектирования [8 С. 221-228]. Наиболее актуальным направлением развития, особенно на конец 2020 года, можно считать виртуализацию швейной промышленности.

Виртуальное пространство для модной индустрии, по мнению ведущих модных экспертов, поможет пересмотреть потребности человека, касающиеся

швейной промышленности, снизит нагрузку с швейных предприятий, приблизит покупателя к производителю (продавцу), а также благоприятно повлияет на окружающую среду благодаря возможности сокращения отходов [7].

На данном этапе в процесс разработки стремительно внедряются программы 3D-визуализации и проектирования, программы и устройства 3D-сканирования фигуры человека и различных форм [7].

В качестве одного из направлений виртуализации выделяют цифровизацию самой одежды: внедрение устройств, считывающих жизненные показатели,

светоизлучающие устройства, звуковые гаджеты, терморегуляторы и другое.

Целью такого расширения функционала одежды являются: разнообразие дизайнерских решений, контроль физического состояния человека, а также повышение безопасности. Безопасность – одна из приоритетных целей разработки умной одежды: встраивание GPS-навигаторов, датчиков контроля температуры, средств вывода информации и т. д.

Большое количество научных трудов посвящено теме безопасности пешеходов на проезжей части, особенно детей [3, 4, С. 18-29]. Малозаметность в условиях плохой видимости и плохой освещенности пешеходных зон вблизи проезжей части в темное время суток – серьезная проблема безопасности людей. По этой причине наличие сигнальных элементов рекомендовано в одежде для взрослых людей и обязательно для детской [1 С.13-15, 2].

Наиболее часто встречаются такие сигнализирующие элементы как: светоотражающие нашивки, эмблемы, аксессуары, светоотражающий и светоизлучающий электролюминесцентный текстиль [6 С. 2-6]. В качестве альтернативного решения расширения информационной функции одежды предложено внедрить светодиодные пластины в одежду, как средство сигнализации и транслирования информации на поверхности швейного изделия. В отличие от светоотражающих материалов светоизлучающие приборы будут эффективнее в условиях плохой видимости – тумана, а также в светлое время суток, когда

светоотражающие элементы полностью теряют свое главное свойство.

Стремительно развивающаяся компания Pixel предложила своим покупателям рюкзаки со встроенными LED-экранами [5]. Через одноименное приложение на панель можно вывести любое изображение от простых символов до динамической картинке, основной задачей которых является привлечение внимания окружающих. Как раз такие предметы, уже появившиеся на полках магазинов, и свидетельствуют о том, что цифровизация швейной промышленности стремительно идет вперед.

Американскими учеными предложено внедрение светодиодных дисплеев в одежду, как решение контроля состояния человека во время физической активности [10 С. 2833-2842]. В своей научной работе они предложили встроить панель в обычную спортивную футболку, изображенную на рисунке 1. В качестве места расположения выбрана деталь спинки в области талии, так как по мнению авторов статьи в этой позиции панель не будет причинять дискомфорт спортсмену во время интенсивной тренировки. В качестве крепежной системы дисплея использованы липкие ленты, одна часть которых настроена на деталь спинки, а ответная совмещена с самой панелью. Аккумулятор размещен на дополнительном поясе, фиксирующемся на талии так, чтобы он не мешал во время бега или прыжков.

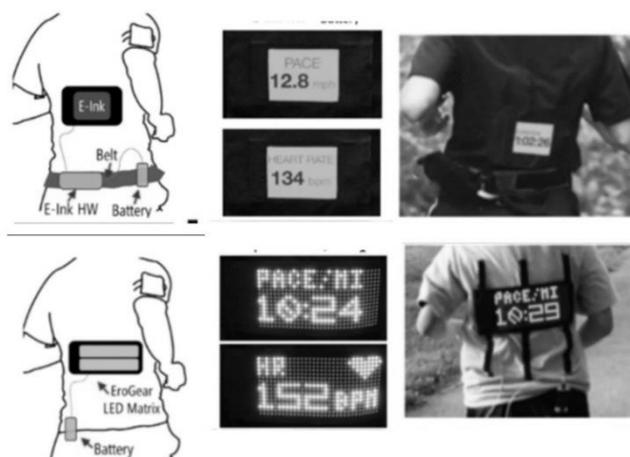
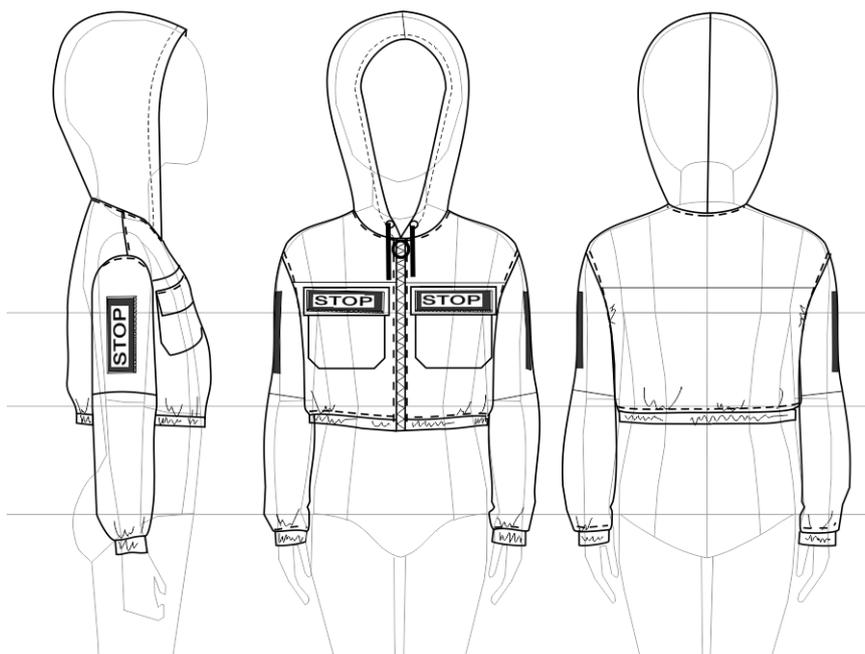


Рисунок 1. Светодиодные дисплеи в спортивной одежде [10]

На основе изученных научных статей и проведенного опроса среди водителей и покупателей детской одежды определены наиболее подходящие места расположения сигнализирующих светоизлучающих элементов в верхней плечевой одежде [9 С. 52-55, 11 С. 67-74]. К ним относятся: верхняя область спинки, боковая зона рукава и область груди на деталях переда. Место расположение светоизлучающих сигнализирующих устройств – один из факторов, влияющих на эффективность их использования. Также место расположение должно отвечать эстетическим требованиям и не препятствовать свободе движений, что особенно важно для детей, так как

ограничение движений может вызывать эмоциональные перепады.

К разработке с целью повышения видимости на проезжей части предложена модель куртки для девочки школьного возраста с расширенными информационными функциями, представленная на рисунке 2. Куртка оснащена встроенными LED-панелями, расположенными на рукавах выше локтя и в области груди. Отсутствие панелей на спинке изделия обусловлено тем, что эта зона труднодоступна во время носки изделия, а также наиболее контактна. При сидении человек в большинстве случаев прислоняется спиной к вертикальной поверхности, что может привести к сбоям в работе устройства или к поломке.

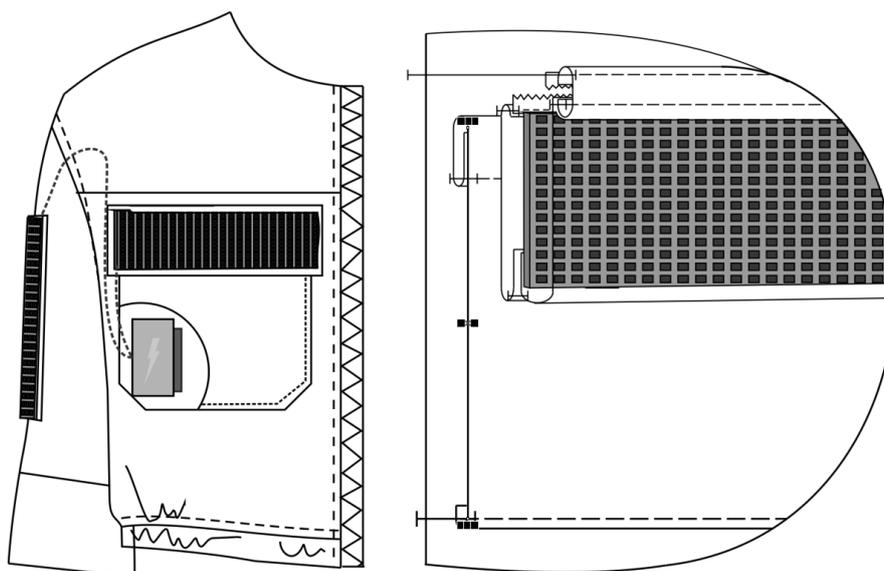


**Рисунок 2. Технический рисунок детской куртки с расширенными информационными функциями**

В качестве средства совмещения швейного изделия и светодиодных панелей выбраны накладные карманы, выполненные частично или полностью из ПВХ материалов. Такой вариант не снизит качество воспроизводимого изображения и защитит устройство от механических повреждений и влаги.

В области груди световую панель предложено разместить в клапане нагрудного кармана. В этом случае, карман не теряет своей функции. Деталь клапана выполнена из прозрачного материала, а подкладка клапана - из основного материала изделия. Клапан застегивается с внутренней стороны на тесьму-молнию. Матрица и зарядное устройство размещены в самом кармане для уменьшения толщины клапана и доступности блока управления.

Карманы рукавов выполнены полностью из прозрачного ПВХ материала (пленки) и застегиваются на тесьму-молнию. Панели соединены изнутри проводом с блоком управления и зарядным устройством, расположенным в нагрудном кармане, представленном на. На внутренней поверхности куртки предусмотрены держатели для проводов во избежание их спутывания и причинения дискомфорта во время использования изделия. Держатели оснащены липкими лентами, которые позволяют быстро отсоединить устройство при необходимости, например, для стирки. Схема предложенного технического устройства приведена на рисунке 3.



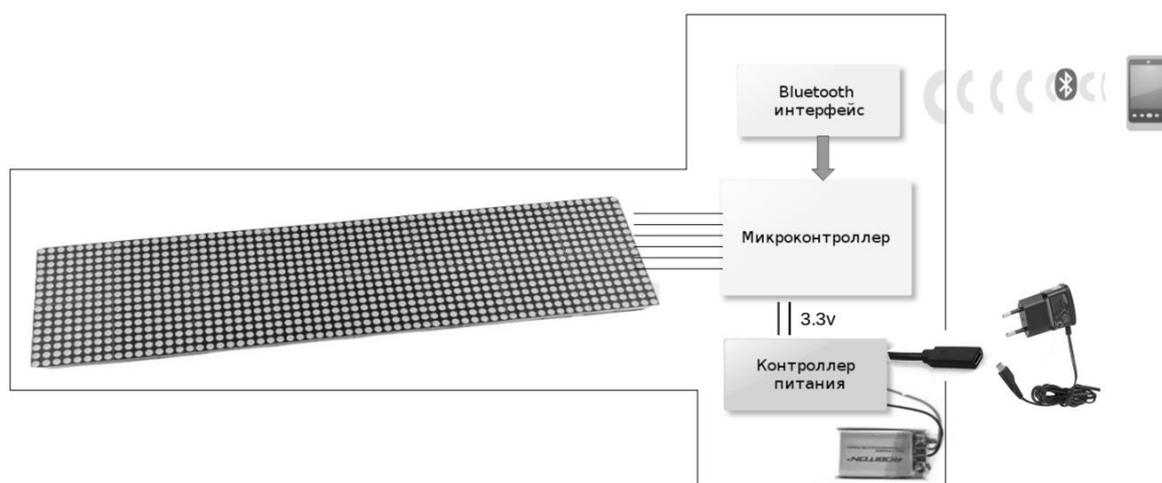
**Рисунок 3. Принцип совмещения светодиодных панелей и плечевого изделия**

Управляемый светодиодный дисплей состоит из следующих элементов:

- светодиодная матрица из 12 x 48 малоразмерных светодиодов;
- микроконтроллер;
- модуль bluetooth интерфейса;
- модуль управления питанием;
- малогабаритный LiPol аккумулятор.

Управление свечением отдельных светодиодов в матрице осуществляется с помощью встроенного микроконтроллера. В его внутренней энергонезависимой памяти сохраняется программа последовательности включения отдельных светодиодов для формирования и анимации динамического светового рисунка. Световые рисунки могут создаваться потребителем самостоятельно с помощью специальных приложений, запускаемых на мобильных устройствах на платформах Android или iOS (iPhone). В приложении потребитель может выбрать один из predetermined световых рисунков, создать собственный используя базовые примитивы (например, произвольный текст) или нарисовать попиксельно свой

индивидуальный рисунок. Сформированный в управляющем приложении растровый световой рисунок и эффекты его трансформации передаются в дисплей по беспроводному интерфейсу Bluetooth и записываются во внутреннюю память микроконтроллера для последующего воспроизведения. Для связи с программами на мобильных устройствах дисплей оснащен модулем интерфейса Bluetooth. Для автономного питания светодиодной матрицы и других элементов дисплея используется малогабаритный литий-полимерный аккумулятор. Аккумулятор подключается к устройству через специальный контроллер, который также обеспечивает возможность подзарядки аккумулятора от внешнего зарядного устройства с напряжением 5 Вольт (обычное зарядное устройство с подключением через разъем микро-USB). Таким образом, для управления и обслуживания дисплея потребителю требуются только обычные устройства (мобильный телефон и usb зарядное устройство, возможно, от того же телефона). Устройство представлено на рисунке 4.



**Рисунок 4. Схема устройства**

Предложенное изделие с внедренным техническим устройством вывода информации поможет повысить безопасность на проезжей части не только детей, но и взрослых людей, а также станет предметом

выражения своей индивидуальности и проявления фантазии.

Устройство требует проведения анализа эффективности работы на улице в разных условиях видимости и при разных положениях фигуры пешехода.

#### Список литературы:

1. Базарова К.Э, Хохаса З.З. Использование светоизлучающего текстиля в проектировании современных коллекций одежды // Всероссийская научная конференция «ДИСК-2018». Сборник материалов 2018 – С. 13-15.
2. ГОСТ 124219-99 Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная сигнальная повышенной видимости. Технические требования. –М.: Госстандарт, 2000. –16 С.
3. ГОСТ 51835-2001 Световозвращающие элементы детской и подростковой одежды. Общие требования. – М.:Госстандарт, 2001. –12 С.
4. Назаров Ю.В., Васильева Т.С. Сигнальные особенности Элементов костюма как фактор безопасности потребителей // Дизайн и технологии. – № 22(64), 2011 – С. 18-29.
5. Официальный сайт компании Pixel// [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://pixel-bag.ru/> (дата обращения 24.04.2020).
6. Петрова Е.И. Световая одежда// Наука и образование: проблемы, идеи, инновации. –2018 – № 4– С. 2-6.

7. Саиди Д.Р., Махмудова Ф.М. Преимущества цифровизации швейной промышленности// *Universum: Технические науки: Электронный научный журнал* 2020 №1 (70): URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/8688>
8. Самарин А. Электроника, встроенная в одежду- технологии и перспективы// *Компьютеры и технологии.* – 2017 – № 4 – С. 221-228.
9. Шумилина Е.А., Петросова И.А., Мурашова Н.В., Андреева Е.Г. Определение характеристик световых элементов в одежде// *Znanstvena misel journal.* – 2020 – №42 – С. 52-55/ [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.znanstvena-journal.com/wp-content/uploads/2020/05/Znanstvena-misel-journal-№42-2020-VOL.1.pdf>
10. Mauriello M., Gubbels M., Froehlich J., Social Fabric Fitness: The Design and Evaluation of Wearable E-Textile Displays to Support Group Running, Department of Computer Science// CHI 2014. May 2014 – pp. 2833-2842.
11. Schneegass S., Ogando S., Alt F. Using on-body displays for extending the output of wearable devices// *PerDis'16 Proceedings of the 5<sup>th</sup> ACM International Symposium on Pervasive Displays*, June 2016 – pp. 67-74.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ХЛОПКОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ  
ПО ТРУБОПРОВОДАМ ПНЕВОТРАНСПОРТНОЙ УСТАНОВКИ****Каримов Нуриддин Махамаджонович**

докторант,  
Наманганский инженерно-технологический институт,  
Республика Узбекистан, г. Наманган  
E-mail: [sidikov\\_akbarxon@mail.ru](mailto:sidikov_akbarxon@mail.ru)

**Турсунов Иброхим Тургунович**

ассистент,  
Наманганский инженерно-технологический институт,  
Республика Узбекистан, г. Наманган

**Абдурахимов Комилжон Каримович**

ст. преподаватель,  
Наманганский инженерно-технологический институт,  
Республика Узбекистан, г. Наманган

**Саримсаков Олимжон Шарипжанович**

д-р техн. наук, проф.,  
Наманганский инженерно-технологический институт,  
Республика Узбекистан, г. Наманган

**STUDY OF THE MOVEMENT OF THE COTTON-AIR MIXTURE THROUGH THE PIPELINES  
OF THE PNEUMATIC TRANSPORT INSTALLATION****Nuriddin Karimov**

Doctoral student,  
Namangan Engineering-Technological Institute,  
Republic of Uzbekistan, Namangan

**Ibrohim Tursunov**

Assistant,  
Namangan Engineering-Technological Institute,  
Republic of Uzbekistan, Namangan

**Komiljon Abdurahimov**

Senior Lecturer,  
Namangan Engineering-Technological Institute,  
Republic of Uzbekistan, Namangan

**Olimjon Sarimsakov**

Dr. Tech. sciences, prof.,  
Namangan Engineering-Technological Institute,  
Republic of Uzbekistan, Namangan

**АННОТАЦИЯ**

В статье рассмотрено движение по трубопроводу с переменным поперечным сечением смеси воздуха с хлопком-сырцом как многоскоростная гетерогенная среда. Получены уравнения пористости хлопка, давления воздуха и скоростей компонентов.

**ABSTRACT**

In the article the movement through a pipeline with a variable cross-section of the air mixed with raw cotton like a multiple heterogeneous environments. Equations cotton porosity, air pressure and velocity components.

**Ключевые слова:** хлопок-сырец, воздушный поток, аэрозоль, трубопровод, пневмотранспортная установка.

**Keywords:** raw cotton, air flow, aerosols, pipeline, pneumatic transport installation.

Узбекистан является одной из северных хлопкосеющих стран мира и производит около 3 млн тонн хлопка-сырца в год. В республике действуют 98 хлопкоочистительных заводов различной мощности. Средняя мощность хлопкоочистительных заводов находится в пределах 30 тысяч тонн хлопка-сырца в год.

Период сбора хлопка в республике довольно короткий и продолжается около 2 месяцев, обычно сентябрь и октябрь, относительно теплые месяцы осени. С ноября в этом крае начинается сезон осадков и холода, что препятствует сбору урожая. Поэтому хлопкосеющие хозяйства планируют закончить сезон уборки урожая до ноября. Причем сбор хлопка в настоящее время осуществляют в основном вручную.

Переработка хлопка на хлопкоочистительных заводах длится до 10 месяцев согласно планам переработки. Поэтому технология переработки хлопка в Узбекистане предусматривает заготовку и длительное хранение хлопка до переработки. Для этого существуют хлопкозаготовительные пункты, где на определенной площади строят площадки высотой 40–50 см, размером 12×25 м. На каждой площадке образуют трапециевидные сваи или модули хлопка, запрессованные вручную, высотой 7–8 м, массой 350–450 тонн, покрывают сверху водонепроницаемым материалом (зачастую используют брезент). Эти сваи называют «бунт». Следует отметить, что образование бунта – очень тяжелая, трудоемкая работа, требующая определенных навыков и количества рабочих рук. В бунтах хлопок хранится до подхода очереди переработки, причем, исходя из состояния (влажности и температуры) хлопка, осуществляют технологический уход – рытье туннелей в бунтах, измерение температуры, проведение проветривания по мере надобности.

Согласно плану переработки по очередности бунт разбирают – снимают хлопок с бунта и подают на переработку. Разборку бунта осуществляют механически, с помощью специальной машины, называемой разборщиком бунта, или вручную. Ручная разборка бунта и подача хлопка на переработку тоже тяжелое, трудоемкое, занимающее 0,8 человека/час рабочей силы занятие. Поэтому, хотя при этом отсутствуют материальные и энергетические расходы и отрицательное влияние на качественные показатели сырья, производство предпочитает механический способ разборки бунта как более безопасный, современный и совершенный.

В настоящее время на хлопкоперерабатывающих предприятиях для транспортировки хлопка внутри предприятия, т.е. из хранилищ в производственные цеха, из одного цеха в другой, а также внутри цехов, применяют пневмотранспортные установки всасывающего типа. Такие установки отличаются простотой конструкции, возможностью приложения материала в месте, вне зависимости от рельефа и состояния местности, использования в любых погодных условиях, а также возможностью создания внутри трубопровода избыточного давления, что способствует притягиванию не только материала, но и мелких

сорных примесей, выделяемые при контакте с хлопком, сохраняя санитарные условия в рабочих помещениях. Кроме того, исследованиями выявлены такие положительные свойства пневмоустановок, как возможность очистки и разрыхления хлопка при транспортировке с помощью потока воздуха. Несмотря на это, имеются и некоторые недостатки пневмотранспортных установок. К их недостаткам относятся большой расход воздуха и электроэнергии, а также отрицательное влияние на первоначальные качественные показатели транспортируемого хлопка. Для того чтобы повысить положительные, устранить или снизить отрицательные свойства пневмотранспорта, следует провести глубокие теоретические и прикладные исследования процесса пневмотранспортирования для раскрытия сущности данного процесса, установления факторов, определяющих эффективность данного процесса, и путем их управления добиться максимизации его положительных свойств. Настоящие исследования проводятся в целях изыскания возможностей снижения энергоемкости процесса и сохранения первоначального качества хлопка путем дальнейшего совершенствования процесса пневмотранспортирования.

При работе пневмотранспорта вентилятором внутри трубопровода создаются избыточное давление и поток воздуха, устремляющийся от горловины трубопровода к вентилятору. При этом поток воздуха будет иметь турбулентный режим [3], характеризующийся беспорядочностью течения, пульсационным изменением параметров и относительно высокой скоростью. Причем полное давление потока начиная с вентилятора в сторону горловины трубопровода постепенно снижается.

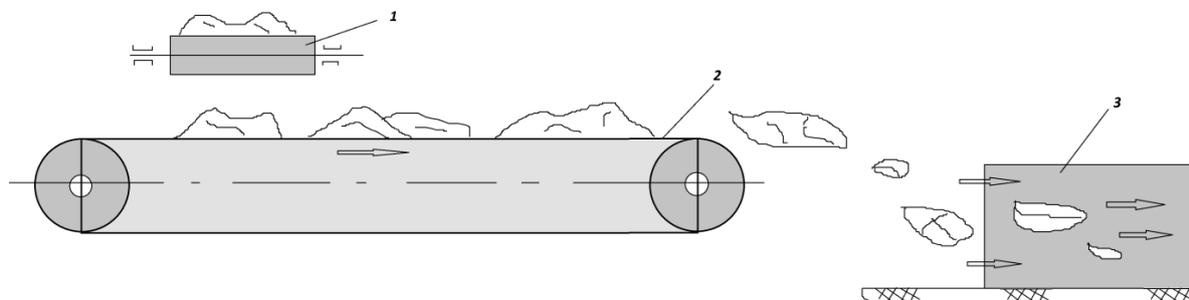
Основными причинами снижения полного давления в трубопроводе являются:

- 1) снижение статического давления потока за счет потерь на преодоление сил сопротивления трения воздуха о внутреннюю поверхность трубопровода;
- 2) снижение статического давления потока за счет потерь на преодоление местных сопротивлений (на фасонных частях воздухопровода);
- 3) снижение динамического давления за счет присосов воздуха снаружи через трещины, щели и пробоины в стенках и местах соединения трубопроводов.

Кроме того, происходит некоторое снижение плотности воздуха за счет его разрежения внутри трубопровода, что вызывает снижение динамического давления от горловины трубопровода к вентилятору. Это дает обратный эффект, т.е. увеличение динамического давления от вентилятора в сторону горловины трубопровода, и частично компенсирует величину снижения динамического давления за счет присосов воздуха.

Для гарантированной транспортировки воздуха имеет значение полное давление у горловины (т.е. в начале) трубопровода. С увеличением продолжительности, т.е. длины трубопровода, давление в горловине трубопровода снижается и доходит до такой критической величины  $P_{кр}$ , при которой транспортировка

обеспечивается, но при дальнейшем снижении транспортировка не гарантирована, т.е. происходит забой материала в горловине трубопровода. Расстояние от сепаратора до горловины трубопровода, где достигается  $P_{кр}$  – критическое значение полного давления, называется радиусом действия пневмотранспорта,



1 – ленточный транспортер разборщика бунта; 2 – горизонтальный ленточный транспортер с 2 полосами; 3 – трубопровод пневмотранспорта

**Рисунок 1. Схема экспериментальной установки, предназначенной для изучения процесса подачи хлопка в пневмотранспорт**

Процесс подачи хлопка в пневмотранспорт заключается в следующем.

Разборщик снимает хлопок из бунта и наклонным ленточным транспортером 1 подает на горизонтальный ленточный транспортер 2, на поверхности которого образуется передвигающийся слой хлопка в сторону трубопровода пневмотранспорта 3, отрываясь от поверхности ленты, пролетает и попадает в зону действия воздушного потока, который увлекает хлопок за собой внутрь трубопровода 3.

С поступлением хлопка в трубопровод аэродинамический режим оборудования изменится. Появляется сила, которая втягивает материал в сторону движения воздуха, и за материалом образуется разрывание (аэродинамический след), которое тоже увлекает за собой воздух внутри трубы.

Большинство ученых считают, что только силы сопротивления двигают тело и моделируют параметры процесса только в зависимости от скорости воздуха. А скорость воздуха вызывает динамическое давление. То есть получается, что законы движения зависят только от динамического давления. Однако это давление – только меньшая часть полного давления. Большую часть полного составляет статическое давление, и оно активно участвует в организации процесса перемещения как воздуха, так и материала. Свидетельством сказанного является то, что вентиляторы с большим расходом воздуха и низким напором обладают меньшей транспортирующей способностью. Кроме того, существуют воздушные насосы, которые создают большой напор, но с меньшим расходом воздуха. Анализ показывает, что их транспортирующая способность тоже ограничена. Это свидетельствует о том, что для эффективной транспортировки материала требуется определенная величина напора и расхода воздуха, причем величину напора можно характеризовать статическим давлением, а величину расхода – динамическим.

т.е. максимальное расстояние, откуда транспортировка материала гарантирована.

Из хранилищ подачу хлопка в трубопровод осуществляют либо вручную, либо механически – с помощью горизонтального ленточного транспортера, который устанавливают параллельно линии передвижения разборщика хлопкового бунта (рис. 1).

Одним из основных показателей двухкомпонентной среды является ее объемная концентрация  $w$  и весовая концентрация  $\mu$ . Объемная концентрация представляет собой относительный объем компонентов в общем объеме потока:

$$w = \frac{W_{\text{п}}}{W_{\text{п}} + W_{\text{х}}} \quad (1)$$

Массовая концентрация представляет собой относительные массы компонентов в воздушной трубе:

$$\mu = \frac{\sigma_{\text{п}}}{\sigma_{\text{х}} + \sigma_{\text{п}}} \quad (2)$$

где  $W_{\text{п}}$  – хлопок;

$W_{\text{х}}$  – объем воздуха в воздуховоде, м<sup>3</sup>;

$\sigma_{\text{п}}$  – хлопок;

$\sigma_{\text{х}}$  – воздушные массы, поступающие в единицу времени – воздуха, кг/с.

Анализ точных цифр показывает, что при использовании вентилятора VS-12M со средней производительностью 10 тонн (или 2,78 кг/с) используется 6,0 м<sup>3</sup> (или 7,2 кг/с) воздуха в секунду, принимая во внимание тот факт, что плотность хлопка после горелки  $\rho_{\text{п}} = 37,8$  кг/м<sup>3</sup>, объемно-массовая концентрация при плотности воздуха  $\rho_{\text{х}} = 1,2$  кг/м<sup>3</sup>:

$$w = (2,78 / 37,8) / (6 + 2,78 / 37,8) = 0,012 \text{ м}^3/\text{м}^3, \mu = 2,78 / (2,78 + 7,2) = 0,28 \text{ кг/кг.}$$

Эти показатели значительно ниже, чем те, которые используются в других отраслях, таких как переработка зерна, строительство, деревообработка и добыча полезных ископаемых.

Другим показателем двухкомпонентной среды является ее средняя плотность:

$$\rho = \rho_{\text{х}} + w \cdot (\rho_{\text{п}} - \rho_{\text{х}}) \quad (3)$$

Согласно вышеизложенному, средняя плотность смеси хлопка и воздуха в фактических значениях составляет:

$$\rho = 1,2 + (37,8 - 1,2) \cdot 0,012 = 1,64 \text{ кг/м}^3.$$

Как и любой проводник, пневматическая трубка имеет определенную грузоподъемность, которая определяет производительность всей пневматической системы.

Мы анализируем поведение двухкомпонентной среды, состоящей из смеси кусочков воздуха и хлопка в начале трубопровода (рис. 1).

Смесь воздуха с частицами волокнистой массы принимаем гетерогенной смесью, для описания движения которой можно использовать теорию многоскоростных систем, предложенную в работе Х.А. Рахматуллина [3]. Гетерогенные смеси, как правило, описываются многоскоростной моделью с учетом динамических эффектов, возникающих из-за несовпадения скоростей отдельных фаз. При этом воздух считаем идеальной жидкостью, и внутреннюю силу взаимодействия определяем через нормальное давление  $p(x)$ , которое является общим для всей смеси, противоположно направленное движению частиц волокнистой среды. Установим начала координат в начальном сечении трубопровода. Направим ось  $0x$  по оси трубопровода, площадь сечения которого меняется по закону  $S = s(x)$ ; считая процесс стационарным, обозначаем через  $u_0(x)$ ,  $u_1(x)$  соответственно скорость воздуха (индексом  $-0$ ) и частиц хлопка-сырца массы (индексом  $-1$ ) в произвольном сечении трубопровода. Полагаем, что в сечении трубопровода  $x = 0$  на движущуюся массу смеси действует воздушный поток со скоростью  $u_{00}$ . Уравнения одномерного движения компонентов смеси и законы сохранения масс, согласно работам [3; 4], записываем в виде:

$$\rho_0 u_0 s \frac{du_0}{dx} = -\frac{\rho_0}{\rho_0^{(0)}} \frac{d(sp)}{dx} + sk(u_1 - u_0); \quad (4)$$

$$\rho_1 u_1 s \frac{du_1}{dx} = -\frac{\rho_1}{\rho_1^{(0)}} \frac{d(sp)}{dx} - sk(u_1 - u_0); \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \rho_0 u_0 s = u_{00} \rho_{00} s_0 = const, \quad \rho_1 u_1 s = u_{10} \rho_{10} s_0 = const, \\ \rho_0 = m \rho_0^{(0)}, \quad \rho_1 = (1-m) \rho_1^{(0)}, \\ \rho_0 = \frac{m}{m_0} \rho_{00}, \quad \rho_1 = \frac{1-m}{1-m_0} \rho_{10}, \end{aligned} \quad (6)$$

где  $\rho_0$ ,  $\rho_1$ ,  $m$  – соответственно приведенные плотности воздуха, волокнистой массы и пористости в произвольном сечении трубы;

$\rho_0^{(0)}$  и  $\rho_1^{(0)}$  – их истинные плотности;

$k$  – коэффициент сопротивления;

$\rho_{00}$ ,  $\rho_{10}$  и  $m_0$  – известные значения плотности воздуха, волокнистой массы и пористости в сечении  $x = 0$ .

В процессе транспортирования смеси на внутреннюю стенку трубопровода со стороны частиц твердого компонента (частиц хлопка-сырца) действует боковое давления  $q = k_0 p$  ( $k_0$  – коэффициент бокового давления), которое по направлению движения создает силу трения  $f q L$  ( $f$  – коэффициент трения между материалом и поверхностью трубы,  $L = l(x)$  – длина контура поперечного сечения трубы), определяемую, например, по закону сухого трения Кулона. В этом случае уравнение (4) и (5) записываются в виде:

$$\rho_0 u_0 s \frac{du_0}{dx} = -\frac{\rho_0}{\rho_0^{(0)}} \frac{d(sp)}{dx} + sk(u_1 - u_0); \quad (7)$$

$$\rho_1 u_1 s \frac{du_1}{dx} = -\frac{\rho_1}{\rho_1^{(0)}} \frac{d(sp)}{dx} - sk(u_1 - u_0) - k_0 l f p (1-m); \quad (8)$$

Преобразуя уравнения, получим:

$$\frac{dp}{dx} + Z_0(m, x) p = Z_1(x, m, p). \quad (9)$$

$$\text{Здесь: } Z_0 = \frac{l(x) k_0 f (1-m)}{s(x)},$$

$$Z_1(x, m, p) = F_3(x, m, p) + F_4(x, m),$$

$$F_3 = \frac{s_0^2}{s^2(x)} \frac{Z(x, m, p)}{m^2 (1-m)^2} [\rho_{00} u_{00}^2 m_0^2 (1-m) - \rho_{10} u_{10}^2 (1-m_0)^2 m],$$

$$F_4 = \frac{s_0^2}{s^2(x)} \frac{s'(x)}{s(x)} \frac{1}{m(1-m)} [\rho_{00} u_{00}^2 m_0 (1-m) + \rho_{10} u_{10}^2 m (1-m_0)]$$

Уравнения (8) и (9) совместно описывают систему, которая удовлетворяет следующие начальные условия, позволяющие определить пористость хлопка и давление:

$$\text{при } x = 0 \quad m = m_0, \quad p = p_0 = \rho_{00} u_{00}^2 / 2.$$

Уравнения обработаны программой Maple 2019 при следующих параметрах для трубопровода постоянного сечения, и получены соответствующие графические зависимости:  $m_0 = 0.4$ ,  $u_{00} = 20 \text{ м/с}$ ,  $\rho_{00} = 1.2 \text{ кг/м}^3$ ,  $Q_0 = 10000 \text{ кг/час}$ ,  $\rho_{10} = 38 \text{ кг/м}^3$ ,  $s = s_0 = \pi D^2 / 4$ ,  $l = \pi D$ ,  $k_0 = 0.6$ . Текущий коэффициент пористости хлопка равен  $m = 0.6$ , а граничные значения коэффициента взаимодействия соответственно равны  $k_n = 50 \text{ Нс/м}^4$ ,  $k_n = 100 \text{ Нс/м}^4$ ,  $k_n = 200 \text{ Нс/м}^4$ ,  $k_n = 300 \text{ Нс/м}^4$ .

На рис. 2–5 представлены результаты анализа уравнений при диаметре трубопровода  $D = 0.4 \text{ м}$ : изменение пористости хлопка  $m(x)$ , скоростей компонентов  $u_0(x)$ ,  $u_1(x)$  и давления  $p(x)$  по длине трубопровода.

Для установления влияния коэффициента трения  $f$  на процесс транспортировки расчеты произведены при его различных значениях. При отсутствии

трения перемещение транспортируемого материала происходит при всех больших от нуля значениях коэффициента взаимодействия ( $k > 0$ ). А при наличии трения движение происходит при  $k \geq k_n$ , ( $k_n$  – граничное значение коэффициента  $k$ . При меньших значениях этого коэффициента ( $k < k_n$ ) в некоторых сечениях трубопровода давление обращается в нуль и движение не будет происходить [5; 7]. Для таких случаев принятая модель не работает. Для всех других случаев полученные уравнения правильно описывают процесс перемещения двухфазного потока.

Например, при  $f = 0.05$ ,  $f = 0.1$ ,  $f = 0.2$  и  $f = 0.3$  коэффициент взаимодействия будет иметь следующие значения:  $k_n = 8.7 \text{ Нс} / \text{м}^4$ ,  $k_n = 16.8 \text{ Нс} / \text{м}^4$ ,  $k_n = 35.4 \text{ Нс} / \text{м}^4$ ,  $k_n = 50.5 \text{ Нс} / \text{м}^4$ .

Анализ показывает, что значение пористости (рис. 2), сохраняет свойство закономерного общего возрастания при больших значениях  $k_n$  (график справа) относительно меньших (график слева) и составляет порядка 0.85. При этом, когда  $k = 400 \text{ Нс} / \text{м}^4$ , возрастание намного интенсивнее в начале процесса, а после прохождения 24–25 м оно остается относительно постоянным.

На графике давления (рис. 3) есть разница при начальных параметрах: давление в начале трубопровода – около 75 Па при меньших (график слева), 95 Па (график справа) при больших значениях  $k_n$ . Однако значение давления при меньших значениях  $k_n$  в начальных 1–2 метрах трубопровода резко снижается. При достижении 20 метров интенсивность падает, затем давление относительно стабилизируется. При высоких значениях  $k_n$  давление снижается почти с одинаковой интенсивностью. График скорости воздуха (рис. 4) показывает свойство снижения с одинаковой интенсивностью при всех значениях  $k_n$ . При достижении 50 м скорость воздуха падает до 14–12 м/с, затем почти не изменяется. А скорость хлопка (рис. 5) начиная с 0-го значения постепенно повышается. И при достижении 50 м относительно стабилизируется при значении 7–8 м/с.

Затем остается почти без изменения, а скорость хлопка (рис. 5), наоборот, имеет возрастающий характер. Если обратить внимание на графики, скорость хлопка в начальных 20 метрах длины трубопровода изменяется значительно резко, затем более стабильно. При больших значениях коэффициента взаимодействия, хотя в начале трубопровода скорость изменяется очень сильно, после прохождения около 30 м расстояния сильное изменение скорости не наблюдается.

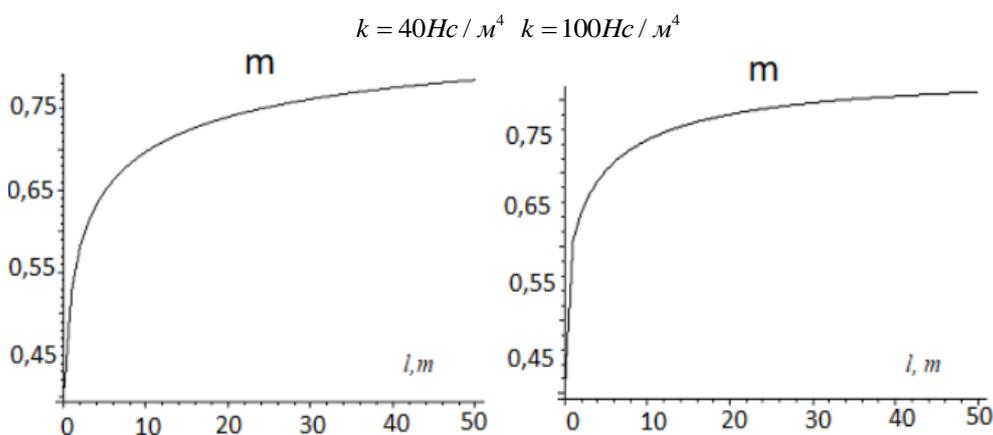


Рисунок 2. Изменение пористости хлопка по линии транспортировки

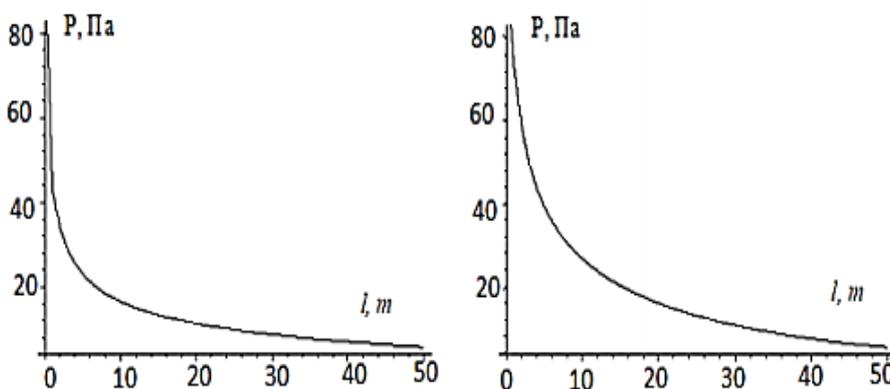


Рисунок 3. Изменение давления воздуха по линии транспортировки

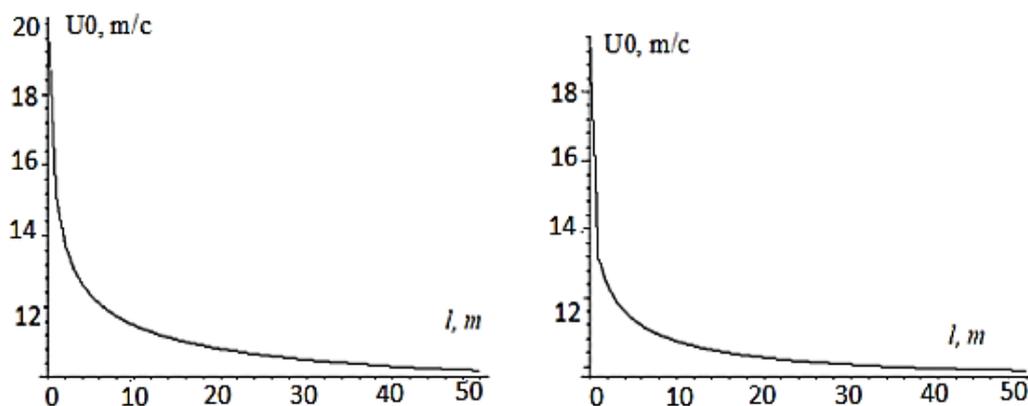


Рисунок 4. Изменение скорости воздуха по линии транспортировки

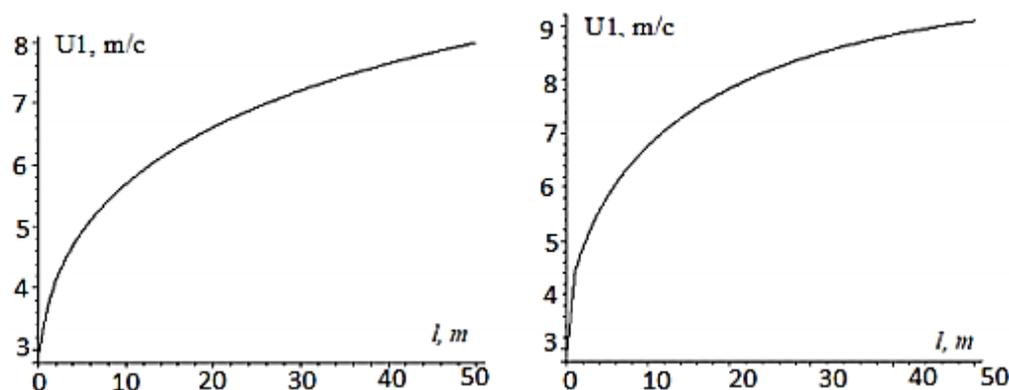


Рисунок 5. Изменение скорости хлопка по линии транспортировки

При больших значениях коэффициента взаимодействия характер изменения параметров сохраняется. Разницей является лишь интенсивность изменения. Изменение пористости хлопка в обоих случаях на расстоянии 50 м достигает одинаковой величины – 0,75–0,80. Только при большом  $k$  рост пористости на начальных 10–20 метрах значительно сильнее, и при достижении 30 м изменение значительно стабилизируется. А изменение давления, наоборот, при меньших  $k$  снижается сильнее относительно больших  $k$ . Это показывает, что  $k$  отрицательно влияет на силу сопротивления, т.е. с его увеличением сила сопротивления снижается, а при уменьшении, наоборот, увеличивается [1; 2]. Если обратить внимание на скорость воздуха, то можно увидеть его значение: на расстоянии 40–50 метров она составляет порядка 14–15 м/с, т.е. воздух опережает хлопок с относительной скоростью, равной разнице их скоростей. Отношение скорости хлопка на скорость воздуха даст коэффициент опаздывания, которое в нашем случае составляет величину, равную табличным значениям  $k = 0.7–0.75$  [1; 2]. Этот коэффициент показывает, насколько опаздывает хлопок от воздуха. Факт равенности теоретических значений с табличными, которые установлены экспериментально, доказывает соответствие установленной теоретической закономерности с естественной закономерностью движения хлопковооздушной смеси в транспортных трубопроводах пневмоустановок и

даст возможность предложить установленные формулы для расчетов пневмотранспорта [8; 6] и при его проектировании.

Полученная модель является универсальной, и ее можно применить для расчетов трубопроводов с переменным сечением.

### Выводы

1. Исследованиями установлено, что при пневматической транспортировке в начальных 20–25 метрах трубопровода сильно увеличивается пористость транспортируемого хлопка, что показывает его подвержение деформации растяжения и доказывает, из-за чего хлопок при пневмотранспортировке разрыхляется, становится более распушенным, отделяются от него сорные примеси.

2. Вхождение хлопка в трубопровод пневмотранспорта приводит к резкому снижению давления и скорости воздуха, а скорость хлопка в начальных 15–20 метрах трубопровода увеличивается сильно, затем с более умеренной интенсивностью.

3. Многоскоростная модель движения хлопковооздушной смеси как гетерогенной среды в пневмотранспортных трубопроводах более правильно описывает процесс перемещения воздуха и материала во время пневмотранспортировки, что дает возможность предложить ее использование для расчетов пневмотранспорта и при его проектировании.

**Список литературы:**

1. Ахмедходжаев Х.Т. Исследование транспортирования хлопка-сырца в металлополимерных трубопроводах и их влияние на качество волокна и семян : дис. ... канд. техн. наук. – Ташкент, 1980.
2. Кадырходжаев С.К. Разработка сепаратора для хлопка-сырца с целью сохранения его качественных показателей и сокращения потерь волокна : дис. ... канд. техн. наук. – Ташкент, 1986.
3. Рахматуллин Х. Газовая и волновая динамика. – М. : Изд. МГУ, 1983.
4. Abdulkarimovich, M.O., Ibragimovich, A.K., Sharipjanovich, S.O. Designing a New Design of a Loading Cylinder for Pneumomechanical Spinning Machines. *Engineering*. – 2018. – № 10. – P. 345–356.
5. Effective Cleaning of Cotton Waste Produced at Cotton Cleaning Factories / I. Abbazov, O. Sarimsakov, M. Khodjiev, B. Mardonov // *American Journal ASCIT Communications*. – 2018. – № 5 (2). – P. 22–28.
6. Sarimsakov O. The Possibility of reducing air consumption and power consumption in pneumatic conveying of raw cotton // *American Journal of Science and technology*. – 2016. – № 4 (6). – P. 68–72 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aascitjournal/ajst>.
7. Sarimsakov O., Gaybnazarov E. About Energy Consumption in Pneumatic Conveying of Raw Cotton // *American Journal of Energy and Power Engineering*. – 2016. – Vol. 3. – № 4. – P. 26–29.
8. Sarimsakov O., Xusanov C., Muradov R. The Change in Air Pressure Along the Length of the Pipeline Installation for Pneumatic Conveying of Raw Cotton // *J. Engineering and Technology*. – 2016. – № 3 (5). – P. 89–92 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.aascit.org/journal/et](http://www.aascit.org/journal/et).

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ**

DOI: 10.32743/UniTech.2021.82.1-2.31-34

**ОЦЕНКА РОЛИ ХРАНЕНИЯ НИЗКОСОРТНЫХ СЕМЯН ХЛОПЧАТНИКА  
НА ЕГО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ****Ахмедов Азимжон Нормуминович**

*д-р техн. наук, и.о. профессор кафедры «Технология пищевых продуктов»  
Каршинского инженерно-экономического института,  
Республика Узбекистан г. Карши  
E-mail: [a.ahmedov80@mail.ru](mailto:a.ahmedov80@mail.ru)*

**Абдурахимов Саидакбар Абдурахманович**

*д-р техн. наук, профессор кафедры «Технология пищевых продуктов»  
Ташкентского химико-технологического института,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [saidakbar1953@yandex.ru](mailto:saidakbar1953@yandex.ru)*

**Суванова Гулбахор Бахромовна**

*магистрант  
Каршинского инженерно-экономического института,  
Республика Узбекистан, г. Карши  
E-mail: [a.ahmedov80@mail.ru](mailto:a.ahmedov80@mail.ru)*

**Гиясов Жавлонбек Шавкатович**

*научный сотрудник Каршинского инженерно-экономического института,  
Республика Узбекистан, г. Карши  
E-mail: [jokeyge@mail.ru](mailto:jokeyge@mail.ru)*

**ASSESSMENT OF THE ROLE OF STORAGE OF LOW-RATED COTTON SEEDS  
ON ITS PHYSICO-CHEMICAL INDICATORS****Azimjon Akhmedov**

*Doctor of Technical Sciences, acting Professor  
of the Department "Technology of Digestion Products"  
of in Karshi engineering economics institute,  
Uzbekistan, Karshi*

**Saidakbar Abdurakhimov**

*Doctor of Technical Sciences,  
Professor of the Department "Technology of Digestion Products"  
of Tashkent Chemical and Technological Institute,  
Uzbekistan, Tashkent*

**Gulbahor Suvanova**

*Master's student  
at Karshi Engineering and Economic Institute,  
Uzbekistan, Karshi*

**Javlonbek Giyasov**

*Researcher  
of the Karshi Engineering and Economic Institute,  
Uzbekistan, Karshi*

### АННОТАЦИЯ

В данной статье представлена информация об изменениях содержания число анизида, свободного госсипола и хлорофилла при хранении семян разных сортов.

### ABSTRACT

This article provides information on changes in the content of anisidine, free gossypol and chlorophyll during storage of seeds of different varieties.

**Ключевые слова:** I,II,III,IV и низкосортные семена хлопчатника, срок годности, анизидиновые и пероксидные числа, хлорофилл, госсипол, процесс и т.д.

**Keywords:** I, II, III, IV and low-grade cotton seeds, shelf life, anisidine and peroxide numbers, chlorophyll, gossypol, process, etc.

**Введение.** В процессе длительного хранения семян хлопчатника при определенной влажности и температуры среды протекают биохимические реакции и изменения в различных частях маслично-белкового материала. Прежде всего, происходит расщепление триацилглицеридов, за счет которых увеличивается содержание свободных жирных кислот, т.е. кислотного числа масла [1, 2].

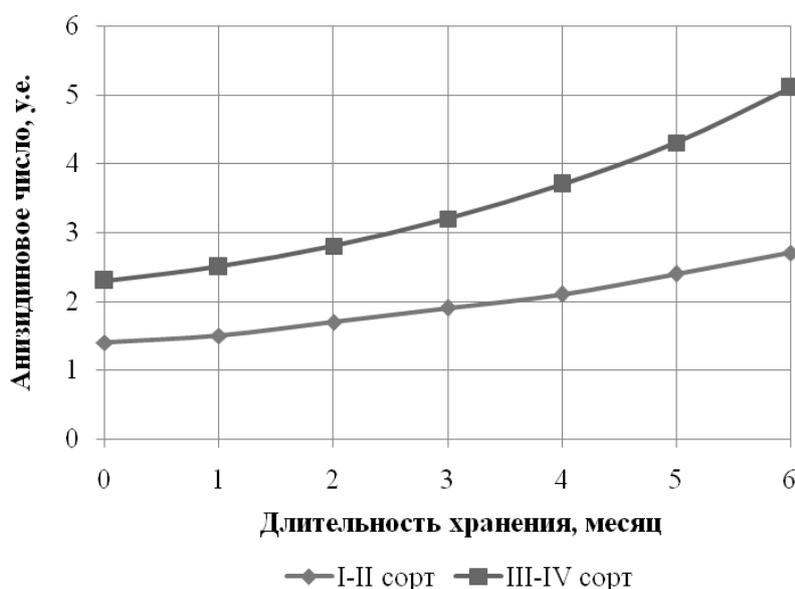
Аналогичное исследование нами осуществлено по изучению образования вторичных продуктов окисления масла в низкосортных и обычных семенах хлопчатника. Такое изменение оценено

изменением анизидинового числа масла в изученных семенах хлопчатника [3].

**Цель работы.** Оценка роли хранения низкосортных семян хлопчатника на его физико-химические показатели.

**Материалы и методы.** Используется в литературе по масложировой промышленности, интернет публикациях, статистике и современных методах хранения масличных культур [4].

**Результаты и обсуждение.** Результаты анализов после длительного хранения семян представлены на рис. 1.



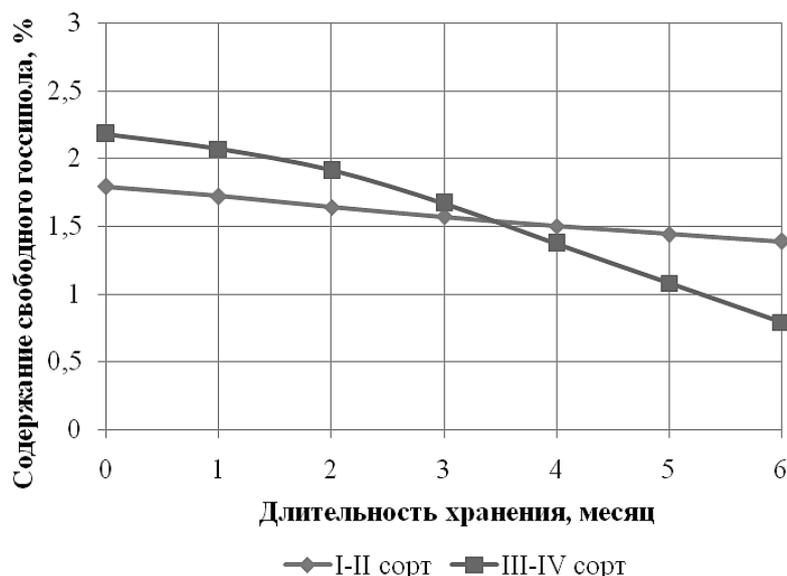
**Рисунок 1.** Изменения анизидинового числа масел в семенах I-II сортов (кривая 1) и III-IV сортов (кривая 2) хлопчатника в зависимости от длительности их хранения

Из рис. 1 видно, что с увеличением длительности хранения низкосортных (III-IV сортов) семян хлопчатника анизидиновое число масла повышается от 2,2 до 5,1 у.е., а обычных (I-II сортов) от 1,5 до 2,8 у.е. Из этого следует, что образование вторичных продуктов окисления (альдегидов, кетонов и т.п.) протекает более интенсивно в низкосортных семенах, которые в процессе длительного хранения продолжают биохимические изменения. Более зрелые семена (I-II сортов) меньше поддаются окислению, т.к. имеют нормированные показатели влажности, лужистости и содержания сор.

Наибольшие изменения в маслах низкосортных семян происходят в госсиполе и хлорофилле, которые из свободного состояния переходят в связанные, т.е. производные формы.

Нами изучено изменение свободного госсипола в процессе длительного хранения семян различных сортов.

На рис. 2 показаны изменения содержания свободного госсипола при длительном хранении семян хлопчатника.



**Рисунок 2. Изменение содержания свободного госсипола в маслах в семенах I-II сортов (кривая 1) и III-IV сортов (кривая 2) хлопчатника в зависимости от длительности их хранения**

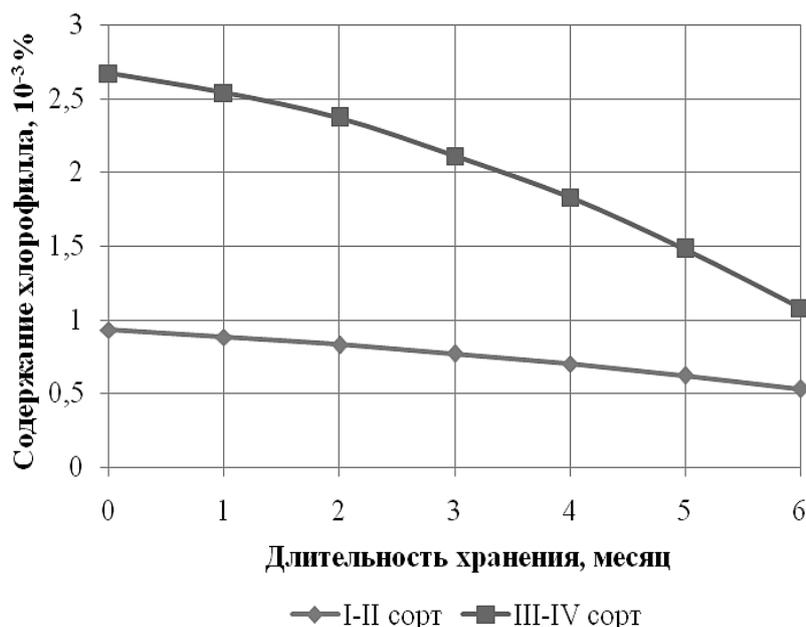
Из рис. 2 видно, что содержание свободного госсипола при длительном хранении низкосортных (III-IV сортов) семян хлопчатника понижается от 2,2 до 0,8%, а обычных (I-II сортов) снижается от 1,8 до 1,4%. Это связано с образованием новых видов производных (госсипротеинов, госсифосфатидов, госсисахаров и т.п.) госсипола в процессе хранения семян хлопчатника.

За последние годы в связи с комплексной механизацией возделывания, сбора и хранения семян хлопчатника в состав масла переходят красящие пигменты группы хлорофиллов, которые придают

зеленый оттенок получаемому продукту. Поэтому необходимо изучить количественное изменение данного показателя в семенах хлопчатника с целью уменьшения его перехода в состав извлекаемого масла.

Учитывая это, нами анализировано содержание хлорофилла до и после длительного хранения различных сортов семян хлопчатника.

На рис. 3 представлено изменение содержания хлорофилла в различных семенах хлопчатника при их длительном хранении.



**Рисунок 3. Изменение содержания хлорофилла в маслах в семенах I-II сортов (кривая 1) и III-IV сортов (кривая 2) хлопчатника в зависимости от длительности их хранения**

Из рис. 3 видно, что хлорофилл в процессе хранения снижается за счет образования своих производных. Наибольшее образование производных хлорофилла наблюдается при хранении низкосортных (III-IV сортов) семян хлопчатника от 2,6 до  $1,1 \cdot 10^{-3}$  %, а наименьшее в обычных (I-II сортов) – от 0,9 до  $0,5 \cdot 10^{-3}$  %.

**Выводы.** Таким образом, проведенные исследования показывают, что в процессе длительного хранения семян хлопчатника даже при рекомендованных условиях происходят изменения количественного содержания свободных жирных кислот, первичных

и вторичных продуктов окисления, а также свободного госсипола, хлорофилла и их производных. Это следует учитывать при переработке различных сортов семян хлопчатника, особенно низкосортных, так как от их значений зависят изменения в технологических параметрах переработки получаемого масла. Выявлено, что в процессе длительного хранения семян хлопчатника сильно изменяются содержание свободного госсипола, хлорофилла, свободных жирных кислот, первичных и вторичных продуктов окисления масла.

#### Список литературы:

1. Рогов И.А., Шестаков С.Д. Надтепловое изменение термодинамического равновесия воды и водных растворов: заблуждения и реальность. //Хранение и переработка сельхозсырья. -2001, -№7, -С.1-6
2. Капустольская Ф.М., Умаров А.У., Сабитов Т.Х. Изменение липидов хлопковых семян в процессе хранения // Масложировая промышленность. – Москва, 1973. - №3. - С. 13-15
3. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров. Л.: ВНИИЖ, 1973 г. – Т. 2. - 352 с.
4. Под ред. Нечаева А.И. Пищевая химия. Лабораторный практикум. –С.Пб.: Гиорд. 2006. -302 с.

DOI: 10.32743/UniTech.2021.82.1-2.35-38

**СТЕРЕОСПЕЦИФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОДСОЛНЕЧНЫХ МАСЕЛ  
ВОЗДЕЛОВАНЫХ В УЗБЕКИСТАНЕ****Хамроев Элмурод Ортикназарович**

соискатель,  
Бухарского инженерно-технологического института  
Республика Узбекистан, г. Бухара  
E-mail: [a.ahmedov80@mail.ru](mailto:a.ahmedov80@mail.ru)

**Абдурахимов Саидакбар Абдурахманович**

д-р. техн. наук, профессор  
Ташкентского химико-технологического института,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**Ходжаев Сарвар Фахреддинович**

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

**Аишуров Фуркат Бахронович**

канд. техн. наук, доцент  
Бухарского инженерно-технологического института  
Республика Узбекистан, г. Бухара

**STEREO-SPECIFIC ANALYSIS OF SUNFLOWER OILS CULTIVATED IN UZBEKISTAN****Elmurod Khamroev**

Researcher Bukhara engineering technological institute  
Uzbekistan, Bukhara

**Saidakbar Abdurakhimov**

Doctor of technical sciences, professor,  
Tashkent Chemical-Technological Institute,  
Uzbekistan, Tashkent

**Sarvar Khodjaev**

Doctoral student,  
Tashkent Chemical-Technological Institute,  
Uzbekistan, Tashkent

**Furkat Ashurov**

Candidate of technical science, docent,  
Bukhara engineering technological institute,  
Uzbekistan, Bukhara

**АННОТАЦИЯ**

В статье показано сравнительные стереоспецифические показатели подсолнечного масла, полученных из Российских и Узбекских сортов семян подсолнечника. Установлено, что в масле, полученном из местных сортов подсолнечника, содержится на 1,0-1,3% больше насыщенных ЖК и примерно на такое же количество меньше ненасыщенных, относительно Российского производства подсолнечного масла.

**ABSTRACT**

The article shows comparative stereospecific indicators of sunflower oil obtained from Russian and Uzbek varieties of sunflower seeds. It was found that the oil obtained from local varieties of sunflower contains 1.0-1.3% more saturated fatty acids and about the same amount less unsaturated ones, relative to the Russian production of sunflower oil.

**Ключевые слова:** стереоспецифический состав, подсолнечное масло, пальмитиновая кислота, линолевая кислота, олеиновая кислота.

**Keywords:** stereospecific composition, sunflower oil, palmitic acid, linoleic acid, oleic acid.

**Введение.** Подсолнечное масло содержит биологически активные полиненасыщенные жирные кислоты, которые необходимы для питания людей различного возраста. При этом, расположение жирных кислот (ЖК) ацилов в триацилглицеридах (ТАГ) определяет активность их к окислению, физико-химические свойства масла и возможности их переработки.

Такие анализы выполняются на основе стереоспецифического метода исследования масел и жиров с использованием биологически активных веществ типа липазы и т.п. [1].

**Цель работы.** Цель исследования являются изучена зависимость величины воздушной полости между лузгой и ядром от массы семян подсолнечника выращенного в Узбекистане и России. Структура триглицеридов подсолнечного в настоящее время изучено недостаточно. В литературе имеются лишь сведения о составе ацилов второго положения триглицеридных молекул [2-5]. Кроме того, нет работ

связующих условия возделывания маслосодержащих семян подсолнечника, что не позволяет определить из них более эффективных.

**Материалы и методы.** Методом стереоспецифического анализа триглицеридов [6] нами установлена распределение ацилов в sn-1, sn-2 и sn-3 положениях глицеридов подсолнечного масла. Исследований проведены на образце рафинированного подсолнечного масла урожая 2020 г. Образцы получены от АО «Карши ёг-экстрация» для стереоспецифических анализов подсолнечных масел.

Математическая обработка экспериментальных данных проведена в соответствии с руководством Р.И. Алексеева [7].

**Результаты и обсуждение.** Позиционное распределение ацилов пальмитиновой ( $C_{16:0}$ ), стеариновой ( $C_{18:0}$ ), олеиновой ( $C_{18:1}$ ) и линолевой ( $C_{18:2}$ ) кислот в триглицеридах масел полученных из Российского и местного сортов семян подсолнечника показаны в табл. 1.

Таблица 1.

Позиционное распределение ацилов ЖК в ТАГ, полученных из Российских и местных сортов семян подсолнечника

ЖК	Содержание, % моль			
	ТГ	sn <sup>1</sup>	sn <sup>2</sup>	sn <sup>3</sup>
<b>Российский сорт (контроль)</b>				
$C_{16:0}$	7,2±0,4	11,4±1,3	0,5±0,0	9,7±1,4
$C_{18:0}$	3,9±0,4	4,5±1,8	0,1±0,2	7,1±1,8
$C_{18:1}$	22,0±1,9	25,9±3,3	21,4±2,6	18,7±4,6
$C_{18:2}$	66,9±1,8	58,2±4,4	78,0±2,7	64,5±5,5
ΣS	11,1	15,9	0,6	16,8
ΣU	88,9	84,1	99,4	83,2
<b>Узбекский сорт</b>				
$C_{16:0}$	7,4±0,5	11,6±1,4	0,6±0,1	9,9±1,5
$C_{18:0}$	4,2±0,5	4,8±1,8	0,2±0,2	7,2±1,9
$C_{18:1}$	23,5±2,0	27,1±3,4	22,5±2,6	19,5±4,7
$C_{18:2}$	64,9±2,0	56,5±2,0	76,7±1,7	63,4±4,9
ΣS	11,6	16,4	0,8	17,1
ΣU	88,4	83,6	99,2	82,9

Как видно табл. 1, приведенные данные, ЖК неравномерно распределены между sn-1, sn-2 и sn-3 положениями ТАГ молекул: sn-2 положение в пределах 99,2-99,4% этерифицировано ненасыщенными кислотами – линолевой и олеиновой (соответственно - 76,7-78,0 и 21,4-22,5%); насыщенные же кислоты во втором положении отсутствуют и распределены между sn-1 и sn-3 позициями. Суммарное содержание насыщенных и ненасыщенных ацилов в крайних положениях ТАГ практически одинаково, но для индивидуальных кислот установлено неравномерное распределение между sn-1 и sn-3 положениями:

олеиновая кислота преобладает в sn-1, а линолевая – в sn-3 положении. Незначительный избыток пальмитиновой кислоты найден в sn-1 положении.

Полученные данные о структуре ТАГ подсолнечного масла согласуются с теорией 1-, 2- и 3-статистического распределения ацилов в природных триглицеридах. Причем, в маслах полученных из местных сортов семян подсолнечника, ЖК распределены более равномерно, чем в контрольном [8, 9].

Далее нами изучено позиционно-типовой состав ЖК в маслах полученных из местных и Российских сортов семян подсолнечника. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2.

**Позиционно-типовой состав ЖК в ТАГ, полученных из Российских и местных сортов семян подсолнечника**

ТАГ	Содержание, % моль	
	Российский сорт (контроль)	Узбекский сорт
S <sub>3</sub>	0,02	0,03
S <sub>2</sub> U	2,82	2,88
sn-SSU	0,08	0,09
sn-SUS	2,66	2,70
sn-SSU	0,08	0,09
SU <sub>2</sub>	27,61	28,07
sn-SUU	13,15	13,57
sn-USU	0,42	0,44
sn-UUS	14,04	14,06
U <sub>3</sub>	69,55	69,02

Позиционно-типовой состав ТАГ подсолнечного масла (табл. 2, в % моль) характеризуется высоким содержанием триненасыщенных (U<sub>3</sub>=69,02-69,55%) и мононасыщенно-диненасыщенных триглицеридов (SU<sub>2</sub>=27,61-28,07%). Количество диненасыщенно-мононенасыщенных ТАГ (S<sub>2</sub>U=2,82-2,88%) незначительно, а триненасыщенные ТАГ (S<sub>3</sub>) составляет не более 0,03%.

Как следует из табл. 2, среди насыщенно-ненасыщенных ТАГ преобладают ТАГ с ненасыщенным ацилом во втором положении. Поскольку суммарное содержание насыщенных и ненасыщенных кислот в sn-1 и sn-3 положениях ТАГ близко по значению, установлено одинаковое содержание ТАГ sn=SSU и sn=USS, а также sn=SUU и sn=UUS.

Стереовидовой состав основных ТАГ подсолнечного масла приведен в табл. 3.

Таблица 3.

**Стереовидовой состав ТАГ масла, полученных из Российских и местных сортов семян подсолнечника**

Триглицериды	Содержание, % моль			
	Российский сорт (контроль)		Узбекский сорт	
	изомеров	суммы изомеров	изомеров	суммы изомеров
ЛЛЛ	-	29,98	-	30,10
sn-ЛЛЮ	8,49	-	8,51	-
sn-ЛОЛ	8,03	29,55	8,05	29,91
sn-ОЛЛ	13,03	-	13,05	-
sn-ЛОО	2,33	-	2,35	-
sn-ОЛО	3,78	9,68	3,80	9,76
sn-ООЛ	3,57	-	3,61	-
ООО	-	1,04	-	1,06
sn-ПЛЛ	5,73	-	5,80	-
sn-ЛПЛ	0,19	10,32	0,21	10,42
sn-ЛЛП	4,40	-	4,41	-
sn-СЛЛ	2,26	-	2,28	-
sn-ЛСЛ	0,04	5,52	0,05	5,53
sn-ЛЛС	3,22	-	3,20	-
sn-ОПО	0,02	-	0,01	-
sn-ООП	0,54	1,02	0,53	1,01
sn-ПОО	0,46	-	0,47	-
sn-СОО	0,18	-	0,16	-
sn-ООС	0,39	0,57	0,41	0,57

Триглицериды	Содержание, % моль			
	Российский сорт (контроль)		Узбекский сорт	
	изомеров	суммы изомеров	изомеров	суммы изомеров
sn-ОСО	0,005	-	0,005	-
sn-ПОЛ	1,57	-	1,55	-
sn-ЛОП	1,21	-	1,22	-
sn-ОПЛ	0,08	-	0,09	-
sn-ПЛО	1,66	6,53	1,63	6,45
sn-ОЛП	1,96	-	1,90	-
sn-ЛПО	0,05	-	0,06	-
sn-СОЛ	0,62	-	0,63	-
sn-ЛОС	0,88	-	0,86	-
sn-ОСЛ	0,02	-	0,03	-
sn-СЛО	0,66	3,62	0,62	3,57
sn-ОЛС	1,43	-	1,41	-
sn-ЛСО	0,01	-	0,02	-

Из триненасыщенных ТАГ преобладают глицериды с ацилами линолевой и олеиновой кислот: трилинолеин ( $L_3=29,68-30,10\%$ ), олеодилинолеин ( $L_2O=29,55-29,91\%$ ) и диолеомонолинолеин ( $LO_2=9,68-9,76\%$ ). Содержание триолеина составляет около 1%. Среди изомеров положения олеодилинолеина sn-ОЛЛ содержится больше (13,03-13,05%), чем sn-ЛЛО и sn-ЛОЛ. Из мононасыщенно-диненасыщенных ТАГ подсолнечного масла преобладают глицериды с ацилами пальмитиновой и линолевой кислот: пальмитодилинолеин ( $PL_2=10,32-10,42\%$ ) и пальмитолеолинолеин ( $\Sigma ПОЛ=6,45-6,53\%$ ). Содержание sn-ПЛЛ составляет 5,73-5,80%.

Полученные о структуре и составе ТАГ подсолнечного масла данные представляют теоретический

интерес и могут быть использованы при изучении изменений структуры ТАГ в процессах подсолнечных масел.

**Выводы.** Таким образом, можно сделать выводы о том, что подсолнечные масла, полученные из местных сортов семян подсолнечника по стереоспецифическому расположению ацилов ЖК практически идентичны Российским сортам закупаемому по импорту. Отличительной особенностью местных сортов состоит в том, что в масле, полученном из местных сортов подсолнечника, содержится на 1,0-1,3% больше насыщенных ЖК и примерно на такое же количество меньше ненасыщенных, относительно Российского производства подсолнечного масла.

#### Список литературы:

1. Салиджанова В.Ш., Юнусова С.Г., Гусакова С.Д., Глушенкова А.И. Стереоспецифический анализ переэтерифицированных триацилглицеролов // Химия природных соединений, 1984, № 3.– С. 385–386.
2. Харченко Л.Н., Григорьева В.Н., Миронова А.Н. Глицеридный состав масел семян подсолнечника с различным содержанием линолевой и олеиновой кислот – Масло-жировая промышленность, 1978, №10.
3. Запесочная Г.Г., Преображенский Н.А. Исследования в области липидов // Журнал общей химии, Т. 32. – С. 3898–3909.
4. Тютюнников Б.Н. Химия жиров. – М.: Пищевая промышленность 1974. – 448 с.
5. Юнусова С.Г., Гусакова С.Д., Глушенкова А.И., Щербаков В.Г. Структура триглицеридов // Изв.вузов.серия: Пищевая технология, 1985, № 1. – С. 30–34.
6. Юнусова С.Г., Гусакова С.Д., Умарова А.У. Стереоспецифический анализ триацилглицеридов хлопкового масла // Химия природных соединений, 1982, № 4.– С. 430–433.
7. Алексеев Р.И., Коровин Ю.И. Руководство по вычислению и обработке результатов количественного анализа. – М.: Атомиздат, 1972. – 324 С.
8. A.N.Akhmedov. Increasing the technology of lightly refined oil obtained from low-grade cotton seeds. Austrian journal of technical and natural sciences. Scientific journal № 3-4 2019 (March-April) –С.11-15.
9. А.Н.Ахмедов. Исследование показателей хлопкового масла, полученного методом форпрессования из низкосортных семян хлопчатника. Universum: Технический науки. Выпуск:4(61) апрель 2019 Москва 2019, - С. 23-26.

DOI: 10.32743/UniTech.2021.82.1-2.39-43

**СТРУКТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОДСОЛНЕЧНЫХ СЕМЯН  
ВОЗДЕЛОВАНЫХ В УЗБЕКИСТАНЕ****Хамроев Элмурод Ортикназарович**

соискатель,  
Бухарского инженерно-технологического института,  
Республика Узбекистан, г. Бухара  
E-mail: [a.ahmedov80@mail.ru](mailto:a.ahmedov80@mail.ru)

**Абдурахимов Саидакбар Абдурахманович**

д-р. техн. наук, профессор  
Ташкентского химико-технологического института,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**Ашуров Фуркат Бахронович**

канд. техн. наук, доцент  
Бухарского инженерно-технологического института  
Республика Узбекистан, г. Бухара

**Ходжаев Сарвар Фахреддинович**

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

**STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL INDICATORS  
OF SUNFLOWER SEEDS CULTIVATED IN UZBEKISTAN****Elmurod Khamroev**

Researcher  
Bukhara engineering technological institute  
Uzbekistan, Bukhara

**Saidakbar Abdurakhimov**

Doctor of technical sciences, professor,  
Tashkent Chemical-Technological Institute,  
Uzbekistan, Tashkent

**Furkat Ashurov**

Candidate of technical science, docent,  
Bukhara engineering technological institute,  
Uzbekistan, Bukhara

**Sarvar Khodjaev**

Doctoral student,  
Tashkent Chemical-Technological Institute,  
Uzbekistan, Tashkent

**АННОТАЦИЯ**

Узбекистан отличается жарким климатическим условием от Российских земель, где в основном выращивают подсолнечные семена. Связи с этим, нами были изучены линейные размеры, компонентные составы, влияние влажности на объемную массу и другие не менее важные показатели семян подсолнечника и продуктов его переработки. Установлено, что семена подсолнечника, возделанные в жарких климатических условиях Узбекистана, имеют отличительные черты в физико-механических и физико-химических свойствах, чем в Российских регионах.

**ABSTRACT**

Uzbekistan differs in hot climatic conditions from the Russian lands, where sunflower seeds are mainly grown. In connection with this, we studied the linear dimensions, component compositions, the effect of moisture on the bulk density and other equally important indicators of sunflower seeds and products of its processing. It has been established that sunflower seeds cultivated in the hot climatic conditions of Uzbekistan have distinctive features in their physical-mechanical and physical-chemical properties than in the Russian regions.

**Ключевые слова:** подсолнечник, масло, кислотное число, ядро, лузга.

**Keywords:** sunflower, oil, acid number, kernel, husk.

**Введение.** За последние годы в Узбекистане стали возделывать новые виды масличных семян, в т.ч. подсолнечных с целью расширения сырьевой базы масложировых предприятий республики. Подсолнечное масло в отличие от традиционного хлопкового масла содержит полиненасыщенные жирные кислоты, витамины, каротиноиды и другие питательно ценные компоненты. Подсолнечное масло, это готовое салатное масло после его дезодорации может быть использована при изготовлении консервы, майонезов и приправ для салатов [1, 2].

Узбекистан отличается жарким климатическим условием от Российских и Украинских земель, где в основном выращивают подсолнечные семена. Такое различие в температурно-влажном климате способствует лучшему формированию семян подсолнечника [3, 4].

**Цель работы.** Цель исследования являются одним из определяющих факторов процесса их обрушивания и получения мятки с требуемыми структурными свойствами.

**Материалы и методы.** Нами произведен сравнительный анализ боковых показателей семян подсолнечника, полученных в различных климатических условиях стран СНГ.

**Результаты и обсуждение.** Традиционно размеры подсолнечных семян современных промышленных сортов колеблются, мм: по длине - от 10,7 до 11,5; по ширине - от 4,9 до 5,7; по толщине - от 3,0 до 3,7. Объемная масса семян колеблется в зависимости от сорта и условий произрастания от 331 до 460 кг/м<sup>3</sup>. Угол естественного откоса семян колеблется от 27 до 34°; угол и коэффициент трения в движении соответственно: по стали 30° 18 и 0,5843; по дереву (сосна) 22°12 и 0,4081; по бетону 23°30 и 0,5658 [5].

Лабораторные работы были проведены в соответствии методикам приведенных в Руководстве по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности [6, 7].

Состав семян подсолнечника колеблется в зависимости от сортовых особенностей, условий выращивания, количества и качества азотных удобрений, а также от послеуборочной обработки семян. Содержание ядра в семени колеблется от 50 до 80%, оболочка - от 20 до 50%. Химический состав семян, ядра и оболочки представлен в табл. 1 [1-5].

Таблица 1.

Химический состав семян, ядра и оболочки подсолнечника

Компоненты семян подсолнечника	Российский сорт (контроль)			Узбекский сорт		
	Семена	Ядро	Оболочка	Семена	Ядро	Оболочка
Жир	33-57	51-65	0,6-1,7	33-59	52-67	0,7-1,9
Общий азот	2,5-4,3	19-29	0,60-0,74	2,7-4,5	20-30	0,65-0,77
Сырой протеин	17,7-20,8	1,26-1,57	-	18,0-21,1	1,29-1,60	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,4-1,7	0,065-0,075	0,05-0,07	1,5-1,8	0,067-0,080	0,06-0,08
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> фосфатидов	0,046-0,061	1,8-5,8	52,00-54,75	0,048-0,063	1,9-6,0	52,1-54,8
клетчатка	19,3-25,3	2,9-3,8	1,29-2,20	19,5-26,0	3,0-3,9	1,3-2,3
Зола	1,8-4,9	-	-	2,0-5,1	-	-
Безазотистые экстрактивные вещества	14,3-17,5	-	34,75-39,55	14,5-17,7	-	34,8-39,7

Из табл. 1 видно, что семена Узбекских сортов подсолнечника по своим структурно-технологическим показателем являются более высококачественными, чем Российские.

Для объективной оценки качества необходимо также изучить содержание и других компонентов, сопутствующих семян подсолнечника. Нами в табл. 2 представлены содержание других не менее важных показателей семян подсолнечника, возделанных в России (контроль) и Узбекистане.

Таблица 2.

**Физико-химические свойства липидов полученных из подсолнечных семян**

Компоненты семени	Содержание компонентов %	Содержание липидов % на абс.сухое вещество	Кислотное число липидов мг КОН	Содержание липидах в %		
				Воскоподобных веществ (метод вымораживания)	Неомыляемых веществ	Воска (вычислено по неомыляющим веществам)
<b>Российский сорт (контроль)</b>						
Ядро	70,3	58,9	0,53	0,03	0,93	-
Семенная оболочка (пленка)	2,4	5,6	8,1	-	9,6	18,0
Плодовая оболочка (лузга)	27,3	1,0	8,2	41,6	24,5	45,0
<b>Узбекский сорт</b>						
Ядро	70,5	59,1	0,45	0,02	0,85	-
Семенная оболочка (пленка)	2,5	5,7	7,4	-	9,1	17,4
Плодовая оболочка (лузга)	27,0	0,8	8,0	40,0	24,1	44,2

Из табл. 2 видно, что содержание липидов значительно больше в Узбекских сортах семян подсолнечника, чем Российских. При этом, также меньше неомыляемых веществ и воска в первых образцах семян подсолнечника.

Известно, что подсолнечник классифицируется на низкомасличные и высокомасличные семена и их

показатели по масличности, степени ненасыщенности жирных кислот и содержанию неомыляемых веществ отличаются между собою. Учитывая это, нами изучены семена местных сортов и их отличительные особенности по соответствующим показателям от контрольного. В табл. 3 представлены данные результаты анализов.

Таблица 3.

**Физико-химические свойства липидов полученных из низкомасличных и высокомасличных семян подсолнечника**

Сорта подсолнечных семян	Масличность, % на абс. сухое вещество		Йодное число, % J <sub>2</sub>	Жирнокислотный состав масла, %			Неомыл. веществ в сыром масле, %
	семян	ядра		Насыщенные	Олеиновая	Линолевая	
<b>Российский сорт (контроль)</b>							
Низко масличные	31,9-36,1	56,9-59,7	108,0-118,0	8,2-9,2	45,2-47,0	44,4-45,6	1,01-1,20
Высо масличные	50,5-55,0	65,6-67,2	119,1-129,6	8,6-16,9	28,3-35,2	55,6-60,7	1,03-1,25
<b>Узбекский сорт</b>							
Низко масличные	32,2-36,4	57,0-60,1	107,0-116,0	8,3-9,4	45,5-47,3	44,5-45,7	1,02-1,21
Высо масличные	51,0-55,3	66,0-67,3	119,4-130,0	8,8-17,1	29,3-35,6	55,4-59,8	1,0-1,16

Из табл. 3 видно, что в масле семян высокомасличных сортов содержится больше биологических активных жирных кислот типа линолевой (C<sub>18:2</sub>).

Основной составной частью подсолнечных семян, определяющей их народнохозяйственное значение, является группа веществ, объединенных общим термином - липиды. Главную массу липидов масличных семян составляют жиры, основным компонентом которых является смесь триглицеридов.

В состав подсолнечных семян входят также алифатические и циклические спирты, азотосодержащие вещества, сложные белки, ферменты, углеводы, полисахариды, органические кислоты, витамины А, В, С, D, F, PP, H, пигменты и другие вещества [8, 9].

При селекции высокомасличных подсолнечных семян изменилось не только соотношение составов нежировой и жировой частей, но и соотношение между отдельными компонентами. Так, если у низкомасличных подсолнечных семян соотношение

между олеиновой и линолевой кислотами составило 1:1, то у высоко-масличных это соотношение изменилось до 1:2.

Масло, из подсолнечной лузги из местных семян имеет более высокую температуру плавления и застывания за счет наличия в нем значительного количества веществ, не являющихся триглицеридами. Одним из характерных свойств масла из семенных оболочек является его способность к быстрому окислению и прогорканию.

Подсолнечное масло для пищевых целей используется непосредственно после полного цикла рафинации (включая дезодорацию) для производства маргариновой продукции, в консервной и других отраслях промышленности.

В табл. 4 представлена лузжистость Российских и местных сортов семян подсолнечника и его кислотного числа от их размеров.

Таблица 4.

Зависимость лузжистости семян подсолнечника и кислотного числа от размеров семян

Сход с сита с диаметром отверстий, мм	Влажность, %	Лузжистость, %	Масличность, %	Вес 1000 шт, г	Кислотное число, мг КОН
<b>Российский сорт (контроль)</b>					
6	6,92	29	39,8	71,5	2,10
5	6,88	28	41,5	65,2	1,46
4	6,76	27	43,4	50,4	1,25
3	6,65	25	44,7	40,3	1,02
<b>Узбекский сорт</b>					
6	6,13	27,8	40,1	72,1	2,0
5	6,50	27,0	42,1	66,0	1,4
4	6,66	26,2	44,1	51,0	1,1
3	6,52	24,5	45,1	40,8	0,9

Из данных табл. 4 видно, что с уменьшением размера т.е. сход с сита с диаметром отверстий от 6 до 3 мм, влажность лузжистость и вес 1000 шт. Подсолнечных семян снижаются, а масличность увеличивается, соответственно от 39,8 до 44,7%. Но кислотное число масло понижается от 1,02 до 2,10 мг КОН.

Однако эти Российские сорта по соответствующим показателям уступают местным сортам семян подсолнечника.

В следующей серии опытов мы изучали зависимости объемной массы подсолнечных семян от влажности. Полученные данные приведены в табл. 5.

Таблица 5.

Зависимость объемной массы семян от влажности

Влажность подсолнечных семян, %	Объемная масса семян подсолнечника, кг/м <sup>3</sup>	
	Российский сорт (контроль)	Узбекский сорт
6,8	398,8	399,2
7,2	400,2	400,4
7,6	401,4	401,7
8,1	402,1	402,8
8,5	405,0	405,5
9,0	405,4	405,9

Как видно из табл. 5 при влажности подсолнечных семян 6,8-9,0 %, объемная масса колеблется в пределах от 398,8 до 405,4 кг/м<sup>3</sup>, причем Узбекские сорта семян подсолнечника по объемной массе и влажности семян более высококачественный, чем Российские сорта.

Исследованиями установлено, что равновесная влажность семян подсолнечника и их составных частей, а также семян других масличных культур находится в зависимости от их структуры и химического состава. Например, оболочки семян по сравнению с ядром отличаются повышенной гигроскопичностью. Влажность гидрофильной части масличных семян значительно отличаются от их суммарной влажности. Соотношение компонентов в составе гидрофильной части семян разных культур различно.

Установлено, что семена, богатые белками, могут проглотить больше воды, чем семена с той же масличностью, бедные белками.

Для семян одной и той же культуры, например, подсолнечника с ростом масличности величина равновесной влажности понижается. Величина равновесной влажности зависит и от размеров семян: для мелких семян она меньше, чем крупных семян, что может быть объяснено различием в площади поверхности и в химическом составе мелких и крупных семян.

Семена масличных культур, поступающие для переработки на маслодобывающие предприятия, представляют собой, как правило, неоднородную зерновую массу, а смесь, состоящую из семян основной культуры и различных примесей.

Все примеси в масле семенах делятся на сорные (минеральные и органические), масляные и металлические.

Далее, мы исследовали семена подсолнечника, поступившие в АО «Карши ёг-экстракция». Для анализа

отбирали три пробы из разных партий семян поступившие в разные времена. Результаты экспериментального анализа приведены в табл. 6.

Таблица 6.

Качественные показатели подсолнечных семян

Номер пробы	Сорной (масляной) примеси, %	Пустых семян, %	Общей засоренности, %	Семян с измененным цветом ядра, %	Всей масляной примеси, %
<b>Российский сорт (контроль)</b>					
1	11,0	4,6	15,6	8,3	11,3
2	12,5	4,2	16,7	8,5	11,4
3	10,2	4,1	14,3	7,8	10,8
<b>Узбекский сорт</b>					
1	11,2	4,5	15,0	8,1	11,0
2	11,7	4,1	16,3	8,2	11,1
3	11,1	4,0	14,0	8,0	11,3

Из данных табл. 6 следует, что качественные показатели местных подсолнечных семян отличаются от данных приведенные в литературах. Так, содержание пустых семян и их общая засоренность в Узбекских сортах меньше, чем у контрольных.

**Выводы.** Таким образом проведенные исследования позволяет сделать вывод о том, что в жарких

климатических условиях Узбекистана возделывание семян подсолнечника более эффективно, чем в Российских регионах. При этом, не только изменяются структурно-технологические показатели получаемых семян подсолнечника в лучшую сторону, чем Российские, но и уменьшаются затраты на их возделывание в местных условиях.

#### Список литературы:

1. Hamroyev E.O., Abduraximov S.A., Salixanova D.S., Ashurov F.B., Ashurov F.B. Features of the structure and size of sunflower seeds cultivated in Uzbekistan // Hamroyev E.O. and others. Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. №1-2. pp. 8-11.
2. Hamroyev E.O., Abduraximov S.A., Salixanova D.S., Ashurov F.B., Ashurov F.B. Study of the internal structure of sunflower seeds cultivated in Uzbekistan // Hamroyev E.O. and others. Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. №1-2. pp. 12-15.
3. Щербаков В.Г. Биохимия и товароведение масляного сырья, - М: Пищевая промышленность, 1969-с. 384-389.
4. Y. Qodirov, D. Ravshanov, A.Ruziboyev "O'simlik moylari ishlab chiqarish texnologiyasi". Darslik "Cho'lpon", Toshkent, 2014, - 320 b.
5. Технология производства растительных масел\ В.М. Копейковский, С.И. Данильгук, Г.И. Гарвузова ИДР под ред. В.М. Копейковского - М; Легкая и пищев Промышленность, 1982 - 416 с.
6. Руководство по методам исследования, технологическому контролю и учёту производства в масложировой промышленности. Под общ.ред.проф. Ржехина В.П. и др. -Л.: ВНИИЖ. -1967. -т.1. -585 с.
7. Руководство по методам исследования, технологическому контролю и учёту производства в масложировой промышленности. Под общ. ред.проф. Ржехина В.П. и др. -Л.:ВНИИЖ. -1967. -т.2 -661 с.
8. А.Н. Ахмедов., С.А. Абдурахимов. Технология получения рафинированного отбеленного форпрессового масла из низкосортных семян хлопчатника. Пищевая промышленность. - Москва, 2020. -№ 6(61). -С. 45-46.
9. А.Н. Ахмедов., С.А. Абдурахимов. Совершенствование технологии щелочной рафинации прессового масла получаемого из низкосортных семян хлопчатника. Universum: Технический науки. Выпуск: 3(72) Часть 2. март 2020. Москва.- С. 16-20.

## КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА СЕМЯН АМАРАНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ

**Шарипов Полвон Рузमतович**

государственный инспектор Департамента при агентстве «Узстандарт»  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [inspectormix@gmail.com](mailto:inspectormix@gmail.com)

**Хасанов Хасан Турсунович**

канд. биол. наук, доц.,  
Ташкентский химико-технологический институт,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [xas.tyr@rambler.ru](mailto:xas.tyr@rambler.ru)

## COMPLEX PROCESSING OF AMARANTH SEEDS USING HYDROLYTIC ENZYMES

**Polvon Sharipov**

State inspector  
of the Department under the agency "Uzstandard"  
Uzbekistan, Tashkent

**Khasanov Khasan Tursunovich**

Cand. biol. Sci., Assoc.,  
Tashkent Institute of Chemical Technology,  
Uzbekistan, Tashkent

### АННОТАЦИЯ

С целью эффективного использования биополимеров семян амаранта были изучены процессы получения пептидов антиоксидантными свойствами из белков амаранта и сахаристых веществ из крахмала с использованием протеолитических и амилолитических ферментов. Показано, что из белков амаранта под действием нейтральных протеиназ можно получать пептиды с различными антиоксидантными свойствами, а также сахаристых веществ из крахмала. На основании полученных результатов была создана принципиальная схема комплексной переработки семян амаранта.

### ABSTRACT

With a view to the effective use of biopolymers of amaranth seeds, the processes for producing peptides with antioxidant properties from amaranth proteins and sugary substances from starch using proteolytic and amylolytic enzymes. It has shown that it is possible to produce peptides with various antioxidant properties, as well as sugary substances from starch, from amaranth proteins under the action of neutral proteinases. On the results, a principal scheme for the integrated treatment of Amaranth seeds was established.

**Ключевые слова:** амарант, белок, крахмал, гидролиз, фермент, амилаза, протеиназа, пептиды, сахаристые вещества.

**Keywords:** amaranth, protein, starch, hydrolysis, enzyme, amylase, proteinase, peptides, sugar substances.

В последние годы большое внимание уделяется переработке семян амаранта для получения биологически активных веществ [5]. Это связано с тем, что по составу семена амаранта представляет собой сырье, богатое биологически активными веществами, белками, крахмалом, витаминами (витамины А, В1, В2 и С) и минеральными веществами по сравнению со другими зерновыми культурами. Отдельное место по аминокислотному составу занимает его протеиновый состав. Белки амаранта имеют более сбалансированный аминокислотный состав и, следовательно, более высокая биологическая ценность, чем у большинства злаков [1].

Масло семян амаранта имеет особое значение из-за его биологических свойств. Масло семян амаранта состоит из 46% жирных кислот Омега-6, 5% Омега-3 и 23% Омега-9. Однако, он содержит 8-10% сквалена, обладающего антиоксидантными и бактерицидными свойствами [2].

В последние годы большое внимание уделяется переработке семян амаранта с целью получения амарантного масла и биологически активных веществ. Семена амаранта содержат 6-7% жира, который в основном добывается холодным прессованием и экстракцией. Высокое давление при производстве амарантового масла при прессовании вызывает

нагревание сырья и таким образом снижению биологической ценности компонентов семян амаранта.

Целью данного исследования было изучение влияния гидролитических ферментов на процесс получения пептидов с антиоксидантными свойствами и сахаристых веществ из крахмала.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

### 2. Материалы и методы

#### 2.1. Материалы

В работе использовались семена амаранта сортов «Харьковский», «Гигантский» и «Золотой Гигантский», выращенного в Хорезмской области Узбекистана.

В качестве протеолитических ферментов использовали нейтразу (Novozymes (Дания) из *Bacillus amyloliquefaciens*) и кислую протеиназу ProLIVE PAC 30L (EnzymeBioProduct Ltd, Россия) из гриба *Aspergillus niger*.

В качестве амилолитических ферментов использовали  $\alpha$ -амилазу (Амилек 3Т, ООО «Экспо Текс», Россия) и  $\beta$ -амилазу (ДиазимХ4, ООО «Экспо Текс», Россия).

В качестве белкового субстрата использовали водорастворимые белки (альбумины), экстрагированные из семян амаранта в лабораторных условиях, белки, растворимые в 10% растворе NaCl (глобулины), белки, растворимые в 80% спирте (проламины), и белки, растворимые в 0,2% растворе NaOH (глютелины).

#### 2.2. Ферментативный гидролиз белков

Готовили 1% раствор соответствующего белка в 0,1 М универсальном буфере (рН 7,0 в случае нейтральных протеиназ и рН 2,5 в случае кислых протеиназ), добавляли 0,1 % нейтразы. Смесь перемешивали и выдерживали в течение определенного времени в термостате при температуре 30°C, после чего взяли по 2 мл пробу добавляли по 2 мл ТХУК (трихлоруксусная кислота) для остановки ферментативной реакции. Затем, отстоявшиеся растворы фильтровали через бумажный фильтр и отбирали по 1 мл фильтрата, добавляли по 5 мл 0,5 М раствора углекислого натрия. Перемешивая, добавляли по 1 мл рабочего раствора Фолина. Немного отстоявшиеся растворы приобретают голубую окраску, интенсивность которой определяли на фотоэлектроколориметре (при длине волн 670 нм) против контрольной пробы в кюветах с толщиной слоя 10 мм [9]. Содержание продуктов гидролиза (Р) определяли по калибровочной кривой, построенной по тирозину.

**2.3. Подготовка образца пептидов.** В ходе ферментативного гидролиза белков в течение определенного времени из реакционной смеси отбирали по 5 мл пробы и нагревали в водяной бане и выдерживали в течение 5-10 мин. для инактивации фермента. Затем фильтровали через бумажный фильтр и изучали их антиоксидантную активность продуктов гидролиза.

#### 2.4. Определение антиоксидантных свойств пептидов

Антиоксидантную активность пептидов оценивали по скорости окисления (+)-катехина ионами железа при высоких температурах в присутствии

и отсутствии пептидов. Реакционная среда в 0,1 М ацетатном буфере рН 4,2 содержала 4 мМ (+)-катехина, 20 об% этанола и 10 мг/л FeCl<sub>3</sub>. Содержание пептидов в 10 мл. реакционной среды составляло 0,2 мл. Реакционную смесь инкубировали в термостате при температуре 45°C в течении 15 дней. Каждый день измеряли оптическую плотность раствора на фотоэлектроколориметре при длине волны 440 нм [6]. На основании полученных результатов оценивали степень снижения скорости окисления (+)-катехина.

#### 2.5. Осахаривание крахмала семян амаранта

После протеолитической обработки 200 г. муки семян амаранта образовавшихся продукты реакции отделяли фильтрованием и осадок дважды промывали водой. Затем к осадку добавляли 500 мл. дистиллированной воды и значение рН среды довели до 5,6 с помощью соляной кислоты. Затем поместили смесь в термостойкий стакан и добавили 0,3 мл ферментного раствора  $\alpha$ -амилазы (Амилек 3Т). При перемешивании температуру замеса повысили до 85 °С и выдерживали при этой температуре 30 мин. Затем снизили температуру смеси до 50-53 °С и добавили 0,2 мл фермента  $\beta$ -амилазы (Диазим Х4). При этой температуре выдерживали в течении 30 мин. Полученную осахаренную жидкость отделяли фильтрованием и измеряли содержание сухих веществ раствора рефрактометрическим способом, и редуцирующие вещества по методике [8].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

В последнее время среди многочисленных антиоксидантов различного происхождения используемых в пищевой промышленности большой интерес приобретают пептидные антиоксиданты [10].

Многими исследователями показано, что пептидные антиоксиданты можно получить путем ферментативного гидролиза различных белков. Так например, некоторые активные пептидные антиоксиданты и пептиды утилизирующие свободные радикалы идентифицированы в различных гидролизатах белков, такие как яичный альбумин [4], белок из сои [3], белки молока, такие как  $\alpha$ -лактатальбумин и  $\beta$ -лактоглобулин [7] и др.

Одним из основных преимуществ является то, что применением различных ферментов из одного источника белка можно получить пептиды с разными свойствами.

Семена амаранта также являются ценным сырьем для получения разных биологически активных веществ [2]. Ниже приводятся некоторые подходы решения проблемы переработки семян амаранта с использованием гидролитических ферментов.

#### Получение антиоксидантных пептидов из белков семян амаранта.

В семенах амаранта обнаружены водорастворимые белки (альбумины), 3-10% солерастворимые белки (глобулины), 60-80% спирторастворимые белки (проламины) и 0,2% щелочно растворимые белки. Количественный состав белков, содержащихся в некоторых семенах злаковых, приведен в таблице 1.

Таблица 1.

## Белковый состав семян зерновых культур (% от сухого вещества)

Зерновая культура	Общий белок по отношению к сухому веществу, %	В том числе			
		Альбумины	Глобулины	Проламины	Глютелины
Пшеница	12-18	4	8	40	48
Ячмень	8-14	28	22	32	18
Кукуруза	9-14	0,5	20	40	30
Амарант	9-11	19	38	13	21

Из данных, приведенных в таблице, видно, что семена амаранта также содержат все белковые вещества, как и другие зерновые культуры. Содержание альбумин, глобулин, проламина и глютелина в семенах амаранта составляет 19, 38, 13 и 21%, соответственно.

Эти белки с разной скоростью гидролизуются с протеолитическими ферментами. В таблице 2 показана активность протеолитических ферментов, полученных из различных источников.

Таблица 2.

## Активность кислых и нейтральных протеиназ

№ п/п	Фермент	Относительная активность фермента, ед/г.	pH оптимум
1	Кислая протеиназа ( <i>Asp. oryzae</i> )	170	2,2-2,5
2	Нейтралпротеиназа ( <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> )	860	6,7-7,0

Данные таблицы показывают, что активность нейтральной протеиназы в 5 раз превышает активность кислой протеиназы и составляет 860 ед/г.

Другие белки семян амаранта также гидролизуются с разной скоростью указанными ферментами. Полученные результаты представлены в таблице 3.

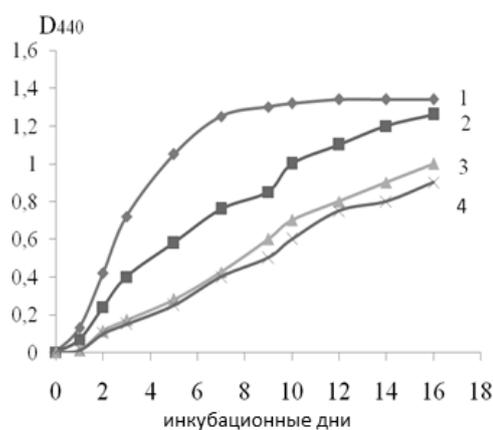
Таблица 3.

## Скорость гидролиза различных белков семян амаранта с кислыми и нейтральными протеиназами

Фермент	Скорость гидролиза белков, мкмоль/час			
	Альбумин	Глобулин	Проламин	Глютелин
Кислая протеиназа	0,1±0,01	0,3±0,02	0,4±0,02	0,80±0,03
Нейтрал протеиназа	0,4±0,02	1,2±0,06	0,5±0,03	0,62±0,03

Из представленных данных видно, что из белков семян амаранта глютелин наиболее высокой скоростью гидролизуется с кислой и нейтральной протеиназой. Скорость гидролиза указанных белков составляет 0,8 и 0,62 мкмоль/час. Наиболее низкой скоростью гидролизуется альбумин и глобулин. Скорость гидролиза указанных белков с кислой протеиназой меньше в 4 раза по сравнению с нейтральной протеиназой. Гидролиз проламина и глютелина нейтральной протеиназой не дал резких отличий от кислой протеиназы.

В дальнейших исследованиях мы изучали антиоксидантную активность полученных пептидов. Антиоксидантные свойства пептидов, полученных из белков семян амаранта, представлены на рис. 1.



1-контроль, 2-4 - в присутствии пептидов полученных из альбумина, глобулина и глютелина, соответственно.

**Рисунок 1. Влияние пептидов на скорость окисление (+)-катехина в присутствии пептидов полученных нейтральной протеиназой**

Из представленных данных видно, что оптическая плотность раствора в результате окисления (+) - катехина при 45 °С за 10 суток в присутствии ионов железа составляет 1,3 единицы (рис. 1, кривая 1). При добавлении пептидов (+) - скорость окисления катехинов снижается. В частности, пептиды, полученные из глобулина и глютелина, замедляют процесс, и оптическая плотность раствора составляет всего 0,5-0,6 единиц.

Таким образом, на основе белков семян амаранта можно получить пептиды с антиоксидантными свойствами.

В следующей части нашего исследования мы проанализировали процесс осахаривания оставшегося крахмала после гидролиза белков семян амаранта.

**Получение сахаристых веществ из крахмала семян амаранта.** После ферментативного удаления белков семян амаранта 60-65% крахмала остается

в составе осадка. Для их эффективного использования исследовали процессы превращения крахмала на сахаристые вещества под действием амилолитических ферментов. В качестве фермента использовали микробные ферменты.

Для этого к осадку после промывки водой добавляли дистиллированную воду в соотношении 1:2,5. Затем, постоянным перемешиванием добавляли 0,3 мл  $\alpha$ -амилазу и начали нагревать со скоростью 1°С в минуту. Нагревали до до 85°С и выдерживали при этом температуру 30 мин. После полного гидролиза крахмала смесь охлаждали до температуры 50-53°С, добавляли  $\beta$ -амилазу и выдерживали при этой температуре в течение 30 минут. Затем полученный осахаренный раствор отфильтровывали. Химический анализ полученного осахаренного раствора приведены в таблице 4.

Таблица 4.

Содержание восстанавливающих сахаров полученного из амарантового крахмала

Используемый фермент	Объем раствора, мл	Содержание сухого вещества, %	Восстанавливающие сахара (относительно сухого вещества), %
после обработки $\alpha$ -амилазой	480	22	27
после обработки $\alpha$ - и $\beta$ - амилазой	470	23	52

На основании полученных результатов рекомендуется следующая принципиальная схема переработки семян амаранта (рис.2).

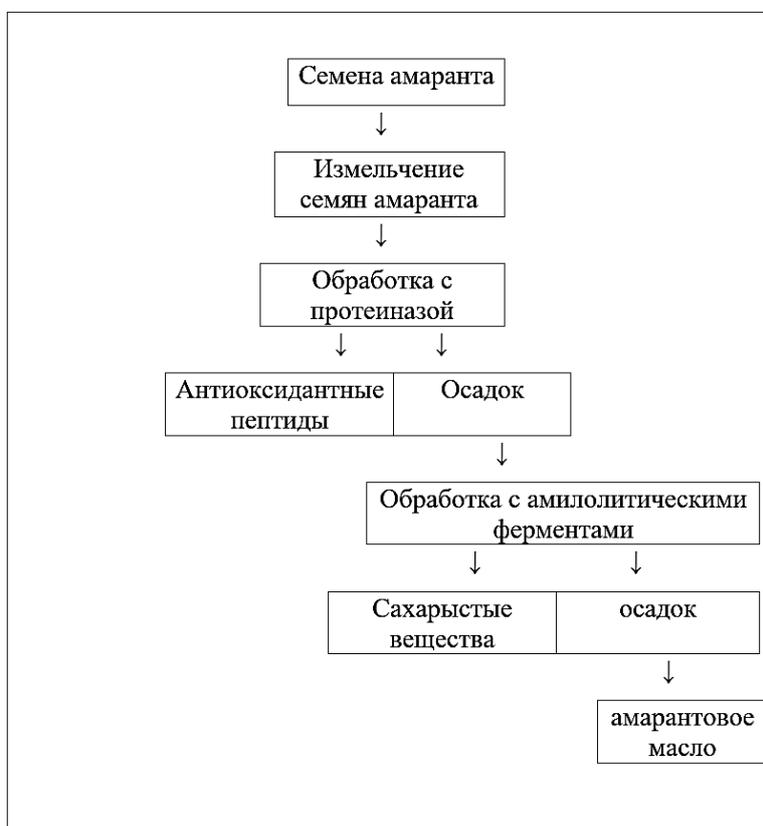


Рисунок 2. Принципиальная схема комплексной переработки семян амаранта

Таким образом, путем ферментативной обработки семян амаранта в определенной последовательности можно получить из белков пептиды с антиоксидантными свойствами и сахаров из крахмала. Отходом

являются твердые остатки содержащие липиды, из которых можно извлечь липиды методом экстракции.

#### Список литературы:

1. Avanza M.V., Puppo M.C. Structural characterization of amaranth protein gels. *J Food Sci.* 2005, 70:223–9. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2005.tb07139.x.
2. Caselato-Sousa V.M., Amaya-Farf. *J State of knowledge on amaranth grain: a comprehensive review. J Food Sci.* 2012, P.77:93–104.
3. Chen H.M., Muramoto K., & Yamauchi F. Structural analysis of antioxidative peptides from soybean b-conglycinin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1995, 43, P.574–578.
4. Davalos A., Miguel M., Bartolome B., & Lopez-Fandino R. Antioxidant activity of peptides derived from egg white proteins by enzymatic hydrolysis// *Journal of Food Protection*, 2004, 67, P.1939–1944.
5. Montoya-Rodr.iguez A., Mario A.A., Identification of Bioactive Peptide Sequences from Amaranth (*Amaranthushypochondriacus*) Seed Proteins and Their Potential Role in the Prevention of Chronic Diseases// *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2015, Vol.14, P.139-158.
6. Oszmianski J., Cheynier V., Moutounet M. Iron-catalyzed oxidation of (+)-catechin in model systems. *J.Agric.Food Chem.* 1996, 44, P. 1712-1715.
7. Pihlanto A. Antioxidative peptides derived from milk proteins// *International Dairy Journal*, 2006, 16, P. 1306–1314.
8. Патока крахмальная. Технические условия. Издательство стандартов. М.1992. ГОСТ 5194-91.
9. Препараты ферментные. Метод определения протеолитической активности. М., 1985, ГОСТ 20264.2-85.
10. Walther B. Sieber R.. Bioactive proteins and peptides in foods // *International Journal for Vitamin and Nutrition Research.* -2011. –Vol.81. – P. 181–191.

## ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

### СИНТЕЗ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ АММОНИЙНЫХ СОЛЕЙ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ В КАЧЕСТВЕ БАКТЕРИЦИДОВ ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ РОСТА СУЛЬФАТВОССТАНАВЛИВАЮЩИХ БАКТЕРИЙ И ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ

**Махмудова Феруза Ахмаджановна**

доктор философии по химическим наукам (PhD), доцент  
Ташкентского химико-технологического института  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [feruza\\_ahmadjonovna@mail.ru](mailto:feruza_ahmadjonovna@mail.ru)

**Газиходжаева Наргиза Миразизовна**

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

**Максумова Айтура Ситдиқовна**

д-р хим. наук, профессор  
Ташкентского химико-технологического института  
Республика Узбекистан, г. Ташкент

### SYNTHESIS OF QUATERNARY AMMONIUM SALTS AND STUDY OF THEM AS BACTERICIDES FOR SUPPRESSING THE GROWTH OF SULPHATE-RESTORING BACTERIA AND CORROSION INHIBITOR

**Feruza Makhmudova**

Doctor of Philosophy in Chemical Sciences (PhD), Associate Professor  
of the Tashkent Chemical Technological Institute  
Uzbekistan, Tashkent

**Nargiza Gazikhodjaeva**

Assistant  
of the Tashkent Chemical Technological Institute  
Uzbekistan, Tashkent

**Aytura Maksumova**

Doctor of Chemical Sciences, Professor  
of the Tashkent Chemical Technological Institute  
Uzbekistan, Tashkent

#### АННОТАЦИЯ

Изучена реакция кватернизации изогексилмонохлорацетатов триэтиламино. Исследовано влияние различных факторов: температуры, соотношение исходных реагентов и продолжительности реакции на выход ЧАС. Строение синтезированных четвертичных солей исследована данными ИК-спектроскопии и элементного анализа. Изучены их антибактериальные свойства в отношении микроорганизмов и степень защиты от сероводородной коррозии металлов.

#### ABSTRACT

The reaction of quaternization of isohexylmonochloroacetates with triethylamine has been studied. The influence of various factors was investigated: temperature, the ratio of the initial reagents and the reaction duration on the QAC yield. The structure of the synthesized quaternary salts was studied by IR spectroscopy and elemental analysis data. Studied their antibacterial properties against microorganisms and the degree of protection against hydrogen sulfide corrosion of metals.

**Ключевые слова:** четвертичные аммониевые соли, изогексилмонохлорацетат, триэтиламин, ингибитор коррозии.

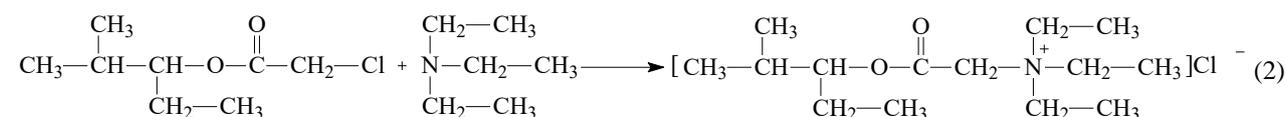
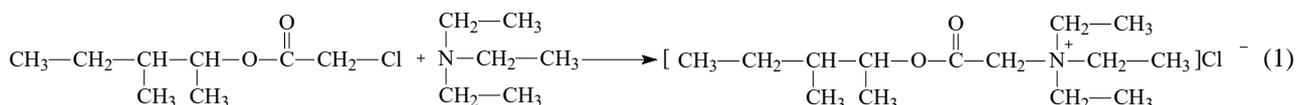
**Keywords:** quaternary ammonium salts, isohexylmonochloroacetate, triethylamine, corrosion inhibitor.

В настоящее время четвертичные аммониевые соли привлекают внимание многих исследователей-учёных мира. Четвертичные соли не имеют запаха, бесцветны, характеризуются умеренно широким спектром антимикробной активности, остаточным бактериостатическим действием на обрабатываемых поверхностях, обладают коррозионной активностью, эффективностью в широком диапазоне pH, устойчивостью к высоким температурам, низкой токсичностью.

Основой многих хорошо зарекомендовавших себя ингибиторов являются азотсодержащие органические соединения, сочетающие бактерицидные свойства и способность замедлять процессы микробиологической коррозии [1, с. 37-41; 2, с. 434-439; 3, с. 346]. При этом заслуживает внимания хорошо

известный класс ингибиторов коррозии – четвертичные аммониевые соли (ЧАС), синтез которых достаточно прост. Четвертичные аммониевые соли обладают рядом полезных свойств, среди которых следует выделить их отсутствие летучести, хорошую растворимость в воде, умеренную пенообразующую способность, что позволяет использования ЧАС в растворах различных кислот и усиление их защитного действия в смеси с другими ингибиторами коррозии.

Целью данной работы является синтез четвертичных аммониевых солей и применение их в качестве ингибиторов коррозии и бактерициды для подавления сульфатовосстанавливающих бактерий (СВБ). В качестве исходных соединений для синтеза четвертичных солей использовали изогексилмонохлорацетаты (ИГМХА) и триэтиламин (ТЭА). Реакции их синтеза можно представить следующим образом:



### Экспериментальная часть

**Синтез четвертичных аммониевых солей (ЧАС).** Синтезы проводили в массе (без растворителя) постоянном перемешивании при атмосферном давлении и температуре – от 5 до 30 °С, продолжительность реакции 1,0-4,0 ч. Мольное соотношение исходных веществ изогексилмонохлорацетат : триэтиламин изменялось от 1,0:1, до 1,0:1,3.

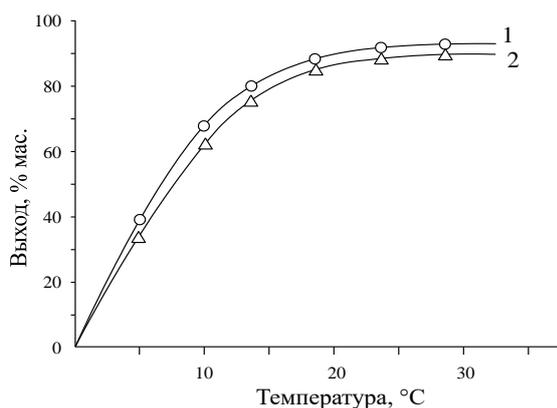
В трехгорлую круглодонную колбу, снабженную термометром и холодильником и механической мешалкой, помещали расчетное количество триметиламина, после чего прибавляли изогексилмонохлорацетат и при заданной температуре перемешивали в течение необходимого времени. Через некоторое время, начали образоваться белые кристаллы аммонийных солей. После окончания реакции, образующиеся кристаллы соли промывали ацетоном и сушили при комнатной температуре до постоянного

веса и анализировали. ИК-спектры исходных и синтезированных соединений снимали на ИК-Фурье спектрофотометре СИСТЕМ-200.

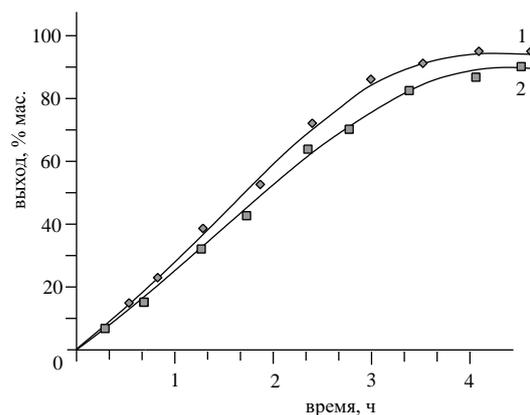
Исследование бактерицидной активности синтезированных солей проводили путем определения степени подавления СВБ по известной методике с использованием культуры СВБ-штамма ДС-2198 [4]. В качестве контрольной использовали образцы без добавок ЧАС.

### Результаты и их обсуждение

В работе изучено влияние различных факторов: температуры, соотношение исходных реагентов и продолжительности реакции на выход ЧАС. Результаты экспериментальных исследований по влиянию температуры реакции на выход ЧАС представлены на рис. 1. Полученные результаты показывают на прямо пропорциональную зависимость выхода продуктов от температуры процесса, что максимальные выходы ЧАС наблюдаются при 30 °С.



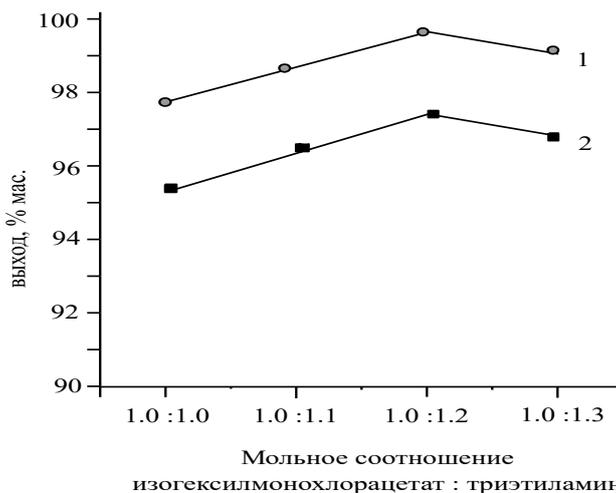
**Рисунок 1. Влияние температуры на выход ЧАС:**  
 1–ИГМХА:ТЭА=1.0:1.2, 2– ИГМХА:ТЭА=1.0:1.2 ;  
 в массе, продолжительность реакции 4 час



**Рисунок 2. Влияние продолжительности реакции на выход ЧАС (30 °C):**  
 1 –ИГМХА:ТЭА = 1.0:1.2,  
 2 – ГХП:ТЭА = 1.0:1.2, в массе

Далее изучено влияние продолжительности реакции на выход образующихся ЧАС (рис.2). Из графиков, указывающих зависимость выходов ЧАС от продолжительности реакции, следует, что взаимодействие ИГМХА с триэтиламином в массе осуществляется за 4 ч.

Экспериментальные данные в зависимости выхода ЧАС от мольного соотношения исходных веществ показывают, что более высокие выходы продуктов наблюдаются при избытке исходного амина, т.е. оптимальное мольное соотношение реагентов: ИГМХА: ТЭА = 1.0:1.2 (рис.3).



**Рисунок 3. Влияние мольного соотношения на выход хлористых N-алкениламмонийных солей (30 °C):**  
 1 – ИГМХА : ТЭА, 2 – ИГМХА:ТЭА, в массе

На рис. 3 показано, что реакция в водной среде заканчивается за 6 ч, причем выход целевого продукта составил 94%, а при проведении реакции без растворителя наибольший выход продуктов (82%) реакции достигается за 8 ч.

В ИК-спектрах ЧАС наблюдается появление широкой интенсивной полосы поглощения в области 3050–2790 см<sup>-1</sup> которая указывает на наличие солеобразования, тогда как полосы поглощения в области

1470–1400 см<sup>-1</sup> характерны для деформационных колебаний метиленовых групп, соединенных с аммонийным азотом.

Строение синтезированных четвертичных солей доказано данными ИК-спектроскопии и элементного анализа. Найденный элементный состав дает хорошую сходимость с вычисленным для предполагаемых структур (табл. 1).

Таблица 1.

## Элементный состав синтезированных хлористых солей

№	Брутто формула	Элементный состав									
		вычислено					найдено				
		С	Н	N	Cl	O	С	Н	N	Cl	O
1.	C <sub>14</sub> H <sub>30</sub> NO <sub>2</sub> Cl	60.1	10.7	5	12.7	11.5	60	10.8	5.1	12.5	11.6
2.	C <sub>14</sub> H <sub>30</sub> NO <sub>2</sub> Cl	60.1	10.7	5	12.7	11.5	59.9	10.6	5.3	12.6	11.6

Результаты испытаний растворов полученных солей в качестве бактерицидов для подавления роста СВБ представлены в табл. 2, из которой видно, что

данные соединения полностью подавляют рост сульфатвосстанавливающих бактерий при концентрации 150 мг/л.

Таблица 2.

## Бактерицидная активность ЧАС в отношении СВБ

№	Химическая формула	Степень подавления СВБ, при концентрации ЧАС, мг/л				
		20	40	100	150	200
1.	$\left[ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}}-\underset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_2-\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{N}^+}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \right] \text{Cl}^-$	40	75	100	100	100
2.	$\left[ \text{CH}_3-\underset{\text{CH}_2-\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}}-\underset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_2-\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{N}^+}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \right] \text{Cl}^-$	46	87	100	100	100

Наличие в структуре синтезированных четвертичных аммониевых соединений атома азота, гидрофобных алкильных и кислородсодержащих групп позволило их предложить в качестве ингибиторов сероводородной коррозии.

Изучено влияние концентрации ЧАС на степень защиты от сероводородной коррозии металлов (табл.3).

Таблица 3.

## Влияние концентрации ЧАС солей на степень защиты от сероводородной коррозии металлов

№	Химическая формула	Защитный эффект, %			
		0,25	0,5	1,0	2,0
1.	$\left[ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}}-\underset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_2-\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{N}^+}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \right] \text{Cl}^-$	20	41	90	96
2.	$\left[ \text{CH}_3-\underset{\text{CH}_2-\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}}-\underset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_2-\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{N}^+}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \right] \text{Cl}^-$	23	45	92	93

Анализ зависимости степени противокоррозийной защиты металла от концентрации ЧАС солей показывает значительное возрастание защитного эффекта при увеличении концентрации от 0,25 до 2,0 мг/л.

Таким образом, определены оптимальные условия получения ЧАС на основе изогексилмонохлорацетатов и ТЭА, изучены их антибактериальные свойства в отношении микроорганизмов (СВБ) и степень защиты от сероводородной коррозии металлов.

**Список литературы:**

1. Герасименко А.А., Матюша Г.В., Андриюшенко Т.А. И др. Микробная коррозия и защита от нее. // Коррозия: материалы и защита, 2003. –№ 1. –с. 37- 41.
2. Миргородская А.Б., Лукашенко С.С., Яцкевич Е.И. и др. Агрегационное поведение, антикоррозионное действие и противомикробная активность бромидов алкилметилморфолина // Физикохимия поверхности и защита материалов, 2014, том 50. –№ 4. –с. 434–439.
3. Рахманкулов Д.Л., Зенцов В.Н. и др. Ингибиторы коррозии. Основы технологии производства отечественных ингибиторов коррозии.– М.: Интер, 2005. – с. 346.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО И МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ГЛАУКОНИТОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ КАРАКАЛПАКИИ

*Алланиязов Давран Оразымбетович*

*д-р. техн. наук (PhD), ст. науч. сотр. лабораторий химии,  
Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук  
Каракалпакского отделения АН РУз,  
Республика Узбекистан, г. Нукус  
E-mail: [dauran\\_1985@mail.ru](mailto:dauran_1985@mail.ru)*

*Каландарова Феруза Камул қизи*

*техник,  
Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук  
Каракалпакского отделения АН РУз  
Республика Узбекистан, г. Нукус*

*Алланиязов Давлет Оразымбетович*

*лаборант,  
Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук  
Каракалпакского отделения АН РУз  
Республика Узбекистан, г. Нукус*

## STUDY OF THE CHEMICAL AND MINERALOGICAL COMPOSITION OF GLAUCONITE CONCENTRATES OF KARAKALPAKIA

*Davran Allaniyazov*

*(PhD) Senior Researcher, Chemistry Laboratories,  
Karakalpak Research Institute of Natural Sciences,  
Karakalpak Branch of the Academy of Sciences RUz,  
Uzbekistan, Nukus*

*Feruz Kalandarova*

*Technician,  
Karakalpak Research Institute of Natural Sciences  
of Karakalpak Branch of RUz,  
Uzbekistan, Nukus*

*Davlet Allaniyazov*

*Laboratory assistant,  
Karakalpak Research Institute of Natural Sciences  
of Karakalpak Branch of RUz,  
Uzbekistan, Nukus*

### АННОТАЦИЯ

Исследованы физико-химические и физико-механические свойства глауконитовых минералов Крантауского месторождения. Глауконитные пески из месторождения Крантау были обработаны методом просеивания через сито разного размера с целью обогащения глауконитом. В изученных породах (песчаники с различным содержанием глауконита) глауконит представлен зернами темно-зеленого цвета, преимущественно округлой и изометричной формы, от средне - до хорошо окатанных.

### ABSTRACT

Physical-chemical and physical-mechanical properties of glauconite minerals of the Krantau deposit were investigated. Glauconite sands from the Krantau deposit were treated by sifting through a sieve of different sizes in order to enrich glauconite. In studied rocks (sandstones with different glauconite content), glauconite is represented by dark green grains, mainly rounded and isometric in shape, from medium to well-rolled.

**Ключевые слова:** Каракалпакстан, Крантау, минерал, глауконит, глауконитовые пески, минеральные удобрения, обогащения, элементный анализ.

**Keywords:** Karakalpakstan, Krantau, mineral, glauconite, glauconitovy sands, mineral fertilizers, enrichments, element analysis.

Наличие больших запасов глауконитсодержащих песков на территории Каракалпакстана и их доступность создают благоприятные условия для использования их в качестве сырья при производстве местных минеральных удобрений. Применение глауконитовых песков непосредственно в качестве агрономического удобрения, а также использование полученных на их основе смешанных микроэлементсодержащих удобрений, имеет огромное социально-экономическое значение, особенно для региона Каракалпакии. Реализация технологии получения и обогащения глауконита, с одной стороны, позволяет обеспечить сельское хозяйство комплексными глауконит и фосфоритсодержащими удобрениями, с другой создать

технологическую базу для поиска и освоения местных минеральных ресурсов и совершенствования технологии производства новых видов удобрений.

Результаты элементного анализа приведены в табл. 1. Химический состав монофракций глауконита показывает большое сходство во всех пробах. Им свойственно высокое содержание железа, которое резко преобладает над алюминием и над калием. Железо присутствует почти в оксидной форме, содержание его составляет в среднем 43,2%. Таким образом, в данном месторождении преобладает железистая форма глауконита.

Таблица 1.

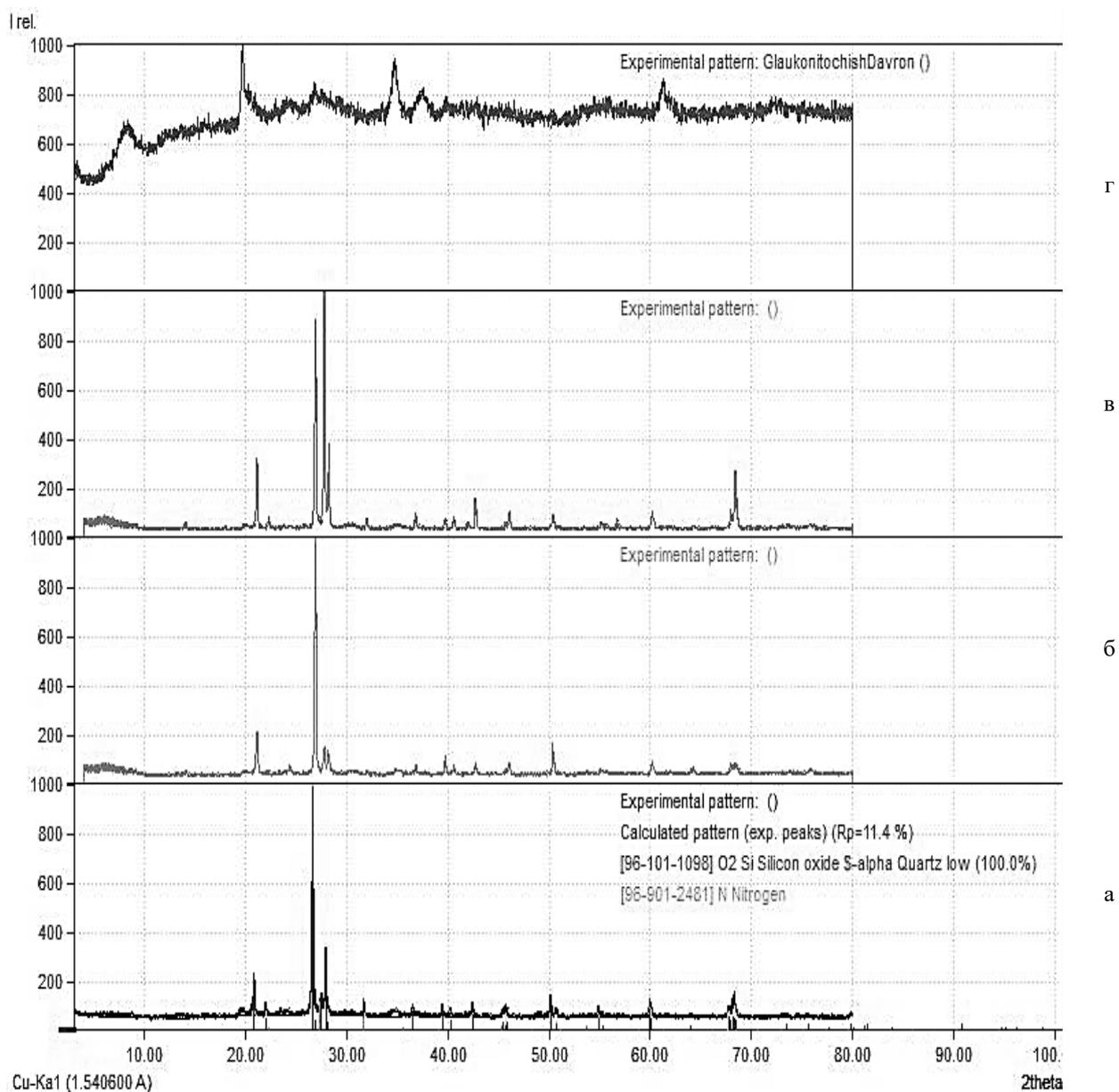
**Результаты оптико-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой**

Обнаруженная концентрация мг/дм <sup>3</sup>									
As	Ca	Cd	Co	Cu	Fe	Li	Mg	Mn	Se
0,9864	5106,36	1,5725	29,5741	24,8085	88155,7	20,8785	12932,655	360,0987	—
Обнаруженная концентрация мг/дм <sup>3</sup>									
Pb	Zn	K	Al	Hg	Ag	Na	Rb	Ti	V
6,3564	105,1023	≥8500	33230,23	—	0,0975	8697,658	313,2543	-	144,142
Обнаруженная концентрация мг/дм <sup>3</sup>									
Cr	Ni	Ga	Si	Pd	Pt	Sr	Cs	In	Tl
92,3120	35,9751	70,7178	9410,558	120,1295	3,57676	76,9949	52,3906	45,9860	1,2477

Глауконитовые пески, добываемые в промышленном масштабе, нуждаются в обогащении, поскольку для использования их в качестве минеральных удобрений нужно чтобы они имели процент содержания глауконита не менее 50%. В предоставленных образцах этот процент составляет не более 30%. Сложность определения количественного содержания глауконита в глауконитовых песках рентгенофазовым методом, как наиболее оперативным, состоит в том, что содержащийся в них глауконит имеет плохую

кристалличность и большое содержание органических остатков. Тем не менее, рентгенофазовый анализ чистого глауконита был исследован на порошковом дифрактометре SHIMADZU и идентифицирован со спектром, внесенным в базу данных MATCH! Database code amcsd 0005026 (рис. 1-3) [1, с.30-35].

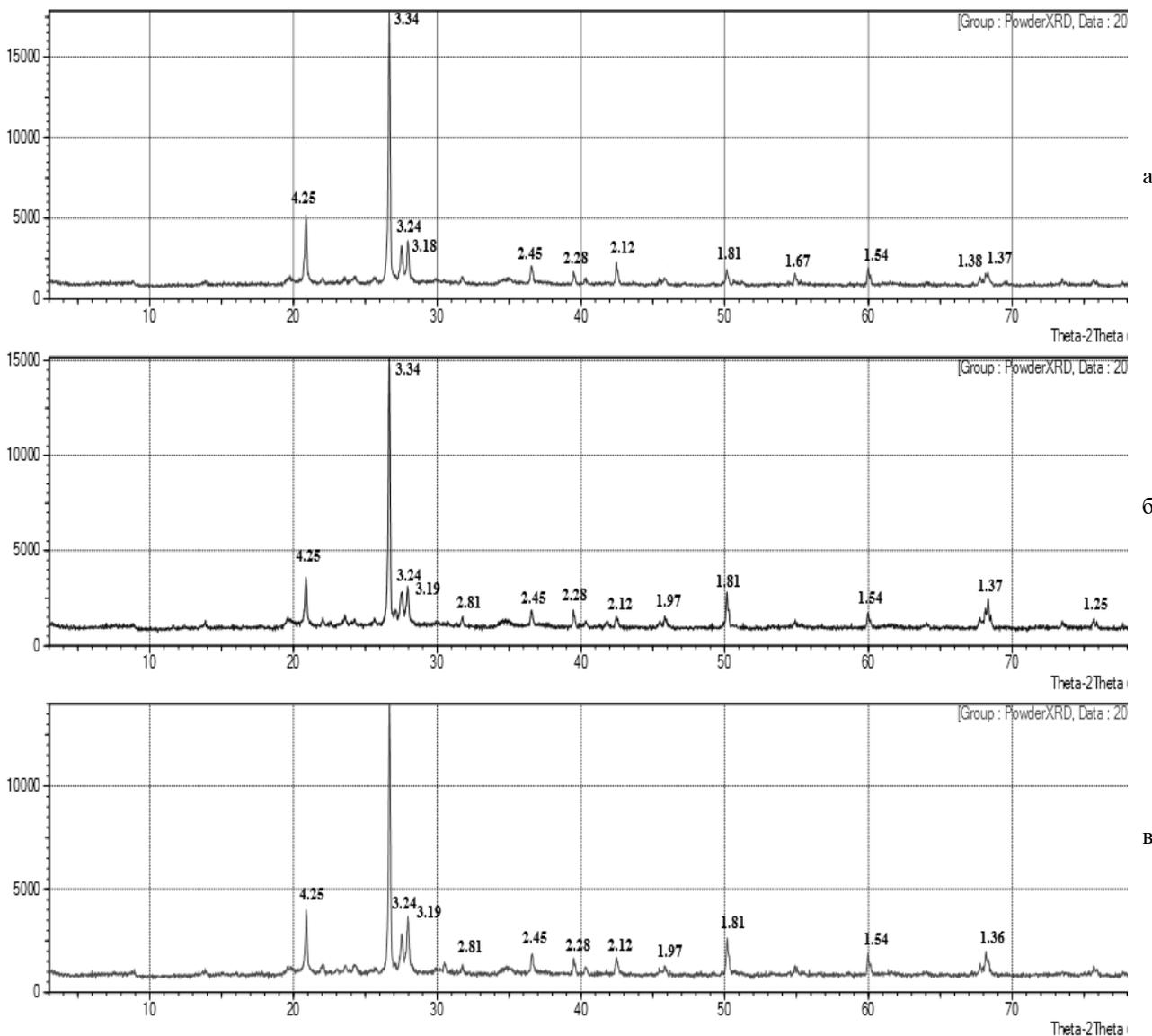
В дифрактограммах проб можно увидеть разницу содержания глауконита, а также изменение состава этих песков. В одних пробах увеличивается содержание кварца, в других – других минералов.



**Рисунок 1. Фазовая диаграмма глауконитовых песков: а) необогащенный образец, б) после просеивания ситом 0,25, в) после просеивания ситом 0,16, г), отобранные вручную под микроскопом глауконитовые зерна**

Наиболее оптимальным способом обогащения глауконитовых песков является просеивание исходного сырья через сито с различным размером ячеек.

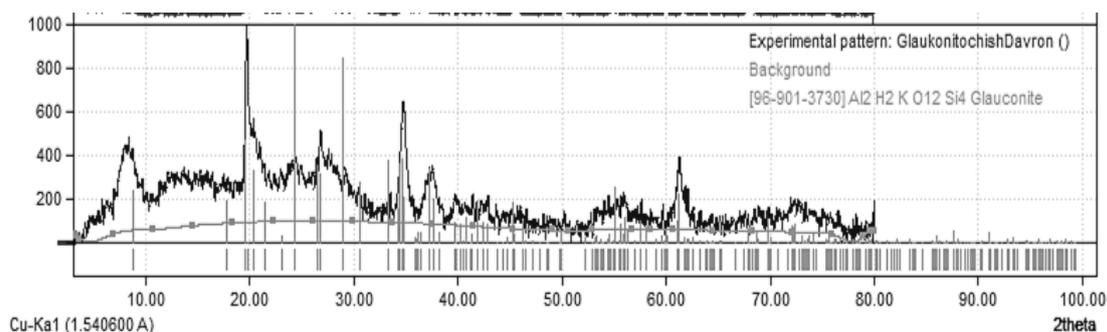
Количественное содержание глауконита в пробе после обогащения анализировали также методом порошковой дифрактометрии.



**Рисунок 2. Дифрактограммы глауконитовых песков (просеянных через сито разного размера) а) -1+0,5; б) -0,5+0,25; в) -,25+0,16;Крантауского месторождения**

Как видно из рисунка 2, с уменьшением размера ячеек сита, количество глауконита в пробе увеличивается. Об этом говорит появление характерного для глауконита пика в области 20 равной 8° (рис. 2 б, в). Для сравнения на рис. 2 а, приведена дифрактограмма

чистого глауконита, отобранного под микроскопом с помощью иглы. На этом спектре характеристический пик в области 8° достигает значительной величины [3].



**Рисунок 3. Идентификация исследуемого глауконита Крантауского месторождения с глауконитом из базы данных программы MATCH!® (database\_code\_atcstd 0005026)**

Как видно из рис. 3 (синим цветом приведен спектр глауконита Крантауского месторождения) наш спектр довольно хорошо согласуется с базовым, что говорит о возможной изо структурности данных форм глауконита [2, с.348]. Т.е. можно с большой долей уверенности говорить о кристаллографических

параметрах нашего глауконита: Пр. гр.  $C2/m$ ,  $a=5.247$ ,  $b=9.076$ ,  $c=10.181$ ,  $\beta=101.1$ ,  $V=475.817$ .

Приведенные данные говорят о том, что метод обогащения глауконитовых песков методом просеивания может иметь место, однако не является достаточным. По-видимому, требуется поиск дополнительных способов обогащения.

#### Список литературы:

1. D.O. Allaniyazov, S. Bauatdinov, T.S. Bauatdinov, A.U. Erkaev, S.A. Talipov, Studying by the modern physical and chemical methods of mineralogical compositions of raw materials and concentrates of the glaukonit of the Krantau origin. Austrian Journal of Technical and Natural Sciences Vienna 2018. - №11-12. - pp.30-35.
2. Ильяшенко В.Я., Баскаков М.П., Птушкин Э.М. Отчет о поиско-разведочных работах на фосфориты в низовьях Аму-Дарьи за 1953-1954гг., Фонд Главной Геологии УзССР.
3. MATCH!® Phase identification from Powder Diffraction (Crystal Impact, GbR, Bonn, Germany, 2015).

## ДОРОЖНАЯ КЕРАМИЧЕСКАЯ БРУСЧАТКА НА ОСНОВЕ ЛЕССОВЫХ ПОРОД УЗБЕКИСТАНА

**Бабаев Забибулла Камирович**

канд. техн. наук, доц.,  
Ургенчский государственный университет,  
Республика Узбекистан, г. Ургенч

**Шарипов Джавлон Шарирович**

канд. техн. наук, доц.,  
Ташкентский химико-технологический институт,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**Джуманиязов Зокир Базарбаевич**

ст. преподаватель, Ургенчский государственный университет,  
Республика Узбекистан, г. Ургенч  
E-mail: [dj\\_zokirbek@mail.ru](mailto:dj_zokirbek@mail.ru)

## ROAD CERAMIC PAVERS BASED ON THE FOREST ROCKS OF UZBEKISTAN

**Zabibulla Babaev**

Cand. tech. Sci., Associate Professor Urgench State University,  
Republic of Uzbekistan, Urgench

**Javlon Sharipov**

Cand. tech. Sciences, Associate Professor Tashkent Chemical-Technological Institute,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**Zokir Jumaniyazov**

Art. Lecturer, Urgench State University,  
Republic of Uzbekistan, Urgench

### АННОТАЦИЯ

В последние годы в условиях Узбекистана поставлена задача замены керамического кирпича на газо- и пеноблоки. В связи с этим перед предприятиями, выпускающими керамический кирпич, стоит задача ориентироваться на выпуск более востребованного материала. Таким материалом для кирпичных заводов Республики Узбекистан является керамическая брусчатка, применяемая для мощения дорог, тротуаров, площадок, цехов химических заводов, а также полов животноводческих ферм и птицеводческих фабрик. В Узбекистане такой материал является более востребованным из-за засоления грунтов, особенно в условиях Приаралья.

### ABSTRACT

In recent years, in the conditions of Uzbekistan, the task has been set - to replace ceramic bricks with gas and foam blocks. In this connection, the enterprises producing ceramic bricks are faced with the task of targeting the production of another more demanded material. Such material for brick factories of the Republic of Uzbekistan is ceramic paving stones used for paving roads, sidewalks, playgrounds, workshops of chemical plants, as well as floors of livestock farms and poultry factories. In Uzbekistan, this material is more in demand due to soil salinization, especially in the Aral Sea region.

**Ключевые слова:** дорожная керамическая брусчатка, отход стеклобоя, обжиг, модификация, лессовидные породы.

**Keywords:** road ceramic paving stones, cullet waste, roasting, modification, loess-like rocks.

Изменение видов выпускаемой продукции и производственных мощностей, а также ориентир на качественные показатели выпускаемой продукции, синтез новых материалов на основе местного сырья, конкурирующего как на внутреннем, так и внешнем

рынке, является одним из рычагов полноценного существования предприятий. Анализ нынешнего состояния некоторых производственных предприятий, выпускающих керамический стеновой кирпич, показывает, что некоторые из них не могут существовать

в условиях рынка из-за плохого качества выпускаемой продукции, другие не могут работать в полную мощность из-за сложившейся ситуации, связанной с эксплуатационными характеристиками выпускаемого кирпича. Это особенно чувствуется с введением в строительство новых видов стеновых материалов с улучшенными теплоизоляционными свойствами. В последние годы в условиях Узбекистана поставлена задача замены керамического кирпича на газобетонные блоки. В связи с этим перед предприятиями, выпускающими керамический кирпич, стоит задача ориентироваться на выпуск более востребованного материала. Таким материалом для кирпичных заводов Республики Узбекистан является керамическая брусчатка, применяемая для мощения дорог, тротуаров, площадок, цехов химических заводов, а также полов животноводческих ферм и птицеводческих фабрик. В Узбекистане такой материал является более востребованным из-за засоления грунтов, особенно в условиях Приаралья.

Дорожную керамическую брусчатку, или, как ее называют, клинкерная брусчатка, получают по керамической технологии, аналогом которой является керамический стеновой кирпич. Клинкерная брусчатка предназначена для твердого покрытия поверхностей и создания широкого спектра участков, подвергающихся нагрузкам от движения транспортных средств и пешеходного движения. Многовековой опыт использования клинкерной брусчатки показал, что она является подходящим материалом для строительства и дизайна. Ее удобные размеры для укладки, высокая устойчивость к механическим и погодным воздействиям, устойчивость к воздействию различных химических веществ, использование для производства экологически чистого натурального сырья, сопротивление старению и другие качественные характеристики делают такой материал востребованным во всем мире.

Производство керамической брусчатки в условиях Хорезмского региона и Каракалпакии не налажено. Имеется более 120 заводов, изготавливающих керамический кирпич, различной производительности. Характерным недостатком существующих заводов является низкое качество выпускаемой продукции. Одной из причин этого является потребляемое сырье, богатое кремнеземом и гипсом, а также карбонатами, бедным и содержанием оксидов алюминия [3]. Как известно, для оценки качества глиняного сырья используется кремнеземистый модуль. Хорошие глины для производства клинкера характеризуются кремнеземистым модулем 3–4,5. При его высоком значении возрастает хрупкость изделий, снижаются их прочность и морозостойкость. При низком возникают трудности при выпуске клинкера, так как уменьшается интервал спекания в процессе обжига, увеличивается вероятность появления деформаций. Преимущество имеют глины с полиминеральным составом, то есть содержащие различные глинистые компоненты, которые обладают различной дисперсностью и огнеупорностью. Установлено, что наличие минералов каолиновой группы должно быть в пределах 20–30 % [1]. Известно также, что качество керамического кирпича характеризуется такими физико-техническими показателями, как декоративность, водо-, солевая стойкость и механическая прочность [4].

Нами проводились исследования по синтезу керамической брусчатки из лессовой породы, которая является широко распространенным сырьевым материалом в условиях Приаралья [5]. В качестве исходного сырья был взят карьер лессовой породы «Курбановское», принадлежащий частному предприятию «Жайхун» Хорезмской области. Анализ химического состава лессовой породы месторождения «Курбановское» Хорезмской области Республики Узбекистан приведен в табл. 1.

Таблица 1.

Химический состав лессовой породы месторождения «Курбановское»

Пробы	Содержание оксида, %									
	№	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>
1	52,27	15,76	15,04	5,73	4,44	2,31	2,12	0,61	0,59	0,58
2	52,59	15,64	15,09	5,69	4,33	2,29	2,08	0,59	0,57	0,56
3	52,02	15,59	15,32	5,81	4,47	2,33	2,08	0,62	0,54	0,59
4	52,60	15,27	15,31	5,71	4,39	2,31	2,11	0,60	0,54	0,58
5	52,31	14,56	15,14	5,83	4,45	2,41	2,02	0,51	0,49	0,48
6	52,39	13,74	15,29	5,79	4,43	2,39	2,18	0,49	0,47	0,46
7	52,42	14,39	15,12	5,71	4,37	2,23	2,05	0,52	0,52	0,51
8	53,10	14,57	15,11	5,61	4,49	2,41	2,14	0,30	0,55	0,52
9	52,69	13,54	15,39	5,69	4,33	2,33	2,28	0,47	0,37	0,56
10	52,72	14,49	15,22	5,51	4,47	2,43	2,07	0,50	0,42	0,53
Средний	52,51	14,75	15,20	5,70	4,41	2,34	2,11	0,52	0,50	0,53

Глинистое сырье месторождения «Курбановское» имеет светло-серый цвет, крупнодисперсную структуру, беспорядочную (комковую) текстуру. Легко поддается дроблению, хорошо размокает в воде, бурно вскипает при взаимодействии с 10 %-ным раствором соляной кислоты. Карьерная влажность сырья – 20-25 %. По числу пластичности глина относится к группе умеренно пластичного сырья (4,7–6,7), по чувствительности к сушке (по Чижскому) – к группе малочувствительного, является полиминеральным сырьем. Глинистое вещество представлено каолинином (6–15 %), монтмориллонитом (10–18 %), гидрослюдой (5–12 %), в качестве примеси присутствуют хлориты. В более крупных фракциях содержатся

неглинистые минералы в следующих соотношениях: кварц – до 33 %, кальцит – 6–10 %, доломит – до 5,5 %, полевые шпаты – до 8 %. По засоренности природными крупнозернистыми включениями сырья относится к группе со средним содержанием крупных включений: 5 мм – 0,16 %; 5–3 мм – 0,24; 3–2 мм – 0,27; 2–1 мм – 0,39; 1–0,5 мм – 0,2; сумма – 1,26 %. По степени спекания – к группе неспекающегося, по показателям огнеупорности является легкоплавким (1170 °С). Материал после обжига при температуре 1100 °С обладает водопоглощением 7,8 % [2].

На основе легкоплавкой лессовой породы в лабораторных и заводских условиях были приготовлены ряд образцов, составы которых приведены в табл. 2.

Таблица 2.

Состав опытных образцов

Компоненты	Составы масс. %					
	T	M1	M2	M3	M4	M5
Лессовая порода	100	75	80	85	90	95
Тонкоизмельченный стеклобой		25	20	15	10	5

Во всех опытных составах содержится угольная мелочь – 5 % от общей массы.

Подготовка лессовой породы осуществлялась по общепринятым методам [1]. В качестве стеклобоя использовались отходы цветного тарного стекла, которые образовались в мусоросборных пунктах г. Ургенча. Подготовка отхода стеклобоя осуществлялась следующим образом: помол в шаровой мельнице в течение 3–5 часов; полученный гранулят-порошок подвергался грохочению в ситах, размер отверстий которых равен 10 000 отв/см<sup>2</sup> [6].

Формование керамической брусчатки осуществлялось полусухим способом, формовочная влажность массы – 7–10 %; давление прессования полуфабриката осуществлялось при 10–20 МПа, сушка опытных образцов осуществлялась при температуре 90–120 °С в течение 4 часов. Обжиг изделий производился в 18 камерных кольцевых печах по режиму,

принятому ч/п «Жайхун». В результате полужаководского опыта получена керамическая брусчатка, обладающая следующими физико-механическими свойствами, которые приведены в табл. 3.

Как видно из таблицы, наиболее улучшенными свойствами обладают составы опытных масс M2. По нашему мнению, причиной улучшения физико-механических свойств полученных образцов является введение тонкоизмельченного стеклобоя, который под действием высокой температуры образует жидкую фазу. Полученная жидкая фаза является инициатором жидкофазного спекания, жидкая фаза, обволакивая твердые частицы, способствует их растворению и связыванию между собой. В составе жидкой фазы идет кристаллизация таких кристаллических фаз, как муллит, анортит и кристобалит. Также введенная угольная мелочь является восстановителем и энергоносителем.

Таблица 3.

Сравнительные физико-механические свойства образцов керамической брусчатки

Показатели	Составы опытных масс					
	T	M1	M2	M3	M4	M5
Механическая прочность; МПа						
– на сжатия	7,5	62,4	40	58,3	63,4	56,4
– на изгиб	2,4	20,8	22	18,6	21,2	16,8
Водопоглощение, %	22,0	3,9	5,6	6,2	7,2	7,8
Износостойкость, г/см <sup>2</sup>	–	0,40	0,45	0,46	0,42	0,50
Морозостойкость, цикл.	15	100	120	90	100	80

Керамическая масса, модифицированная с угольной мелочью, в процессе обжига претерпит ряд изменений. В начальный период из-за выгорания происходит спекание керамических частичек, образовавшаяся жидкая фаза связывает более тугоплавкие частички, дальнейший подъем температур – туго-

плавкие соединения растворяются в жидкой фазе, образуя при этом такие соединения, как муллит, альбит, анортит. Для получения полного спекания брусчатки, не вызывая ее деформации, необходим очень медленный подъем температуры, наибольшее выдерживание (40 часов) изделий при температуре,

близкой к спеканию, и очень медленное охлаждение без притоков воздуха.

С термодинамической точки зрения процесс спекания керамической массы с выгорающими модификаторами представляет собой нестационарный, необратимый процесс перехода системы за счет самопроизвольного уплотнения дисперсного пористого тела в более стабильное, устойчивое состояние. В исходном состоянии пористое тело, полученное прессованием порошков и имеющее развитую внутреннюю межфазовую поверхность, представляет собой систему повышенных запасов свободной поверхностной энергии. Выделившееся тепло от горения порошкообразного модификатора способствует образованию жидкой фазы. Образовавшаяся жидкая фаза играет роль интенсификатора процесса спекания. Как известно, наиболее важными факторами, определяющими скорость жидкостного спекания, являются поверхностное натяжение и вязкость жидкой

фазы, размер частиц твердой фазы. Дальнейший разогрев спекаемого слоя материала приводит к снижению вязкости жидкой фазы, тем самым обволакивая зерно тугоплавкого компонента, либо растворяет в себе их, образуя новые химические соединения. Образование новых химических соединений также зависит от окислительно-восстановительной среды процесса обжига. Образовавшийся восстановительный режим слоя спекающего материала приводит к восстановлению  $Fe^{2+}$  до  $Fe^+$ . Как известно, в химическом отношении  $Fe^+$  более активный, чем  $Fe^{2+}$ , что предопределяет ускоренное образование легкоплавких соединений с участием оксидов железа.

В результате проведения эксперимента установлено, что с увеличением степени спекания керамической брусчатки возрастают ее плотность, механическая прочность, твердость, химическая стойкость и сопротивляемость воздействиям различных агрессивных средств, уменьшается газо- и водопроницаемость.

#### Список литературы:

1. Августинник А.И. Керамика. – Л. : Стройиздат, 1975. – С. 167–168.
2. Исмаев А.А. Силикат ва қийин эрийдиган нометалл материаллар технологияси. – Тошкент, 2006. – 228 с.
3. Исмаев А.А., Шерназарова М.Т., Якубов Т.Н. Стеновая керамика с использованием палеоглин и лессовых пород. – Ташкент : Фан, 1993. – С. 41–45.
4. Мустафин Н.Р. Клинкерный кирпич из легкоплавких глинистых пород и техногенных отходов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Красково. – 21 с.
5. Намлик ва шўрланиш таъсири юқори бўлган худудлар учун қурилиш ғишти композицияси / М.Ю. Юнусов, З.К. Бабаев, З.Б. Джуманиязов, Ф.А. Исчанов // «Новые композиционные и наноконпозиционные материалы: структура, свойства и применение»: номли Республика илмий-техникавий конференцияси. – Ташкент, 2018. – С. 212–214.
6. Трепалина Ю.Н., Кириллова Н.К. Керамический кирпич из сырья Якутии с добавлением тонкомолотого стеклобоя // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2019. – № 4. – С. 138–143.

## КЛАДОЧНЫЙ РАСТВОР С ПОВЫШЕННЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ СЦЕПЛЕНИЯ ДЛЯ КЛАДКИ СТЕН ИЗ СИЛИКАТНОГО КИРПИЧА

*Бабаев Забибулло Комилович*

*канд. тех. наук, доцент  
Ургенчского государственного университета,  
Республика Узбекистан, г. Ургенч  
E-mail: [bzkm@mail.ru](mailto:bzkm@mail.ru)*

*Мадаминов Дилишодбек Куранбоевич*

*младший научный сотрудник Хорезмской Академии Маъмуна  
Республика Узбекистан, г. Хива  
E-mail: [dilshodbek-md@mail.ru](mailto:dilshodbek-md@mail.ru)*

## COMPOSITE MASONRY MORTAR WITH AN INCREASED COEFFICIENT OF ADHESION FOR SILICATE BRICK MASONRY

*Zabibulla Babayev*

*Candidate of technical Sciences, professor  
of Urgench State University,  
Uzbekistan, Urgench*

*Dilshodbek Madaminov*

*Junior researcher  
of the Khorezm Mamun Academy  
Uzbekistan, Khiva*

### АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматриваются возможности получения ультрадисперсного аморфного кремнезема из рисовой шелухи способом термомеханической активации. Полученный продукт является рентген аморфным и ультрадисперсным, что подтверждается современными методами физико-химического исследования. Разработаны составы модифицированного кладочного раствора и исследованы среднее значение коэффициента, прочности сцепления и характер отрыва.

### ABSTRACT

This article discusses the possibility of obtaining ultrafine amorphous silica from rice husks by means of thermomechanical activation. The resulting product is X-ray amorphous and ultrafine, which is confirmed by modern methods of physical and chemical research. The compositions of the modified masonry mortar have been developed and the average value of the coefficient has been investigated. adhesion strength and tear-off character.

**Ключевые слова:** силикатные материалы, силикатный кирпич, цементно-песчаный раствор, пуццолана активные добавки, зола рисовой шелухи, ультрадисперсный аморфный кремнезём.

**Keywords:** silicate materials, silicate bricks, cement-sand mortar, pozzolana active additives, rice husk ash, ultradisperse amorphous silica.

Производство силикатных материалов применяемой в строительстве является одной из базовых отраслей строительной индустрии Узбекистана. О достижениях и имеющихся возможностях строительного комплекса Узбекистана можно судить по возрастающим в последние годы объемом строительства объектов социально-бытового и промышленного назначения, вводу в эксплуатацию новых технологий производства строительных материалов, отвечающих предъявляемым требованиям мирового

стандарта и качества, а также модернизации существующих производств. Стеновые материалы одним из как объёмистых строительных материалов применяемые в строительстве обеспечивается в основном за счет керамического и силикатного кирпича.

Силикатный кирпич получает из кварцевого песка (до 92%), извести и воды [1] и имеет многочисленные достоинства, а внешний вид и характерная правильность форм особо покоряет покупателей. Бытует мнение, что силикатный кирпич изжил себя

как строительный материал, строить из него лучше только нежилые помещения. Но как показывает опыт строителей Германии, Чехии, России и Финляндии, использование силикатного кирпича в этих странах стабильно увеличивается.

Силикатный кирпич считается одним из доступных и высокопрочных материалов в условиях Приаралья. В строительных отраслях Узбекистана производство силикатного кирпича постепенно снижается, хотя к концу XX века данная отрасль развивалась быстрыми темпами, продукция экспортировалась в страны ближнего и дальнего зарубежья. Но объекты, возведенные из силикатного кирпича в условиях Узбекистана, в ряде случаев не выдерживали землетрясения 3-5 баллов. В связи с этим было принято решение о прекращении строительства многоэтажных домов с использованием данного вида сырья, особенно в сейсмоактивных регионах Узбекистана, так как применяемые кладочные растворы также не отвечали требованиям по сцеплению с кирпичом. Результаты исследований показывают, что сцепление кладочного раствора с поверхностью кирпича отличается большой изменчивостью, что приводит к определенным трудностям при расчете элементов и сечений каменных конструкций из силикатного кирпича по предельным состояниям первой группы с учетом сопротивления кладки растяжению по неперевязанным швам [2-3].

Прочность сцепления зависит от состава и консистенции кладочного раствора, его прочности, ко-

торая зависит от температурно-влажностных условий режима затвердевания раствора в кладке, состояния контактных поверхностей и адсорбционных свойств поверхности кирпича, возраста кладки. Поэтому для каждого вида кладки эта величина устанавливается экспериментально в условиях, максимально приближенных к естественным

Анализ литературы показал, что кладка из силикатного кирпича с помощью цементно-песчаного раствора имеет низкие показатели прочности сцепления и нуждается во введении дополнительных модификаторов для увеличения этого показателя, в частности аморфного кремнезема [4].

В целях повышения коэффициента сцепления кладочного раствора с силикатным кирпичом были изучены возможности добавления ультрадисперсного аморфного кремнезема из золы рисовой лузги. Используемая в наших опытах зола была получена из рисовой шелухи – отхода обработки риса, выращенного на севере Республики Узбекистан. Для разработки технологии получения ультрадисперсного аморфного кремнезема были анализированы ряд источников [5-8]. Рисовая шелуха сушилась и затем сжигалась в лабораторной печи при температурах 600-800° С с последующим быстрым охлаждением и измельчением полученного продукта в шаровой мельнице в течение 640 мин. На рис 1 представлены данные рентгенофазового анализа ультрадисперсного аморфного кремнезема.

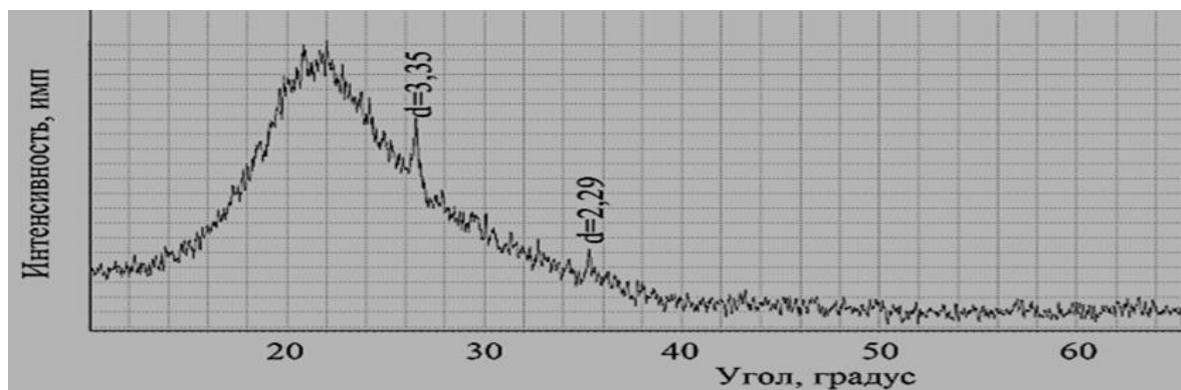
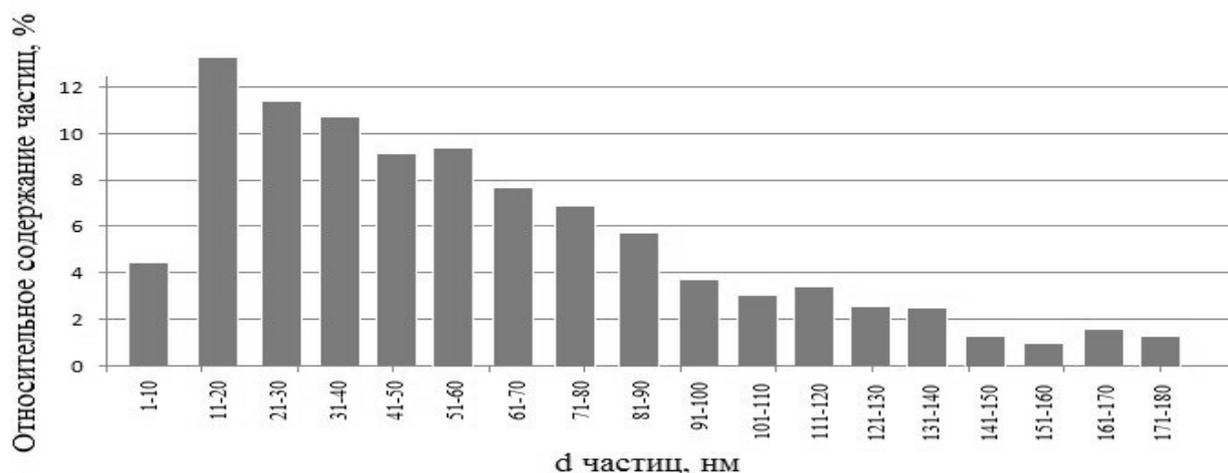


Рисунок 1. Рентгенограмма образца ультрадисперсного аморфного кремнезема

Как видим, представленный материал представлен в основном рентген аморфным, лишь дифракционные пики  $d = 3,35$  и  $2,29$  нм относятся к  $\alpha$ -кварцу. Важной характеристикой модификаторов, вводимых в состав кладочных растворов, является их гранулометрический состав, который представлен на рисунке 2.

Как показывает рисунок, частицы порошка, полученного методом термомеханической активации рисовой лузги, имеют распределение по размерам в основном пределах от 10 до 100 нм, наиболее высокое содержание приходится на частицы размером 11-20 нм.



**Рисунок 2. Гранулометрический состав ультрадисперсного аморфного кремнезема**

Физико-химическими методами исследования определены удельная поверхность порошков (30-35 м<sup>2</sup>/г) и объемная плотность (2200 г/см<sup>3</sup>).

Физико-химические показатели ультрадисперсного аморфного кремнезема исследованы согласно

методикам изложенной в [9-11]. Внешний вид полученного порошка: мелкозернистый, порошкообразный материал белого, светло-серого или светло-желтого цвета. В таблице 1 представлены данные о физико-химических показателях ультрадисперсного аморфного кремнезема.

**Таблица 1.**

**Физико-химические показатели ультрадисперсного аморфного кремнезема**

№ п/п	Наименование показателей	Показатели образца
1	Массовая доля диоксида кремния, %	85,0
2	Массовая доля воды, %	0,8-1,0
3	Массовая доля потерь при прокаливании, %	4,0-5,0
4	Массовая доля свободных щелочей, (Na <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> O), %	2,0-3,0
5	Массовая доля оксида кальция, %	2,0-3,5
6	Массовая доля серного ангидрида, %	0,2-0,3
7	Индекс активности %	85,0

Как видно из данных приведенной в таблице 1, полученный исходный продукт содержит в своем составе химические элементы идентичные с природными материалами, применяемых в процессах получения кладочных растворов. При этом важным явля-

ется то, что массовая доля диоксида кремния в составе является аморфным, которые подтверждены рентгенографическими исследованиями (см. рис.1.). Составы кладочных растворов, содержащих ультрадисперсный аморфный кремнезем, рассчитанный методом абсолютных объемов, приведены в таблице 2.

**Таблица 2.**

**Разработанные составы кладочного раствора**

Составы	В/ц	Расход сырья материалов на 1м <sup>3</sup> /кг				
		Цемент	Песок	Вода	Пластификатор	АКР-85
Кл-Т	0,48	250	1125	120	6,5	0
Кл-1	0,52	250	1125	130	6,5	1,0
Кл-2	0,56	250	1125	140	6,5	2,0
Кл-3	0,60	250	1125	150	6,5	3,0
Кл-4	0,60	250	1125	150	6,5	4,0
Кл-5	0,56	250	1125	140	6,5	5,0

*Кл-Т-традиционный состав применяемый в кладках стен строительных объектах Узбекистана*

При изготовлении образцов-«двоек» были использованы следующие строительные материалы: силикатный утолщенный кирпич М-150 по ГОСТ 379-95 производства ООО «Кушкупир силикат гштзавод» Кушкупирского района Хорезмской области. Песок речной серый с  $M_k=1,73$  речного карьера Амударьи Ургенчского района, портландцемент М400 АО «Кизилкумцемент».

Для получения однородного кладочного раствора предварительно добавляли цемент, песок, пластификатор (С-3) и порошок ультрадисперсного аморфного кремнезема в смеситель гравитационного типа с частотой вращения 50 об./мин, время перемешивания – 5 мин. После этого, в полученную смесь добавили необходимое количество воды и перемешивали до получения однородной смеси (3-5 мин.).

По результатам рентгенофазового анализа установлено, что модифицирование кладочного раствора добавкой ультрадисперсного аморфного кремнезема обеспечивает формирование стабильных гидросиликатов кальция ( $d = 8,5; 7,31; 6,61; 3,33; 3,04 \text{ \AA}$ ), низкоосновных гидросиликатов кальция типа С-S-H ( $d = 4,94; 2,92; 2,18; 2,06; 1,98; 1,82 \text{ \AA}$ ), а также способствует аморфизации структуры кладочного раствора в виде цементного камня, что подтверждается на диффактограммах с повышенным фоном в области малых углов и снижением интенсивности пиков кристаллических фаз  $\text{Ca(OH)}_2$  ( $d = 4,9; 2,63; 1,79; 1,48 \text{ \AA}$ ). Расшифровка рентгенограмм проводилось согласно [12].

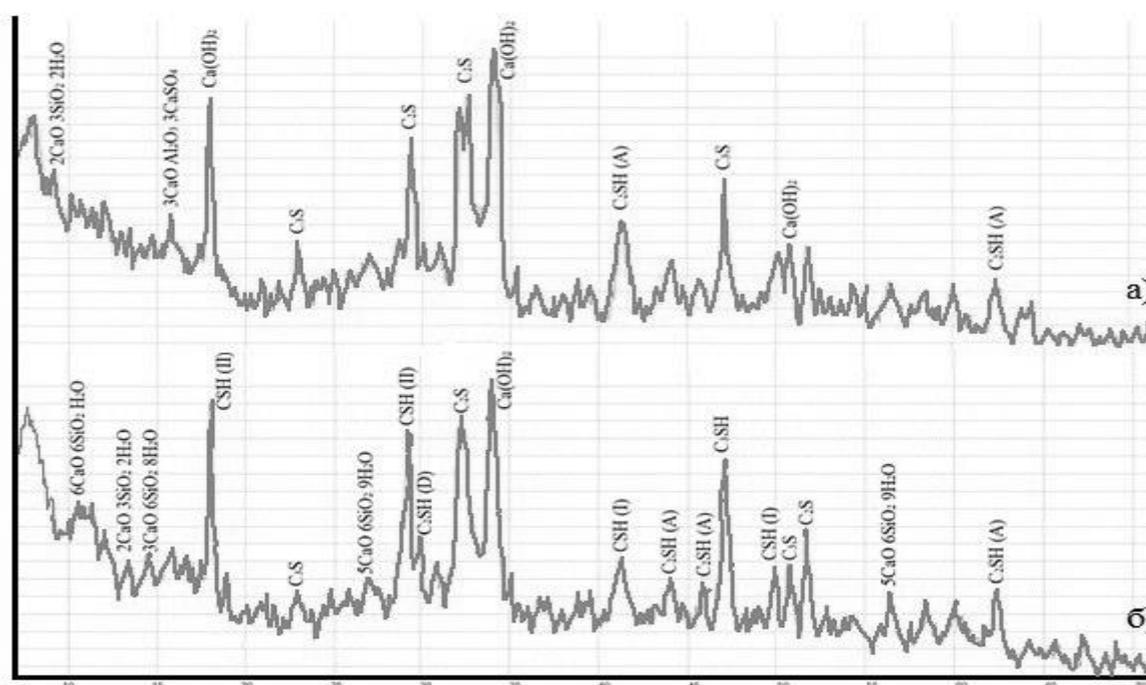
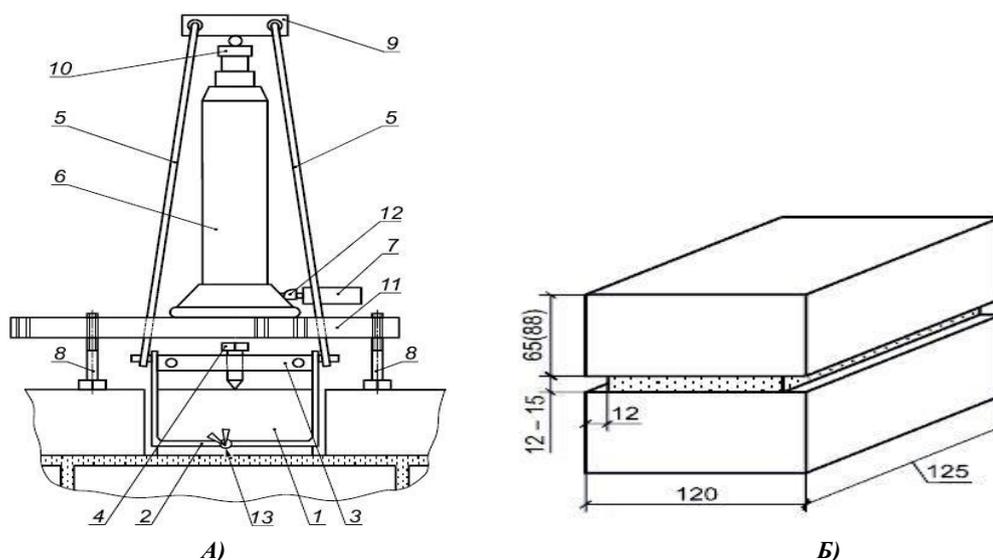


Рисунок 3. Рентгенограмма традиционного и испытываемого кладочного раствора состава Кл-4

Подготовленные кирпичи «двойки» сохранили в лабораторных условиях и обрызгивали водой за каждый двое суток 1 раз. Образцы хранили в течение 28 суток и испытывали согласно методу изложенных в ГОСТ 24992-2014. Сущность метода заключается в определении характеристики удельной работы для разделения кирпича и раствора при действии осевого растягивающего усилия, направленного перпендикулярно плоскости их контакта (по неперевязанным

швам) [13]. Образцы изготавливали одновременно на растворе одного замеса в количестве 5 шт. Одновременно с изготовлением образцов готовили не менее трех контрольных кубов из того же раствора для определения его марки. Образцы изготавливали из двух целых кирпичей, уложенных один на другой и соединенных между собой кладочным раствором.



1 – испытуемый кирпичи двойки; 2 – захват (тросовый); 3 – перекладина; 4 – регулировочный болт; 5 – тяга; 6 – гидравлический домкрат; 7 – манометр; 8 – регулируемые опоры; 9 – траверса; 10 – шарнир; 11 – рама; 12 – переходник; 13 – узел троса.

Рисунок 4. Сборное гидравлическое испытательное оборудование (А) и схема подготовки образцов (Б)

Испытания трех образцов из двух целых кирпичей изготовленных одновременно с кладкой стены показали значение предела прочности сцепления при осевом растяжении равным 1,4; 2,0 и 1,8 кг/см<sup>2</sup>. Характер разрушения: разрыв по раствору. Испытания двух образцов из пяти не представилась возможным из за предела возможности испытательного оборудования (2,2 кг/см<sup>2</sup>) т.к. при этой величине не произошел разрыв образца.

Объяснением такого эффекта является пуццолоновая активность ультрадисперсного аморфного

кремнезема [14]. Находясь в аморфном состоянии, он при обычных температурах вступают в реакцию с Ca(OH)<sub>2</sub>.



Образование высокодисперсного гидросиликата с повышенными вяжущими свойствами взамен Ca(OH)<sub>2</sub> приводит к улучшению свойств цементного камня.

Результаты испытания приведены в нижеследующей таблице 3.

Таблица 3.

### Результаты испытания коэффициента сцепления кладочного раствора

№ состава	Среднее значение коэф. прочности сцепления, кг/см <sup>2</sup>	Характеристика площади отрыва
КЛ-Т	0,65	отрыв по раствору
КЛ-1	1,3	отрыв по контакту
КЛ-2	1,1	отрыв по контакту
КЛ-3	1,40	отрыв по раствору
КЛ-4	2,00	отрыв по раствору
КЛ-5	1,85	отрыв по раствору

Этому способствует и уменьшение размеров пор вследствие трансформации части капилляров в гелевые поры, находящиеся между частицами гидросиликата кальция.

**Выводы:** физико-механическими способами подготовленные образцы золы рисовой лузги показал своей приемлемость модификатора в процессе получения кладочного раствора удовлетворяющей условиям КМК - 2.01.03.96 «Строительство в сейсмических районах» для кладки II категории действующий на территориях Республики Узбекистан.

Обоженный и механически активированные образцы золы рисовой лузги представляют собой

ультрадисперсный аморфный кремнезем с содержанием SiO<sub>2</sub> не менее 85,0%, в его составе также содержатся оксиды кальция, натрия и калия в незначительных пределах.

Таким образом, разработанный состав кладочных растворов с различными содержаниями ультрадисперсного аморфного кремнезема испытан на сцепление в системе «силикатный кирпич – кладочный раствор» и в результате показал, что прочность сцепления образцов в течение 28 суток (составы Кл-3, Кл-4 и Кл-5) укладываются в требования, согласно пункту 3.5.4. КМК 2.01.03-96 «Строительство в сейсмических районах».

**Список литературы:**

1. Вахнин М.П., Анищенко А.А. Производство силикатного кирпича. – М.: Высшая школа, 2001. – 160 с.
2. Грановский В.А., Джамуев Б.К. К вопросу о возможности применения стен из ячеистобетонных блоков в сейсмических районах// Промышленное и гражданское строительство. №4. 2011. С. 37-39.
3. Деркач В.Н. Прочность касательного сцепления цементных растворов в каменной кладке// Инженерно-строительный журнал. №3 (29). 2012. С. 19-28.
4. Нгуен М.Х. Процессы термической переработки рисовой шелухи при получении активированного углеродного материала и их аппаратурное обеспечение: Дисс. ... канд. технич. наук. – Томск, 2018.
5. Ремпел А.А. Материалы и методы нанотехнологий: учеб. Пособие. / Под ред. А.А. Ремпел, А.А. Валева. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 136 с. – ISBN 978-5-7996-1401-0.
6. Аввакумов Е.Г. Механохимические методы активации в переработке природного и техногенного сырья / Е.Г. Аввакумов, А.А. Гусев ; отв. ред. Н.З. Ляхов. – Новосибирск: Гео, 2009. – 153 с. – ISBN 978-5-9747-0161-0.
7. Космачев П.В. Исследование структуры и свойств нанопорошка SiO<sub>2</sub>, полученного плазменным методом из природных высококремнеземистых сырьевых материалов / П.В. Космачев, В.А. Власов, Н.К. Скрипникова // Известия вузов. Физика, 2017. – Т. 60 № 2. – С. 46-50.
8. Власов В. А Технологические аспекты получения наночастиц диоксида кремния / В.А. Власов, П.В. Космачев, Н.К. Скрипникова // Физико-технические проблемы в науке, промышленности и медицине: сборник тезисов докладов VII Международной научно-практической конференции. – Томск, 2015. – С. 161.
9. Попов Л.Н., Попов Н.Л. Строительные материалы и изделия: Учебник. М.: ГУПЦПП, 2000. 384 с.
10. Попов Л.Н. Лабораторный практикум по предмету "Строительные материалы и детали". М.:Стройиздат, 1988. 221 с.
11. Кальгин А.А., Сулейманов Ф.Г. Лабораторный практикум. М.: Высш. шк., 1994. 271 с.
12. Клопотов А.А. Основы рентгеноструктурного анализа в материаловедении: учеб. пособие / А.А. Клопотов [и др.]. – Томск: Изд-во Том. гос. Архива строит. ун-та, 2012. – 276 с. – ISBN 978-5-93057-457-9.
13. ГОСТ 24992-2014 «Конструкции каменные. Метод определения прочности сцепления в каменной кладке» Госстандарт. 2014– 12 с
14. Космачев П.В. Композиционные материалы на основе цемента с нанодисперсным диоксидом кремния / П.В. Космачев, О.В. Демьяненко, В.А. Власов, Н.К. Скрипникова // Вестник ТГАСУ. – 2017. №4 (63). – С. 139–146.

DOI: 10.32743/UniTech.2021.82.1-2.69-72

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ НА СВОЙСТВА ПОЛИПРОПИЛЕНА****Бозорова Найима Худойбердиевна**

младший научный сотрудник,  
Ташкентский научн- исследовательский институт химической технологии,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [nayima\\_90@mail.ru](mailto:nayima_90@mail.ru)

**Умаров Шухрат Шарипович**

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

**Абдусаломов Абдумалик Рахматулла ўгли**

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

**Сафаров Азамат Маматали ўгли**

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

**INFLUENCE OF VARIOUS METALS ON THE PROPERTIES OF POLYPROPYLENE****Nayima Bozorova**

Junior Researcher,  
Tashkent Scientific Research Institute chemical technology,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**Shukhrat Umarov**

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

**Abdumalik Abdusalomov**

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

**Azamat Safarov**

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

**АННОТАЦИЯ**

В статье исследовано влияние соединений металлов на свойства полипропилена. Влияние соединений металлов полипропилена на вязкость жидкости анализировали с использованием метода исследования ПТР.

**ABSTRACT**

The article examines the influence of metal compounds on the properties of polypropylene. The effect of polypropylene metal compounds on the viscosity of the liquid was analyzed using the PTR method.

**Ключевые слова:** полипропилен, ПТР, ацетат цинка, ацетат никеля, ацетат кадмия, ацетат свинца, модификация.  
**Keywords:** polypropylene, PTR, zinc acetate, Nickel acetate, cadmium acetate, lead acetate, modification.

**Введение.** В данной статье рассматриваются вопросы модификации полимеров, как способа синтеза высокомолекулярных соединений с улучшенными свойствами, представляющий значительный интерес с практической и научной точки зрения.

Сегодня быстрый рост производства и мирового населения приводит к увеличению спроса на полимеры из года в год. Спрос на полимеры растет день ото дня, особенно в промышленности и производстве. В связи с этим автомобильная промышленность предъявляет высокие требования к конструкции полимерных материалов. В решении этой проблемы, ввиду невысокой стоимости и масштабности производства, большое значение имеет модификация полимеров и их широкое использование в различных областях производства полимерных композиционных материалов, отвечающих современным требованиям. Получение композиционных материалов, отвечающих ряду требований, таких как модификация полимеров, улучшение их физико-механических свойств, добавление добавок без изменения их состава, в настоящее время является основой научных исследований.

Научное обоснование следующих решений по производству автомобильных и бытовых пластмассовых деталей в мире проводятся на основе новых композиционных материалов: подбор различных реакционно-активных модификаторов для минеральных модификаторов микро- и наноразмеров, добавляемых в полимеры; модификация полимеров с помощью дисперсных частиц; модификация поверхности минеральных дисперсных модификаторов химически активными веществами для улучшения комплексных свойств получаемых соединений; необходимо улучшить коллоидные физико-механические свойства путем добавления к полимерам высокомолекулярных поверхностно-активных веществ [1].

**Экспериментальная часть.** Модификация ПП путем введения различных добавок позволяет существенно изменить свойства базового полимера, регулировать его технологические и эксплуатационные свойства. В частности, для направленного улучшения физико-химических свойств ПП в настоящее время широко применяются методы модификации, заключающиеся в создании новых композитных материалов.

Подбор модификатора, его содержание в зависимости от природы полимера является одним из наиболее доступных и дешевых способов получения полимерного материала с изменяющимися в широком диапазоне характеристиками и свойствами.

**Результаты и их обсуждение.** Химическая модификация полипропилена, т.е. направленное изменение его физических, механических или химических свойств, введением в макромолекулу новых функциональных групп, сшиванием или сополимеризацией, представляет большой интерес с научной и практической точки зрения.

По результатам анализа полученных данных, оптимальная рецептура ацетат цинка для достижения максимально возможного эффекта повышения комплексных свойств композитов установлено добавка под номером 1. Как видно из полученных результатов рецептура №1 при добавлении 3 масс. % цинк ацетата в состав базового полипропилена, демонстрирует наилучшие результаты. После детального анализа установлено что, ацетат цинка способствует к повышению плотности на 2%, модуль упругости при изгибе на 20%, теплостойкости на 8,6°C при сохранении исходных значений ПТР и предел текучести при растяжении.

Таблица 1.

Реологические свойства ПП, модифицированного солями ацетатов металлов

Состав композита	Ацетат цинка	Ацетат кадмия	Ацетат свинца	Ацетат никеля
	Показатель текучести расплава (ПТР) гр/10мин при 190°C			
ПП+1%	10	9,3	10,2	10,4
ПП+1,5%	10,3	9,6	10,6	10,8
ПП+2%	10,7	10,4	11,2	11,2
ПП+2,5%	11,3	10,9	11,8	11,8
ПП+3%	11,8	11,4	12,4	12,3
ПП+3,5%	12,2	11,8	12,9	12,7
ПП+4%	12,7	12,3	13,4	13,2
ПП+4,5%	13,1	12,8	13,8	13,7
ПП+5%	13,5	13,8	14,2	14,2

Можно видеть, что ПТР модифицированных полимеров в 1, 2, 3, 4 и 5% различных ацетатов металлов на 3-4% выше, чем у немодифицированных

полимеров (рисунок), и этот принцип одинаков для всех солей ацетатов металлов.

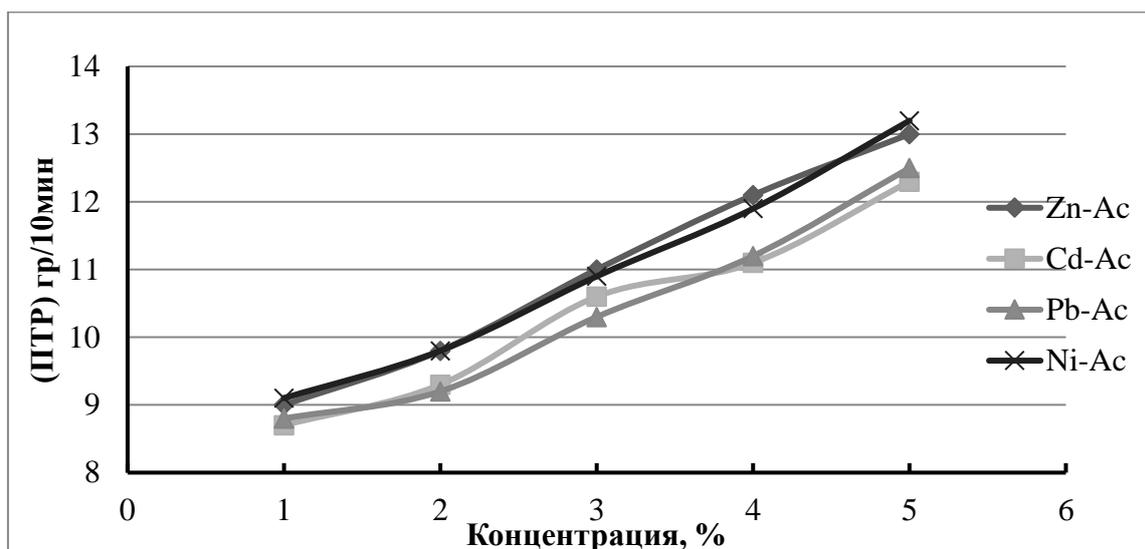


Рисунок 1. Зависимость ПТР от концентрации модификатора

Таблица 2.

## Физико-механические свойства полученных композиционных материалов

Параметры	Стандарты	HDPE-J2210	ПЭ+ 3% Zn ацетат
Плотность, г/см <sup>3</sup>	ASTM D1505	0,96	0,99
ПТР, г/10 мин	ASTM D1238	8	11
Модуль при изгибе, МПа	ASTM D790	1100	1500
Удлинение, %	ASTM D638	300	320
Прочность при растяжении, МПа	ASTM D638	22	22
Ударная вязкость по Изоду с/н, при +23°C, кДж/м <sup>2</sup>	ASTM D256	4	5
НДТ 0,45 МПа, °С	ASTM D648	72	88
Усадка после 24 часов	ASTM D955	1,5	1,35
Скорость горения UL-94, мм	Толщина образца 3,2 мм	45	≤40

Результаты показывают, что показатель текучести расплава полученных композитов увеличивается с увеличением концентрации ацетатных остатков между макромолекулами полимера. Однако было предположение, что атомарные частицы металла должны располагаться между макромолекулами полимера и показатель текучести расплава композита должен был уменьшиться по мере увеличения количества частиц металла, поскольку атомарные частицы металла при температуре переработки ПП (200-230 °С) не подвергаются никаким физическим или химическим воздействиям. Ожидалось, что частицы металла будут действовать как механический барьер, для текучести макромолекулы полимера. Однако полученные результаты показали, что влияние ацетатных остатков на макромолекулы полимера оказывают более сильный эффект.

В ходе анализа результатов, было выявлено что введение ацетат цинка в полимер улучшает комплекс физико-механических свойств полиолефинов. Стоит отметить, что присутствие атомарных частиц цинка способствует к значительному повышению

теплостойкости, модуль при изгибе базового полипропилена.

Таким образом, улучшение физико-механических свойств и теплостойкости полимерных композитов на основе полипропилена, наполненного частицами цинка/никеля, максимальный эффект достигается при использовании 3 масс. % ацетата Zn. По всей видимости, полученный результат можно объяснить препятствиями со стороны Zn, обладающих высокой собственной прочностью и жесткостью. Полимерные композиты с Zn являются многообещающими функциональными материалами с обширной сферой возможных применений в качестве эффективных модификаторов для полимеров.

Термические свойства полиэтилена низкой плотности, наполненного металлсодержащими олигомерными антипиренами, характерные характеристики олигомерных антипиренов изучали методами ДСК и СЭМ. Лабораторные исследования показали, что синтезированные олигомерные антипирены могут быть использованы в качестве наполнителей для полимерных материалов.

**Список литературы:**

1. Айзинсон И. Химически активные добавки. / Айз инсон И., Екимов А. Пластике, № 7, 2008. с. 34-39.
2. Дерягин Б.В., Жеребков С.К. Смачивание минеральных наполнителей каучуками общего назначения. Журнал прикладной химии. № 2, том 1, с. 122-129.
3. Липатов Ю.С. Межфазные явления в полимерах. Киев. 1986. 260 с.
4. Тожиев П.Ж., Нормуродов Б.А., Тураев Х.Х., Нуркулов Ф.Н., Джалилов А.Т. Изучение физико- механических свойств высоконаполненных полиэтиленовых композиций // Universum : Химическая технология : электронный научный журнал 2018 № 2 (47). С. 62-65
5. Тураев Э.Р., Джалилов А.Т., Микро и нано композиционные материалы на основе полиолефинов // Монография. «Fan va texnologiyalar Markazining basmaxonasi». Ташкент –017. –С. 1-90.

DOI: 10.32743/UniTech.2021.82.1-2.73-75

**ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИЗВЕСТКОВО-ТУФФИТОВОГО ВЯЖУЩЕГО (ИТВ)***Джандуллаева Мунавара Сапарбаевна*

доцент

*Ташкентского химико-технологического института,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: djandullaeva@mail.ru**Абдуллаев Баходир Урол угли*

магистрант

*Ташкентского химико-технологического института  
Республика Узбекистан, г. Ташкент**Хайтова Дилафруз Уразовна*

научный сотрудник

*Ташкентского химико-технологического института,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент***INFLUENCE OF THE HYDROTHERMAL TREATMENT REGIME ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF THE LIME-TUFFITE BINDER (LTB)***Munavara Djandullaeva**Associate Professor  
of Tashkent Chemical-Technological Institute,  
Uzbekistan, Tashkent**Baxodir Abdullaev**Master of Tashkent Chemical-Technological Institute  
Uzbekistan, Tashkent**Dilafruz Xaitova**Researcher of Tashkent Chemical-Technological Institute  
Uzbekistan, Tashkent***АННОТАЦИЯ**

В работе представлены результаты исследования влияния режима гидротермальной обработки на физико-механические свойства известково-туффитового вяжущего (ИТВ). Наши наблюдения показали, что независимо от величины давления пара при запаривании, прочность образцов из ИТВ в первые сроки твердения оказывается выше прочности образцов из известково-кварцитового вяжущего (ИКВ).

Максимальное значение предела прочности при сжатии для образцов из ИТВ составляет 25,3 мПа при давлении пара автоклавирования 1,2 мПа и времени запаривания 10 часов, что выше по сравнению с контрольными образцами в 1,5 раза.

**ABSTRACT**

The paper presents the results of a study of the influence of the hydrothermal treatment regime on the physical and mechanical properties of the lime-tuffite binder (LTB). Our observations have shown that, regardless of the value of the vapor pressure during steaming, the strength of the LTB samples in the first periods of hardening is higher than the strength of the LSB samples.

The maximum value of the ultimate compressive strength for the LTB specimens is 25,3 mPa at an autoclaving vapor pressure of 1,2 mPa and a steaming time of 10 hours, which is 1,5 times higher in comparison with the control specimens.

**Ключевые слова:** известково-туффитовое вяжущее (ИТВ), известково-кремнеземистое вяжущее (ИКВ), туффит, прочности при сжатии, водопоглощение, средняя плотность.

**Keywords:** lime-tuffite binder (LTB), lime-silica binder (LSB), tuffite, compressive strength, water absorption, average density.

В последнее время наметилась тенденция к расширению разработок и изысканию новых добавок, обладающих полифункциональным воздействием на физико-механические свойства силикатных материалов, позволяющих снизить их себестоимость.

Особый интерес представляет использование в качестве активной минеральной добавки в силикатном материале автоклавного твердения, кремнисто-карбонатной породы, в частности, туффита Керменского месторождения.

Выбор туффита в качестве сырья для получения активной минеральной добавки еще обусловлены доступностью сырья - ее залежи повсеместно встречаются на территории Навоийской области, а также малой изученностью процессов, протекающих при термической обработке туффита в диапазоне низких температур.

Для исследования зависимости прочности при сжатии, водопоглощения и средней плотности пресованных образцов от давления пара и времени изотермической выдержки готовили ИТВ с активностью 25 %. ИТВ готовили путем совместного помола негашеной извести с активностью 95,6 % и предварительно термообработанного при температуре 600°C

туффита в лабораторной шаровой мельнице. Соотношение известь : туффит в ИТВ составляло 1:3. После увлажнения из сырьевой смеси готовили образцы размером 30x30x30 мм. Оптимальная формовочная влажность ИТВ определялась по их максимальной молекулярной влагоемкости и составила 14% [1]. Полученные образцы подвергались прессованию при удельном давлении 20 МПа. Контрольные образцы изготавливались из молотой извести и кварцитового песка по той же методике. Формовочная влажность контрольных образцов составляла 10%.

Отформованные образцы в течение суток выдерживали в эксикаторе, а затем подвергали гидротермальной обработке при давлении пара 0,8; 1,0; 1,2 МПа и изотермической выдержке в течение 6; 8; 10 часов. Подъем давления и спуск пара длились по 2 часа.

Методика подготовки извести и гидравлически активных добавок осуществлялась по ГОСТ 22688 - 77 и ГОСТ 6269 - 63.

После гидротермальной обработки образцы подвергали физико-механическому исследованию (табл 1.).

Таблица 1.

**Зависимость физико-механических свойств образцов из известково-туффитового вяжущего (ИТВ) и известково-кварцитового вяжущего (ИКВ) от давления пара и времени изотермической выдержки**

Время запаривания, часы	ИТВ									ИКВ								
	0,8 мПа			1,0 мПа			1,2 мПа			0,8 мПа			1,0 мПа			1,2 мПа		
	R <sub>сж</sub> , МПа	Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	Водопоглощение, %	R <sub>сж</sub> , МПа	Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	Водопоглощение, %	R <sub>сж</sub> , МПа	Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	Водопоглощение, %	R <sub>сж</sub> , МПа	Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	Водопоглощение, %	R <sub>сж</sub> , МПа	Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	Водопоглощение, %	R <sub>сж</sub> , МПа	Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	Водопоглощение, %
6	18,8	1,69	10,1	20,3	1,63	10,6	22,7	1,60	10,9	15,0	1,79	9,0	16,0	1,82	8,0	16,6	1,80	8,4
8	19,7	1,62	11,0	21,9	1,59	11,0	24,2	1,57	11,8	17,4	1,78	9,4	17,8	1,80	8,5	16,1	1,79	9,02
10	20,4	1,56	11,6	22,2	1,54	12,4	25,3	1,51	12,9	16,8	1,77	9,6	17,5	1,71	10,0	15,9	1,78	9,6

Из табл. видно, что условия гидротермальной обработки ИТВ оказывают существенное влияние на его физико-механические показатели. Увеличение прочности образцов из ИТВ обусловлена повышением давления пара и продолжительности гидротермальной обработки в исследуемых пределах. При этом предел прочности при сжатии для образцов из ИТВ составляет от 18,8 до 25,3 МПа, что выше по сравнению с контрольными образцами в 1,5 раза.

Увеличение продолжительности автоклавной обработки вызывает повышение водопоглощения образцов из ИТВ, а их средняя плотность несколько снижается. Обычно такие изменения физических по-

казателей сопутствуют процессам перекристаллизации продуктов гидратации на основе вяжущих с активными минеральными добавками [2].

По данным [3] увеличение водопоглощения оказывает большое влияние на повышение прочности сцепления кирпича с кладочным раствором.

Кроме того снижение средней плотности образцов из вяжущего с добавкой термообработанного туффита окажут положительное влияние на массу кирпича.

В принципе ИТВ может быть надежной основой для создания силикатных материалов удовлетворительных физико - механических свойств.

**Список литературы:**

1. Таиров А.А., Нудельман Б.Н. Улучшение сцепления силикатного кирпича с раствором // Строительные материалы. – 1969. – № 9. – С. 27-31.
2. Джандуллаева М.С., Атакузиев Т.А. Возможность использования термообработанного туффита в качестве гидравлически активной добавки при производстве силикатных изделий // Химическая промышленность. - Санкт-Петербург, –2017. т. 94. – №1. – С. 27-30.
3. Рахимов Р.А. Физико-химические основы автоклавной технологии силикатных материалов с улучшенными эксплуатационными свойствами. Авт.реф.докторской диссертации. Ташкент, –2008, – 42 с.

## ДОРОЖНАЯ КЕРАМИЧЕСКАЯ БРУСЧАТКА НА ОСНОВЕ МЕСТНЫХ ЛЁССОВИДНЫХ ПОРОД МОДИФИЦИРОВАННЫЙ СТЕКЛОБОЕМ

**Джуманиязов Зокир Базарбаевич**

*ст. преподаватель,  
Ургенчский государственный университет,  
Республика Узбекистан, г. Ургенч  
E-mail: [dj\\_zokirbek@mail.ru](mailto:dj_zokirbek@mail.ru)*

**Бабаев Забибулла Камилович**

*канд. техн. наук, доцент  
Ургенчский государственный университет,  
Республика Узбекистан, г. Ургенч*

**Шарипов Джавлон Шарипович**

*канд. техн. наук, доцент  
Ташкентский химико-технологический институт,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

## ROAD CERAMIC PAVERS BASED ON LOCAL FOREST ROCKS MODIFIED BY GLASS BREAKER

**Zokir Djumaniyazov**

*Art. Lecturer, Urgench State University,  
Republic of Uzbekistan, Urgench*

**Zabibulla Babaev**

*Cand. tech. Sci., Associate Professor  
Urgench State University,  
Republic of Uzbekistan, Urgench*

**Javlon Sharipov**

*Cand. tech. Sciences, Associate Professor  
Tashkent Chemical-Technological Institute,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

### АННОТАЦИЯ

Целью нашего исследования является разработка составов высококачественной дорожной керамической брусчатки из лессовидной породы Курбановского месторождения Хорезмской области Республики Узбекистан с использованием промышленных отходов.

### ABSTRACT

The purpose of our research is to develop compositions of high-quality road ceramic paving stones from loess-like rocks of the Kurbanovsko field of the Khorezm region of the Republic of Uzbekistan using industrial waste.

**Ключевые слова:** дорожная керамическая брусчатка, отход стеклобоя, обжиг, модификация, лессовидных пород.  
**Keywords:** road ceramic paving stones, cullet waste, roasting, modification, loess-like rocks.

**Введение.** В экологически бедственных регионах, особенно с солончаковой почвой, применяемые материалы для мощения дорог, тротуаров, площадок и других объектов вследствие агрессивности окружающей среды быстро изнашиваются, в результате эти объекты быстро выходят из строя. В связи с этим актуальным является разработка технологии получения дорожной керамической брусчатки с высокими механическими показателями и химической

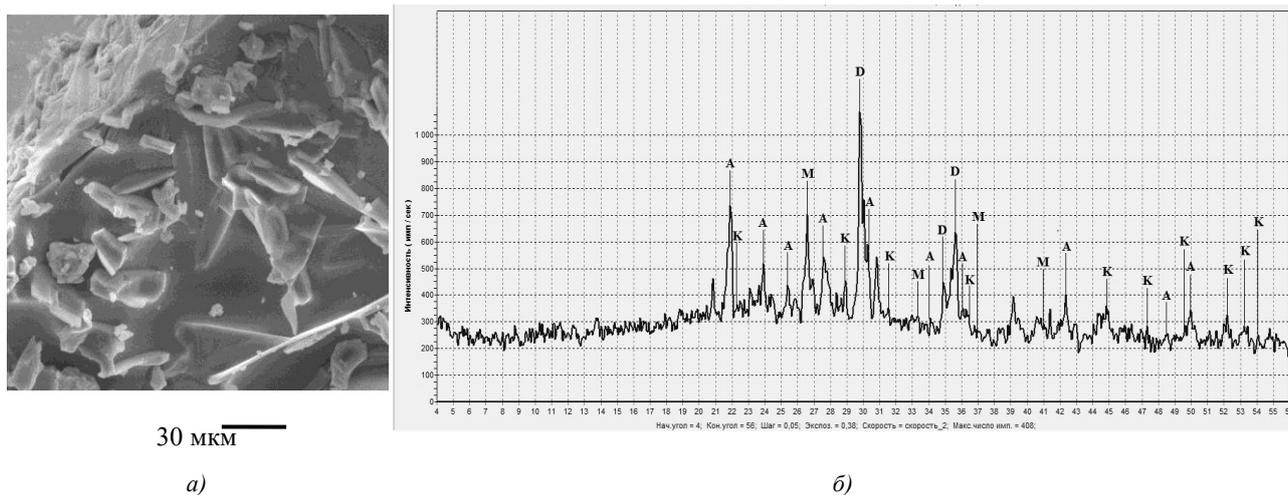
стойкостью. Дорожная керамическая брусчатка является аналогом керамического кирпича, отличающейся своим геометрическим размером, структурой черепка и некоторыми физико-химическими свойствами [1,2].

**Объекты и методы исследований.** Целью нашего исследования является разработка составов высококачественной дорожной керамической брус-

чатки из лессовидной породы Курбановского месторождения Хорезмской области Республики Узбекистан с использованием промышленных отходов. О кирпичах получаемых из лессовых пород Узбекистана сообщается в [3]. Для достижения поставленной цели нами в лабораторных условиях разработаны составы керамического кирпича (брусчатка) модифицированной стеклобоем, количество которого находилось до 25 масс. %.

**Результаты и их обсуждение.** В ходе эксперимента подготовка исходного сырья осуществлялась по

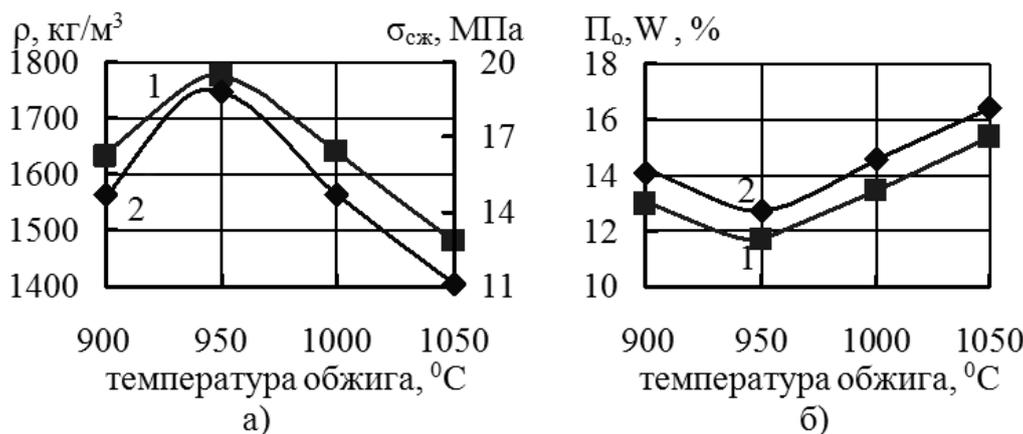
традиционной технологии[4,5]. Бой стекла вводился в измельченном состоянии фракцией менее 0,1 мм. Структура керамической брусчатки, модифицированного стеклобоем (рис. 1) свидетельствует о растекании аморфной фазы по поверхности частиц керамики, а изменение количества кристаллических фаз объясняется переходом части структуры в аморфную составляющую. При введении добавок в виде измельченного стеклобоя возрастает доля хемосорбированных катионов  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , образующими связями с кремнекислородными тетраэдрами [2].



**Рисунок 1.** Структура обожженной керамической брусчатки, полученного на основе 80 масс.ч. лессовидной породы, 10 масс.ч. воды и 20 масс.ч. стеклобоя: а) фотография поверхности, полученная при увеличении в 2000 раз; б) рентгенограмма минерального состава.

A-анортит, D-диопсид, K-кристоболит, M-муллит

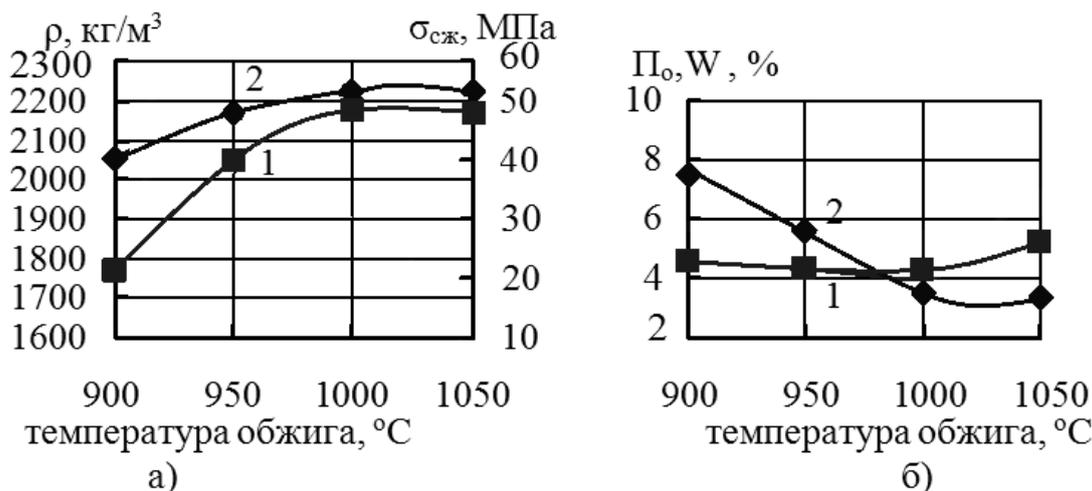
То есть структура модифицированной керамики будет представлять собой чередование областей кристаллического и аморфного характера.



**Рисунок 2.** Зависимость свойств керамической брусчатки на основе 100 масс.ч. лессовидной породы и 10 масс.ч. воды от температуры обжига: а) 1 - плотность (ρ, кг/м³), 2 - прочность при сжатии (σ<sub>сж</sub>, МПа); б) 1 - открытая пористость (Pi<sub>o</sub>, %), 2 - водопоглощение (W, %)

Для повышения качества керамической брусчатки было исследовано влияние температуры обжига на свойства керамического материала (рис.3).

Предварительно были подобраны удельное давление прессования (20 МПа) и температура сушки (90 °C).



**Рисунок 3. Зависимость свойств керамической брусчатки на основе 80 масс.ч. лессовидной породы, 10 масс.ч. воды и 20 масс.ч. стеклобоя от температуры обжига: а) 1 - плотность (ρ, кг/м³), 2 - прочность при сжатии (σсж, МПа); б) 1 - открытая пористость (W, %), 2 – водопоглощение (Wn, %)**

Повышение прочностных характеристик происходит за счет образующегося при обжиге расплава, который заполняет крупные поры и выступает в роли связующего между частицами твердой фазы. В реакцию твердофазного синтеза вступают частицы стеклофазы и легкоплавкие соединения присутствующей в составе лессовидной породы, контактирующие с поверхностью зерен твердой фазы, а остальной массив обладает меньшими прочностными характеристиками, что объясняет понижение прочности при содержании стеклобоя свыше 25 масс. %. Также, с увеличением количества стеклобоя в составе массы более 25 % приводит к деформацию отформованного изделия, что является нежелательным исходом.

Обжиг при более высоких температурах приводит к растрескиванию и деформации образцов, вследствие создания высокого внутреннего давления.

Исследования в изменении структуры керамики при различной температуре обжига (рис. 3) показывают, что наибольшей однородностью обладает кирпич, обожженный при температуре 950 °C. Эта температура также соответствует протеканию жидкофазного спекания.

Влияние добавок на свойства керамической брусчатки, полученного по разработанной технологии представлено в табл. 1 и 2. Как видно из таблицы 1 введением в состав керамической массы из лессовидной породы тонкоизмельченного стеклового порошка происходит положительный сдвиг всех качеств, т.е. увеличивается число пластичности и морозостойкость, снижается коэффициент чувствительности к сушке и общая объемная усадка.

**Таблица 1.**

**Сушильные и эксплуатационные свойства керамической массы на основе исследуемых составов**

Состав	Число пластичности	Коэффициент чувствительности к сушке	Общая объемная усадка, %	Теплопроводность, Вт/(м·°C)	Морозостойкость, кол-во циклов
Исходный состав	6,5	0,26	8,50	0,820	35
Состав, модифицированный стеклобоем	6,8	0,18	4,65	0,835	120

Отрицательным моментом является лишь незначительное увеличение теплопроводности.

**Таблица 2.**

**Физико-механические свойства керамики на основе исследуемых составов**

Состав	Прочность при сжатии, МПа	Плотность, кг/м³	Водопоглощение, %	Откр. пористость, %
Исходный состав	18,8	1777	12,7	11,7
Состав, модифицированный стеклобоем	40	2150	5,6	5,0

Как видно из полученных данных, с введением тонкоизмельченного стекольного порошка в состав керамической массы, состоящей из лессовой породы, наблюдается положительные изменения после обжига. Так, обожженных образцах при температуре 950 °С наблюдается увеличения прочности от 18,8 до 40 МПа (2,12 раз), увеличивается плотность от 1777 до 2150 кг/м<sup>3</sup>, снижается водопоглощение и открытая пористость. Причиной тому, является по всей видимости полное спекания керамического черепка под влиянием жидкой фазы.

**Заключение:** Таким образом, на основе лессовидной породы в лабораторных условиях были получены высококачественная керамическая брусчатка с удовлетворительными физико-механическими свойствами. В исследованиях были определены зависимости физико-механических свойств керамической брусчатки от температуры обжига и от содержания модификатора - тонкоизмельченного стеклобоя.

#### Список литературы:

1. Золотарский А.З. Производство керамического кирпича:- М.: Высш. шк., 1989. - 264 с.
2. Пашенко А.А. Общая технология силикатов. – Киев: Высш. Шк., 1983. - 408 с.
3. Исмаатов А.А., Шерназарова М.Т., Якубов Т.Н. Стеновая керамика с использованием палеоглин и лессовых пород. «Фан», Тошкент, -1993. С. 20-40.
4. Керамические материалы / Под ред. Масленниковой Г.Н.. - М.: Стройиздат, 1991. - 316 с.
5. Производство изделий строительной керамики / Л.Л. Кошляк, В.В. Калиновский. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1990. – 206 с.

DOI: 10.32743/UniTech.2021.82.1-2.80-84

**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ОТВОДА ТЕПЛОТЫ ХЕМОСОРБЦИИ В КОЛОННЫХ АБСОРБЕРАХ  
С ЭФФЕКТИВНЫМИ ТРУБЧАТО-РЕШЕТЧАТЫМИ НАСАДКАМИ****Мавлонов Элбек Тулкинович**

PhD,

Ташкентский химико-технологический институт,

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: [elbek8181@mail.ru](mailto:elbek8181@mail.ru)**Нурмухамедов Хабибулла Сагдуллаевич**

профессор,

Ташкентский химико-технологический институт

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: [haas-bek@mail.ru](mailto:haas-bek@mail.ru)**Бабатулаев Ботир Бахрамович**

преподаватель,

Ташкентский химико-технологический институт,

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: [bbb.uz@mail.ru](mailto:bbb.uz@mail.ru)**Сагдуллаев Улугбек Хабибуллаевич**

главный механик,

АО "Аммофос-Махам",

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: [mehanik@uks.uz](mailto:mehanik@uks.uz)**Султонов Жавохир Валиевич**

преподаватель,

Ташкентский химико-технологический институт

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: [javohir.sultonov.94@mail.ru](mailto:javohir.sultonov.94@mail.ru)**INTENSIFICATION OF HEAT REMOVAL OF CHEMOSORPTION IN COLUMN ABSORBERS  
WITH EFFECTIVE TUBULAR LATTICE NOZZLES****Elbek Mavlonov**

PhD, Tashkent chemical-technological institute

Uzbekistan, Tashkent

**Xabibulla Nurmuxamedov**

Professor, Tashkent chemical-technological institute

Uzbekistan, Tashkent

**Botir Babatulaev**

Lecturer, Tashkent chemical-technological institute

Uzbekistan, Tashkent

**Ukegbek Sagdullaev**

Chief mechanical engineer, JSC "Ammophos-Maxam",

Uzbekistan, Tashkent

**Javoxir Sultonov**

Teacher, Lecturer, Tashkent chemical-technological institute

Uzbekistan, Tashkent

### АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты экспериментальных исследований по влиянию скорости газожидкостного потока и геометрических параметров спирально-накатанной трубы на интенсивность конвективного теплообмена при хемосорбции  $\text{CO}_2$  аммонизированным рассолом. Исследования проведены в интервале изменения относительной глубины канавки с  $h/D=0,003-0,095$  в переходной области течения потока жидкости. Определен рост численных значений коэффициента теплоотдачи в зависимости от относительной глубины  $h/D$  независимо от шага их размещения. Сопоставление значений  $K$  для гладкой и спирально-накатанных труб показало существование оптимальной области размещения плавно очерченных турбулизаторов соответствующей интенсификации переноса тепла, которая находится в пределах  $t/D=1,14-1,4$ .

### ABSTRACT

The article presents the results of experimental studies on the influence of the gas-liquid flow rate and the geometric parameters of the spirally rolled pipe on the intensity of convective heat exchange during the chemisorption of  $\text{CO}_2$  by ammoniated brine. The studies were carried out in the range of variation of the relative groove depth with  $h/D=0,003-0,095$  in the transition region of the fluid flow. The growth of the numerical values of the heat transfer coefficient was determined depending on the relative depth  $h/D$ , regardless of the step of their placement. Comparison of the  $K$  values for smooth and spirally rolled pipes showed the existence of an optimal area for the placement of smoothly outlined turbulators of the corresponding intensification of heat transfer, which is in the range of  $t/D=1,14-1,4$ .

**Ключевые слова:** хемосорбция, трубчато-решетчатая насадка, спирально-накатанная труба, охлаждение, интенсификация, теплоотдача, теплопередача, необходимая поверхность.

**Keywords:** chemisorption, tube-lattice packing, spiral-rolled tube, cooling, intensification, heat transfer, heat transfer, required surface.

В производстве кальцинированной соды одним из основных аппаратов являются колонные аппараты для осуществления процесса абсорбции аммиака и углекислого газа рассолом поваренной соли [1, с. 26].

В существующей технологии производства кальцинированной соды аммиачным способом в процессе аммонизации рассола и карбонизации аммонизированного рассола выделяется большое количество теплоты реакции и проблема ее отвода представляет собой одну из важнейших задач.

Всесторонний анализ различных способов охлаждения газовых и жидкостных потоков на стадии хемосорбции показал, что наиболее приемлемым и перспективным охлаждением в процессе абсорбции являются одновременное охлаждение газа и жидкости в зоне контакта фаз при помощи трубчато-решетчатых насадок, выполняющих функцию теплообменных устройств.

Следовательно, интенсификация процессов отвода тепла и разработка теплообменников повышенной эффективности и мощности является, по-прежнему, актуальной, т.к. она тесно связана с проблемой энерго- и ресурсосбережения, а также с экологической безопасностью проектируемых аппаратов.

При проектировании теплообменной аппаратуры различного назначения необходимо соблюдать следующее: как можно меньших объемов, масс, энергетических затрат на прокачку рабочего вещества и в тоже время возможно большей поверхности теплообмена и тепловой нагрузки.

Противоречивость вышеуказанных требований очевидна, потому что, как правило, надо искать оптимальные компромиссные инженерные решения. Однако, в любом случае неизбежно необходимо решать проблему интенсификации процесса теплообмена как в каналах, так и в межтрубном пространстве, для повышения тепловой мощности аппарата или

оборудования [2, с. 423, 3, с. 57, 4, с. 8, 5]. Но, наиболее эффективным является применение плотноупакованных пучков из труб с развитыми теплообменными поверхностями [6, 7, 8].

В работе проф. Калинина Э.К. и др. утверждается, что для интенсификации теплообмена необходимо увеличение интенсивности турбулентности, которое как известно сопряжено с ростом энергетических затрат. Естественно, это ведет к повышению коэффициента сопротивления  $\xi$ . Следовательно, целесообразно увеличивать коэффициент турбулентной теплопроводности  $\lambda_t$  не во всем потоке, а лишь около стенки. При одинаковом увеличении  $\lambda_t$  созданием искусственной турбулизации потока на оси трубки и около стенки в последнем случае рост теплоотдачи будет больше [9, с. 15].

Также высокой тепловой эффективностью обладают трубы и каналы типа "конфузор-диффузор" [10]. Углы раскрытия диффузоров подбираются из условия существования нестационарных микроотрывов потока, интенсифицирующих теплообмен, не вызывая при этом значительного повышения гидродинамического сопротивления канала.

Большое число исследований по интенсификации теплообмена при обтекании двумерных углублений-траншей и кольцевых канавок принадлежит проф. Э.К. Калинину и его сотрудникам [9, с. 24]. Ими в своих исследованиях в качестве рабочих образцов использованы тонкостенные трубки с накатанными кольцевыми канавками, а также с комбинированными турбулизаторами типа "выступ-канавка" и получены обобщающие эмпирические зависимости как по теплообмену, так и по сопротивлению [9, с. 80]. В работе проф. С.А. Ярхо указывается, что комбинированные турбулизаторы в отношении роста теплоотдачи существенно эффективнее, чем кольцевые канавки (до 60%) и применяются в настоящее время

при серийном изготовлении трубчатых теплообменных аппаратов установок комплексной подготовки газа [11].

Основными способами интенсификации теплообмена являются [2, с.429, 7, 10, 12, 13]: воздействие на микроструктуру потока среды формой поверхности теплообмена; воздействие на микро- и макро-структуру потока дополнительной турбулизацией шероховатостью; увеличение площади поверхности теплообмена со стороны рабочей среды с низким коэффициентом теплоотдачи; механическое воздействие на поверхность теплообмена (вибрация, пульсация и т.д.); воздействие на поток полем (электромагнитным, акустическим); вдув или отсос рабочей среды через проницаемую теплоотдающую поверхность; добавка в поток твердых частиц или газовых пузырьков.

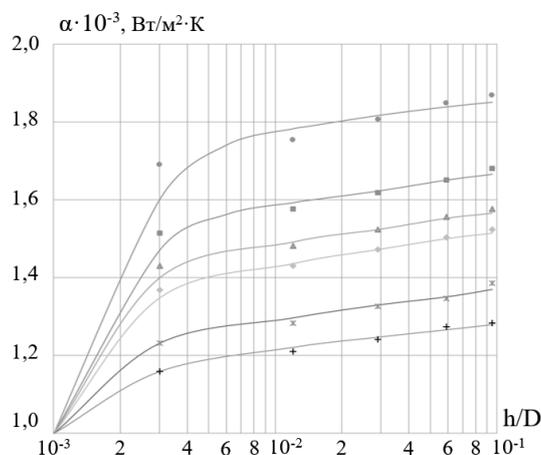
Анализ состояния вопроса показал, что существует множество способов и устройства для интенсификации теплообмена с обеих сторон труб. Но, наиболее приемлемым по всем параметрам являются трубы с кольцевыми и спиральными канавками, витые трубы и трубы типа «диффузор-конфузор».

Однако, несмотря на значительный теоретический и экспериментальный материал по методам интенсификации конвективного теплообмена [6, 8, 9, с.12, 13], в настоящее время остались недостаточно разработаны вопросы, касающиеся интенсификации теплообмена в переходном режиме течения потока

жидкости в каналах с развитыми теплообменными поверхностями, которые требуют экспериментального исследования.

Экспериментальные исследования по охлаждению аммонизированного рассола проведены при изменении числа Рейнольдса аммонизированного рассола  $Re=2000-9800$ , относительном шаге накатки спиральных канавок  $h/D = 0,003-0,095$  и средней температуре охлажденной воды  $t=20-25^\circ\text{C}$ . Опыты проведены как на гладкой, так и на 4-х спирально-накатанных трубах [14, 15, 16].

Зависимость коэффициента теплоотдачи  $\alpha$  от относительной глубины  $h/D$  плавной очерченной канавки при различных величинах шага их размещения  $t/D$  показывает, что с ростом значения относительной глубины канавки интенсивность теплоотдачи возрастает для всех труб с различным  $t/D$ . Из рис.1 видно, что до  $h/D=0,07$  коэффициент теплоотдачи  $\alpha$  существенно зависит от глубины канавки, а начиная со значений  $h/D=0,07-0,08$  почти не зависит и величина коэффициента неизменна. Анализ графика показывает, что в области значений  $h/D=0,005-0,07$  можно считать оптимальной глубиной канавок для спирально-накатанных труб. Общеизвестно, что во всем диапазоне численных значений  $h/D$  с ростом глубины канавки гидравлическое сопротивление на прокачку теплоносителя пропорционально возрастает.



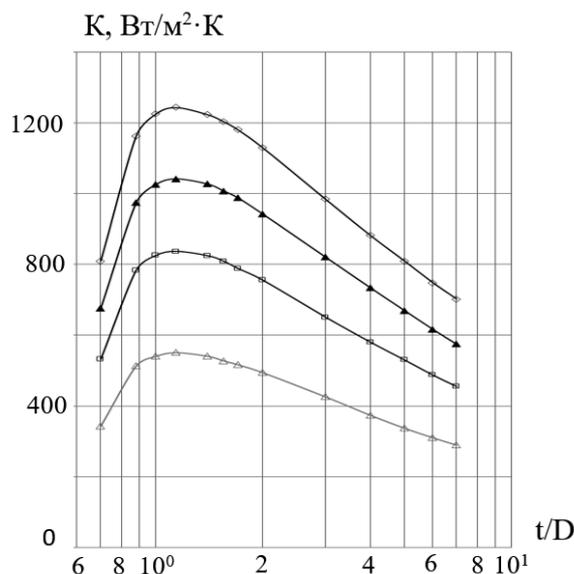
**Рисунок 1. Влияние относительной глубины  $h/D$  спиральных канавок на коэффициент теплоотдачи  $\alpha$  при омывании аммонизированным рассолом при  $Re=2500$**

- -  $t/D=0,25$ ; ■ -  $t/D=0,52$ ; ▲ -  $t/D=0,77$ ;
- ◆ -  $t/D=1,0$ ; \* -  $t/D=2,0$ ; + -  $t/D=3,0$ .

На рис.2 приведены результаты экспериментальных исследований по влиянию шага расположения спиральных канавок на коэффициент теплопередачи от рассола к воде на трубчато-решетчатых насадках.

Анализ полученных результатов показывает, что в начальный период наблюдается рост численных значений коэффициента теплопередачи  $K$  с увеличением шага размещения  $t/D$  спирально-накатанных турбулизаторов, а затем происходит снижение.

Так, при  $Re=7100$  и шага размещения  $t/D=0,88$  величина коэффициента теплопередачи  $K=675$  Вт/м<sup>2</sup>·К, для  $t/D=1,0$  значение коэффициента  $K=1030$  Вт/м<sup>2</sup>·К, для  $t/D=1,14$  значение коэффициента  $K=1045$  Вт/м<sup>2</sup>·К и, наконец, для  $t/D=1,4$  значение коэффициента  $K=1026$  Вт/м<sup>2</sup>·К.



**Рисунок 2. Влияние шага расположения турбулизаторов  $t/D$  на коэффициент  $K$  при отводе теплоты реакции водой**

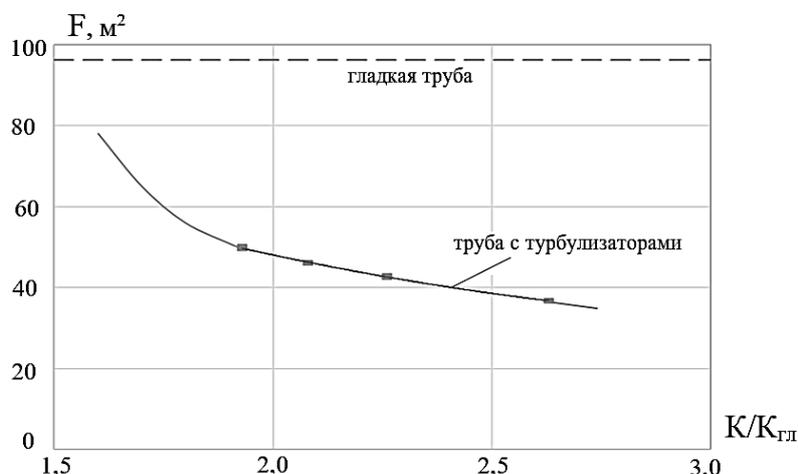
△ -  $Re=2320$ ; □ -  $Re=4800$ ; ▲ -  $Re=7100$ ; ◇ -  $Re=9800$ .

Как видно, резкое повышение величины коэффициента теплопередачи  $K$  прекращается по достижению значения  $t/D \approx 1,4$  и затем плавно снижается. Подобная закономерность зафиксирована для всех значений числа Рейнольдса в переходной области течения потока, т.е. от  $Re=2500$  до  $9800$ . Интенсификация переноса тепла в спирально-накатанных трубах всегда осуществляется за счет устройств в виде плавно очерченных канавок снаружи и аналогичных диафрагм внутри, которые придают дополнительный импульс жидкости турбулизируя весь поток.

Основные методы оценки эффективности колонных аппаратов заключаются в сопоставлении теплопередающих поверхностей холодильных зон из гладких труб и труб с турбулизаторами, расхода

охлаждающего агента, схемы компоновки труб в решетках трубчато-решетчатых насадков и его металлоемкости.

На рис.3 показана зависимость поверхности теплообмена  $F$  от безразмерного коэффициента теплопередачи  $K/K_{глад}$  для одной холодильной зоны промышленного абсорбера. Для сравнения выбраны результаты наиболее эффективных турбулизаторов в каждой из проведенных исследований. Сопоставляя эти данные легко видеть, что рассмотренный метод интенсификации теплообмена путем нанесения макрошероховатостей позволяет сократить поверхность теплообмена в 1,7-2,5 раза. Причем, наилучшие результаты достигаются при профилях плавно очерченных турбулизаторов с удобным обтеканием (низким сопротивлением).



**Рисунок 3. Влияние безразмерного коэффициента теплопередачи  $K/K_{глад}$  на необходимую поверхность теплообмена  $F$  трубчато-решетчатого насадка**

Естественно, существенное снижение поверхности теплообмена ведет к пропорциональному сокращению количества теплообменных труб в трубной решетке, и соответственно, снижению металлоемкости аппарата.

Опытами установлено, что турбулизаторы в виде плавно очерченных выступов внутри и канавок снаружи трубы служат источником возникновения дополнительных турбулентных импульсов на пристенной вязкой подслое жидкости. Результаты многочисленных экспериментов позволили установить, что аналогичное устройство позволяет интенсифицировать отвод теплоты экзотермической реакции при относительно низком росте гидравлического сопротивления.

Следует отметить, что конструкция спирально-накатанной трубы позволяет интенсивно перемешивать газожидкостной поток в межтрубном пространстве трубчато-решетчатого насадка, способствуя не только интенсификации теплопереноса, но и массообменного процесса.

Следует подчеркнуть, что в оптимальной области глубины накатки плавно очерченных канавок интенсификация теплоотдачи приходится на умеренный рост гидравлического сопротивления.

Теплообменные трубы со спиральными турбулизаторами технологичны, конструктивно просты и не меняют существующей технологии сборки трубчато-решетчатых насадков, которые отличаются низкой металлоемкостью.

### Список литературы:

1. Линкевич В.А. Технология кальцинированной соды. – Ташкент: ГАК «Узкимесаноат», 2006. – 96 с.
2. Нурмухамедов Х.С., Темиров О.Ш. ва бошқалар. Газларни қайта ишлаш технологияси, жараён ва қурилмалари. – Т.: Шарқ, 2016. - 856 б.
3. Кунтыш В.Б., Бессонный А.Н., Дрейцер Г.А., Егоров И.Ф. Примеры расчетов нестандартизованных эффективных теплообменников.-СПб.:Недра, 2000.- 300 с.
4. Светлов Ю.В. Интенсификация гидродинамических и тепловых процессов в аппаратах с турбулизаторами потока. – М.: Энергоатомиздат, 2003. - 304 с.
5. Горская Т.Ю. Гидродинамика ламинарного течения вязкой жидкости в теплообменных устройствах с вращающейся поверхностью типа «диффузор-конфузор». Казань, КХТУ, дисс...канд.техн.наук , 2004. -110 с.
6. Дрейцер Г.А. О некоторых проблемах создания высокоэффективных трубчатых теплообменных аппаратов // [http://www.rosteplo.ru/Tech\\_stat/to\\_Hxlcd7.htm](http://www.rosteplo.ru/Tech_stat/to_Hxlcd7.htm)
7. Dzyubenko V.V., Dreitser G.A., Yakimenko R.I. Methodics of Optimum Configuration Choice for Heat Transfer Surfaces of Space Heat Exchangers // Proc. of the First Int.Conf. on Aerospace Heat Exchangers Techology (Palo Alto, USA, 1998), Amsterdam-London: Elseveir, 1998.-p. 234-243.
8. Парамонов Н.В., Низовитин А.А. Интенсификация теплообмена в каналах теплообменников // Труды четвертой Российской национальной конференции по теплообмену. - М.: МЭИ, 2006.-С. 270-273.
9. Калинин Э.К., Дрейцер Г.А., Ярхо С.А. Интенсификация теплообмена в каналах. – М.: Машиностроение, 1981. – 205 с.
10. Мигай В.К., Быстров П.Г. Интенсификация теплообмена в волнистых трубах // Теплоэнергетика. - 1976. - № 11. - с. 74-76.
11. Игнатъев М.Л., Ярхо С.А. Исследование влияния высоты комбинированных турбулизаторов на теплообмен и гидравлическое сопротивление кольцевых каналов // Современные проблемы гидродинамики и теплообмена в элементах энергетических установок и криогенной техники. - М.:ВЗПИ, 1988. - С.77-82.
12. Чудновский Ю.П. Интенсификация теплообмена генерацией вихрей // Дисс... канд. техн. наук - Москва, 1990. - 196 с.
13. Гортышов Ю.Ф., Олимпиев В.В., Попов И.А. Эффективность промышленно-перспективных интенсификаторов теплоотдачи // Известие АН «Энергетика», 2002. - № 3. – с. 17-24.
14. Мавлонов Э.Т. Закиров С.Г. Нурмухамедов Х.С., Темиров О.Ш. Влияние скорости жидкости на теплоперенос при течении в каналах со спиральными турбулизаторами // Химическая промышленность, Санкт-Петербург, 2016.- № 2.- с. 70-74.
15. Закиров С.Г., Нурмухамедов Х.С., Мавлонов Э.Т. Интенсивность теплообмена при обтекании спирально-накатанных труб аммонизированном рассолом // Химическая промышленность, Москва, 2012.-№ 9.-с. 53-58.
16. Мавлонов Э.Т., Зокирова Н.С., Каримов К.Ф., Нурмухамедов Х.С. Расчет интенсивности теплообмена при омывании газожидкостным потоком трубчато-решетчатых насадков // Химическая технология. Контроль и управление, 2019.-№ 6.-с. 7-11.

## ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЫЛЕВОЗДУШНОЙ СМЕСИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ УСТАНОВКИ УЛАВЛИВАНИЯ ПЫЛЬНЫХ ПРИМЕСЕЙ ИЗ ТРУБ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*Раззаков Руслан Ишқулович*

*базовый докторант,  
Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [ruslan.ishqulovich@gmail.com](mailto:ruslan.ishqulovich@gmail.com)*

## INFLUENCE OF PARAMETERS OF THE AIR-DUST MIXTURE ON THE EFFICIENCY OF CLEANING THE UNIT FOR CAPTURING DUST FROM PIPES OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

*Ruslan Razzakov*

*Doctoral student,  
Tashkent institute of irrigation and agriculture mechanization engineers,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

### АННОТАЦИЯ

Цементная и неорганическая пыль вредна для здоровья работающих в цехах, жителей недалеко расположенных населенных пунктов, для растительного и животного мира и окружающей среды. В статье приведены результаты исследований влияния параметров пылевоздушной смеси, таких как концентрация пыли, скорость потока, объем пылевоздушных примесей, состав жидкости, на эффективность работы установки улавливания пыльных примесей из труб промышленных предприятий. Как показывает анализ эффективности установок улавливания пыльных примесей из труб промышленных предприятий, широко распространенные циклоны, используемые в бетоносмесительных узлах и гравийно-сортировочных цехах для очистки воздуха, недостаточно эффективно справляются со своей работой.

В задачи исследований входило изучение эффективности работы мокрого пылеуловителя и влияния на него различных параметров смеси цементной и неорганической пыли с воздухом. Исследования проводились на экспериментальной установке, где дополнительной ступенью улавливания является емкость с жидкостью. Очистка воздуха от пыли цементной и неорганической происходит при ударе смеси, движущейся с определенной скоростью, о поверхность жидкости. Результаты исследования показали, что увеличение скорости потока и пылевоздушных примесей положительно сказалось на динамике очистки.

### ABSTRACT

Cement and inorganic dust is harmful to the health of workers in workshops, residents of nearby settlements, flora and fauna and the environment. The article presents the results of studies of the parameters of the dust-air mixture, such as the concentration of dust, the flow rate, the volume of dust-air impurities, the composition of the liquid, on the efficiency of the installation for trapping dust impurities from the pipes of industrial enterprises. As the analysis of the efficiency of installations for capturing dust impurities from the pipes of industrial enterprises shows, widespread cyclones used in concrete mixing units and gravel sorting shops for air purification do not effectively cope with their work.

The tasks of the research included the study of the efficiency of the wet dust collector and the effect on it of various parameters of a mixture of cement and inorganic dust with air. The studies were carried out on an experimental setup, where an additional stage of collection is a container with a liquid. Air cleaning from cement and inorganic dust occurs when the mixture, moving at a certain speed, hits the surface of the liquid. The results of the study showed that an increase in the flow rate and dust-air impurities had a positive effect on the cleaning dynamics.

**Ключевые слова:** цементная пыль, неорганическая пыль, установка улавливания пыльных примесей, концентрация пыли, скорость потока, эффективность.

**Keywords:** cement dust, inorganic dust, installation for collecting dusty impurities, dust concentration, flow rate, efficiency.

---

**Введение.** Промышленное предприятие является источником загрязнения атмосферы вредными веществами, выделяющимися при функционировании

технологического оборудования или при технологических операциях в зависимости от мощности технологических агрегатов, химического состава

используемого сырья, видов топлива и других факторов. В воздух поступают аэрозольные частицы (пыль, дым, туман), газы, пары, а также микроорганизмы и радиоактивные вещества [2].

В настоящее время повышаются требования к экологической безопасности, в том числе к сокращению негативного техногенного воздействия на атмосферный воздух предприятиями стройиндустрии и промышленности [1]. Технологические операции, в результате которых происходит выделение загрязняющих веществ, осуществляются в производственных зданиях и площадках по изготовлению железобетонных изделий, подготовке щебня и других строительных материалов.

В процессе дозирования и смешивания компонентов бетона источником выделения пыли является бетоносмесительное оборудование. При проведении разгрузки и загрузки цемента, при пересыпке цемента и пересыпке гравийно-сортировочного материала в атмосферу выделяется неорганическая и цементная пыль.

Для удаления пыли из газовой или воздушной смеси используются разнообразные по типам и конструктивным особенностям пылеуловители [4; 6]. На данном этапе развития существует большой выбор оборудования, обеспечивающего заданную степень очистки газов, а также методик по определению параметров газовых потоков и эффективности пылеуловителей [5].

Несмотря на то что циклоны имеют высокую эффективность, они не справляются с полной очисткой воздуха, поэтому для них необходимо предусматривать дополнительную ступень для улавливания частиц пыли. Более эффективными устройствами являются мокрые скрубберы, которые обычно используются для удаления аэрозолей и газовых компонентов из потока отработанных газов [12]. Однако для достижения высокой эффективности очистки начальная запыленность газового потока при удалении, например, цементной пыли не должна превышать  $5600 \text{ мг/м}^3$  [9], поэтому перед скруббером должно быть установлено оборудование предварительного обеспыливания. Представляется целесообразным использовать для удаления цементной пыли установку, способную осуществлять очистку от пыли на одной ступени.

В качестве такой установки нами предлагается установка улавливания пыльных примесей из труб

промышленных предприятий – дополнительная ступень очистки [11].

Целью исследования является изучение влияния концентрации пыли в воздухе и скорости потока на эффективность работы установки улавливания пыльных примесей из труб промышленных предприятий. Для решения данной цели нами поставлены следующие задачи:

1) определить концентрацию пыли в очищенном воздухе при различных концентрациях пыли в исходном загрязненном воздухе;

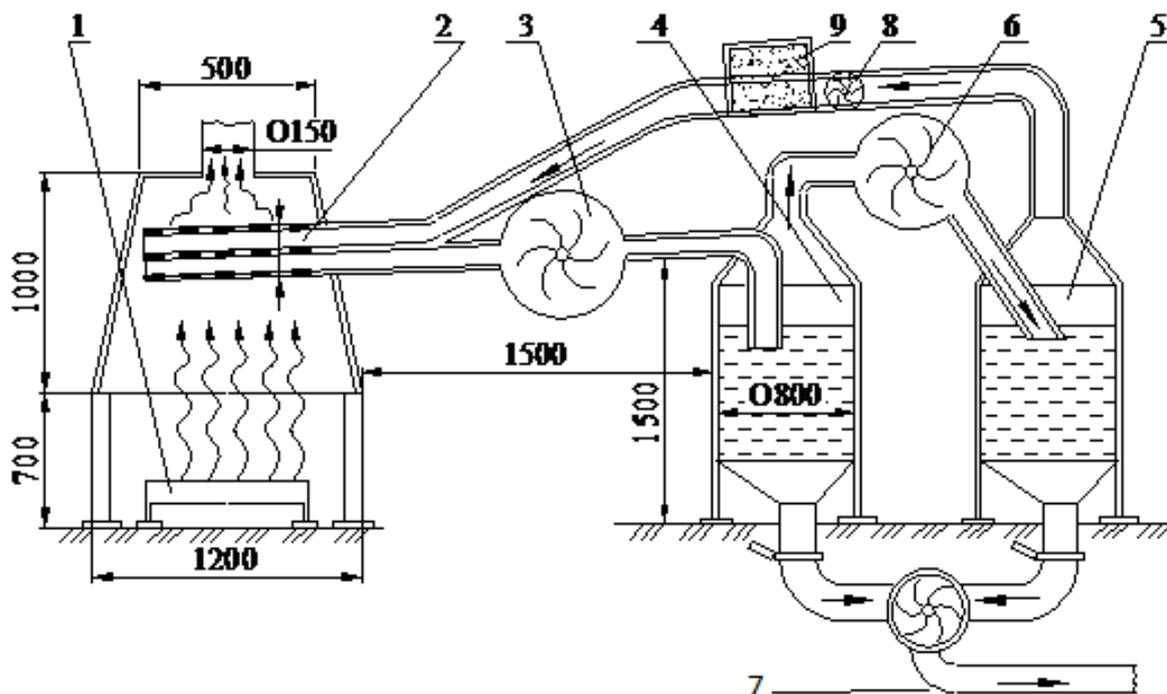
2) определить концентрацию пыли в очищенном воздухе при разных скоростях подачи исходного загрязненного воздуха;

3) показать взаимосвязь концентрации пыли и скорости потока.

**Методы исследований.** Исследования проведены путем постановки экспериментов на опытной экспериментальной установке улавливания пыльных примесей из труб промышленных предприятий (рис. 1), через которую пропускали загрязненный воздух. Подача воздуха осуществлялась через компрессор. Различную концентрацию пыли обеспечивали дозирующим устройством [8; 10]. В качестве пыли применяли неорганическую и цементную пыль. Концентрацию пылевых частиц в воздухе до и после очистки определяли аспиратором ЭА-30. Скорость и расход пылевых потоков определили при помощи межгосударственного стандарта ГОСТ 17.2.4.06-90 [3; 8; 10].

Степень улавливания пыльных примесей экспериментальной установки определяли при разных скоростях потока  $2,0\text{--}10,0 \text{ м/с}$ . Каждый эксперимент проводился трехкратно.

**Результаты исследования.** Результаты проведенных экспериментальных исследований по определению концентрации пыли в очищенном воздухе при различных концентрациях пыли в исходном загрязненном воздухе представлены в таблице 1. Как видно из табл. 1, концентрация неорганической пыли и цементной пыли в очищенном воздухе уменьшается с увеличением скорости потока пылевоздушной смеси [7]. Более наглядно результаты исследований видно на представленных графиках (рис. 2).



1 – источник выброса; 2 – трубопроводы; 3 – вентилятор; 4 – абсорбер грубой очистки; 5 – абсорбер тонкой очистки; 6 – вентилятор; 7 – отводящий шлам; 8 – вентилятор; 9 – фильтр

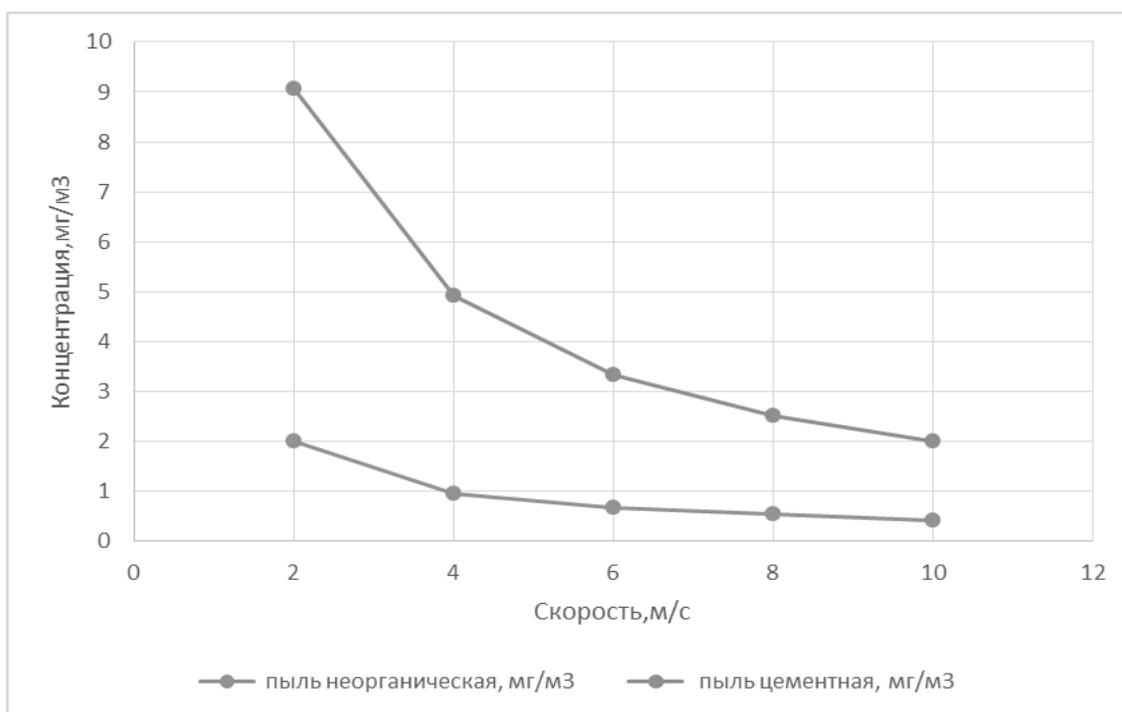
**Рисунок 1. Схема экспериментальной установки улавливания пыльных примесей из труб промышленных предприятий**

Таблица 1.

Результаты эксперимента

Скорость потока пыле-воздушной смеси, м/с	Концентрация исходной пыли, мг/м <sup>3</sup>		Концентрация пыли, мг/м <sup>3</sup>		Концентрация пыли, мг/м <sup>3</sup>	
	пыль неорганическая, мг/м <sup>3</sup>	пыль цементная, мг/м <sup>3</sup>	пыль неорганическая, мг/м <sup>3</sup>	эффективность очистки, %	пыль цементная, мг/м <sup>3</sup>	эффективность очистки, %
2,0	7,99	36,24	1,99	75,0	9,06	75,0
4,0	7,99	36,24	0,95	86,0	4,93	86,0
6,0	7,99	36,24	0,66	90,0	3,32	90,0
8,0	7,99	36,24	0,55	93,1	2,5	93,1
10,0	7,99	36,24	0,42	94,48	2,0	94,48

Более наглядно результаты исследований видны на представленных графиках (рис. 2).



**Рисунок 2.** Зависимость концентрации пыли в очищенном воздухе от ее исходной концентрации и скорости потока

График на рисунке 2 показывает, что увеличение скорости потока положительно сказывается на

эффективности работы экспериментальной установки улавливания пыльных примесей из труб промышленных предприятий.

**Таблица 2.**

#### Эффективность улавливания установки

Скорость потока пылевоздушной смеси, м/с	Концентрация улавливаемой пыли, мг/м <sup>3</sup>		Эффективность улавливания установки, %
	пыль неорганическая	пыль цементная	
2,0	6,0	27,18	75,0
4,0	7,04	31,31	86,0
6,0	7,33	32,89	90,0
8,0	7,44	33,74	93,1
10,0	7,57	34,24	94,5

Увеличение скорости пылевоздушной смеси повышает очищающую способность на 19,5 %.

Таким образом, при повышении скорости пылевоздушного потока очищающая способность пылеуловителя увеличивается.

По графику также можно выявить, что зависимость снижения концентрации пыли нелинейная и с увеличением скорости и объема пылевоздушных примесей ее интенсивность увеличивается, что наглядно показано на графике при интервале скоростей 8–10 м/с (рис. 2).

**Выводы.** Улавливающая способность установки улавливания пыльных примесей из труб промышленных предприятий увеличивается при повышении скорости потока и увеличении объема пылевоздушных примесей. Данный результат можно объяснить тем, что высокая скорость потока сообщает частицам более высокую кинетическую энергию, соответственно, сила проникновения в жидкость будет высокой.

#### Список литературы:

1. Азаров В.Н., Кошкарев С.А., Николенко М.А. Снижение выбросов систем обеспыливания с использованием дисперсионного анализа пыли в стройиндустрии // Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 1. – Ч. 2 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: don.run/uploads/article/pdf/TVD\_95\_azarov.pdf\_2cedb04647.pdf.

2. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты пылеочистки : учеб. пособие. – Пенза : Издательство Пенз. гос. ун-та, 2005.
3. ГОСТ 17.2.4.06-90. Методы определения скорости и расхода газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения.
4. Ильичев В.В. Выбор устройств для улавливания пыли в зависимости от условий их функционирования // Вестник НГИЭИ. – 2014. – № 10. – С. 74–81.
5. Коновалов Н.М. Массоотдача в турбулентных пленках в условиях вертикального прямоочного движения газожидкостного потока / Н.М. Коновалов, Н.А. Войнов, Н.А. Николаев // Теоретические основы хим. технологии. – 1997. – Т. 31. – № 1. – С. 1–6.
6. Новикова Л.Я., Шмыков С.Н., Ширококов В.И. Параметры пылевоздушной смеси и их влияние на эффективность очистки воздуха в мокром пылеуловителе // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 3 (59). – С. 59–62.
7. ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий.
8. Рахмонов Т.З. Методы применения пылеулавливающего аппарата мокрого типа в технологических схемах очистки промышленных выбросов от мелкодисперсных частиц // Булатовские чтения: сборник статей. – 2018. – С. 73–78.
9. Система очистки газа от цементной пыли. Техническое описание // Официальный сайт Приволжского завода газоочистного оборудования / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gas-cleaning.ru/article/sistema-ochistki-gaza-ot-cementnoy-pyli-tehnicheskoe-opisanie> (дата обращения: 09.12.2020).
10. Сугак Е.В. Очистка газовых выбросов в аппаратах с интенсивными гидродинамическими режимами / Е.В. Сугак, Н.А. Войнов, Н.А. Николаев. – Казань : РИЦ «Школа», 1999. – 224 с.
11. Устройство для утилизации газов и пыльных примесей из труб промышленных предприятий // Патент РУз № IAP 04202 / Астанов Р.А., Астанов Э.Р., Гойзенштейн М.Б.
12. Mi T., Yu X.M. Dust removal and desulphurization in a novel venturi scrubber // Chemical Engineering and Processing: Process Intensification. – 2012. – № 62 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.cep.2012.07.010>.

**СИНТЕЗ АКРИЛОИЛМОРФОЛИНА И ИЗУЧЕНИЕ ЕГО ИК-СПЕКТРОВ****Тождинов Маихурбек Баходирович**

младший научный сотрудник,  
Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии,  
Республика Узбекистан, Ташкентский р-н, п/о Шуро-базар  
E-mail: [mashhurbek.87@inbox.ru](mailto:mashhurbek.87@inbox.ru)

**Джалилов Абдулахат Турапович**

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

**Каримов Масъуд Убайдулла угли**

д-р техн. наук, начальник отдела технологии  
Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**SYNTHESIS OF ACRYLOYLMORPHOLINE AND STUDY OF ITS IR SPECTRA****Mashhurbek Tojidinov**

Junior Researcher,  
Tashkent Research Institute of Chemical Technology,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent district, p/o Shuro Bazaar

**Abdulahat Djalilov**

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

**Mas'ud Karimov**

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

**АННОТАЦИЯ**

В работе показано новый метод получения акрилоилморфолина. Предлагаемый нами метод осуществляется при относительно низких температурах и атмосферном давлении. Согласно этого метода, сначала получают ацетилморфолин при взаимодействии морфолина с ацетилхлоридом. Затем получается акрилоилморфолин из ацетилморфолина с формальдегидом в щелочной среде.

**ABSTRACT**

The work shows a new method for obtaining acryloylmorpholine. The proposed method is carried out at relatively low temperatures and atmospheric pressure. According to this method, acetylmorpholine is first obtained by the interaction of morpholine with acetyl chloride. Then acryloylmorpholine is obtained from acetylmorpholine with formaldehyde in an alkaline medium.

**Ключевые слова:** уксусная кислота, пятихлористый фосфор, акрилоилморфолин, ацетилморфолин, формальдегид, щелочная среда.

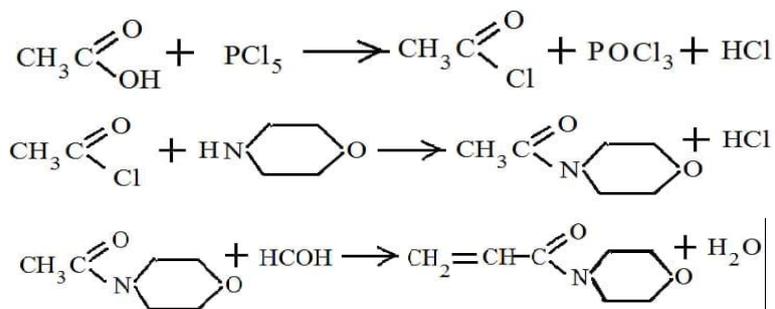
**Keywords:** acetic acid, phosphorus pentachloride, acryloylmorpholine, acetylmorpholine, formaldehyde, alkaline medium.

В настоящее время органические соединения с винильной группой широко используются в различных областях народного хозяйства, химической промышленности, в частности, в производстве полимерных веществ и сополимеров, в производстве красителей, а также в фармацевтике в качестве основного сырья.

Ускорение научно-технического развития определяется не только ростом промышленности, но и увеличением продолжительности и качества полимерных материалов и их изделий. Очень важно искать новые возможности для синтеза мономеров для полимерных веществ [1, 2].

Принимая во внимание, изложенное выше, мы поставили перед собой задачу разработать новый метод получения мономеров. Известно, что мономеры, полученные в присутствии формальдегида, в основном получают каталитическими реакциями при высоких температурах или высоких давлениях. Предлагаемый нами метод осуществляется при относительно низких температурах и атмосферном давлении. Согласно этого метода, сначала получают

ацетилморфолин при взаимодействии морфолина с ацетилхлоридом. Затем получается акрилоилморфолин из ацетилморфолина с формальдегидом в щелочной среде. Ацетилхлорид сначала получают взаимодействием уксусной кислоты с пентахлоридом фосфора. Уравнения реакции приведены ниже:



Реакцию проводили действием щелочи при различных мольных соотношениях ацетилморфолина и формальдегида в интервале температур 55-95°C.

Образовавшийся продукт получен перегонкой при температуре 158 °С (50 мм.рт.ст). Полученные результаты показаны в таблице 1.

Таблица 1.

#### Влияние мольного соотношения продуктов и длительности процесса на выход акрилоилморфолина

№	Мольное соотношение	Время, час	Выход, %	№	Мольное соотношение	Время, час	Выход, %
1	1:0,5	4	26,3	9	1:0,5	8	39,8
2	1:1		41,4	10	1:1		67,1
3	1:1,5		47,2	11	1:1,5		72,4
4	1:2		54,7	12	1:2		80,3
5	1:0,5	6	32,2	13	1:0,5	10	39,9
6	1:1		52,6	14	1:1		67,2
7	1:1,5		61,4	15	1:1,5		72,5
8	1:2		68,8	16	1:2		80,3

На рис.1 показано влияние времени и мольного соотношения исходного сырья на выхода продукта

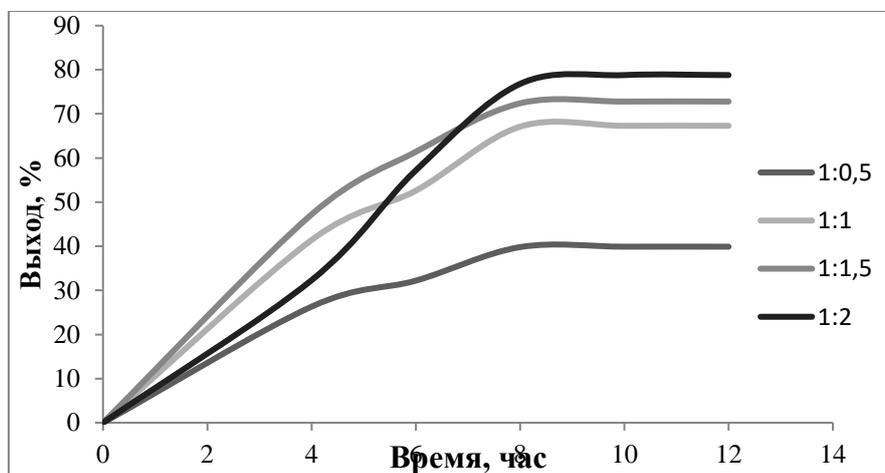


Рисунок 1. Влияние времени и мольного соотношения исходного сырья на выход продукта

Как видно из результатов исследования (табл. 1 и рис. 1), с увеличением времени реакции до 8 час возрастает выход акрилоилморфолина, потом выход не меняется. Выход продукта был выше, когда соот-

ношение ацетилморфолина и формальдегида составляло 1: 2, и реакция продолжалась в течение 8 часов.

На следующем эксперименте изучалось влияние температуры на выход акрилоилморфолина. Полученные результаты показаны ниже в таблице 2 и рис. 2.

Таблица 2.

Влияние температуры на выход продукта

№	Моль. соотн.	время, час	Температура, °С	Выход, %
1	1:2	8	55	55,7
2			65	62,1
3			75	71,7
4			85	80,3
5			95	80,3

Как видно из результатов исследования (табл. 2 и рис. 2), с увеличением температуры реакции до 85 °С возрастает выход акрилоилморфолина, далее выход не меняется. Из этого можно сделать вывод, что

оптимальными условиями для получения акрилоилморфолина являются: температура реакции 85 °С в течение 8 часов, когда мольное соотношение исходного сырья составляет 1:2.

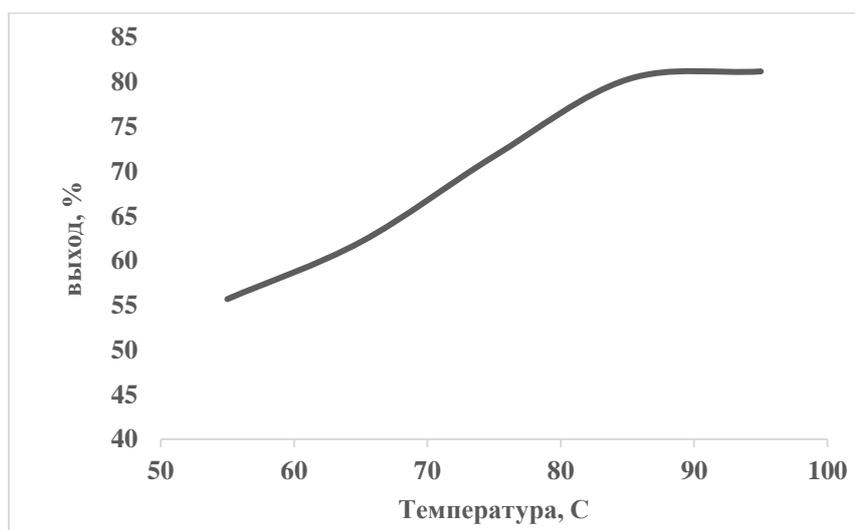
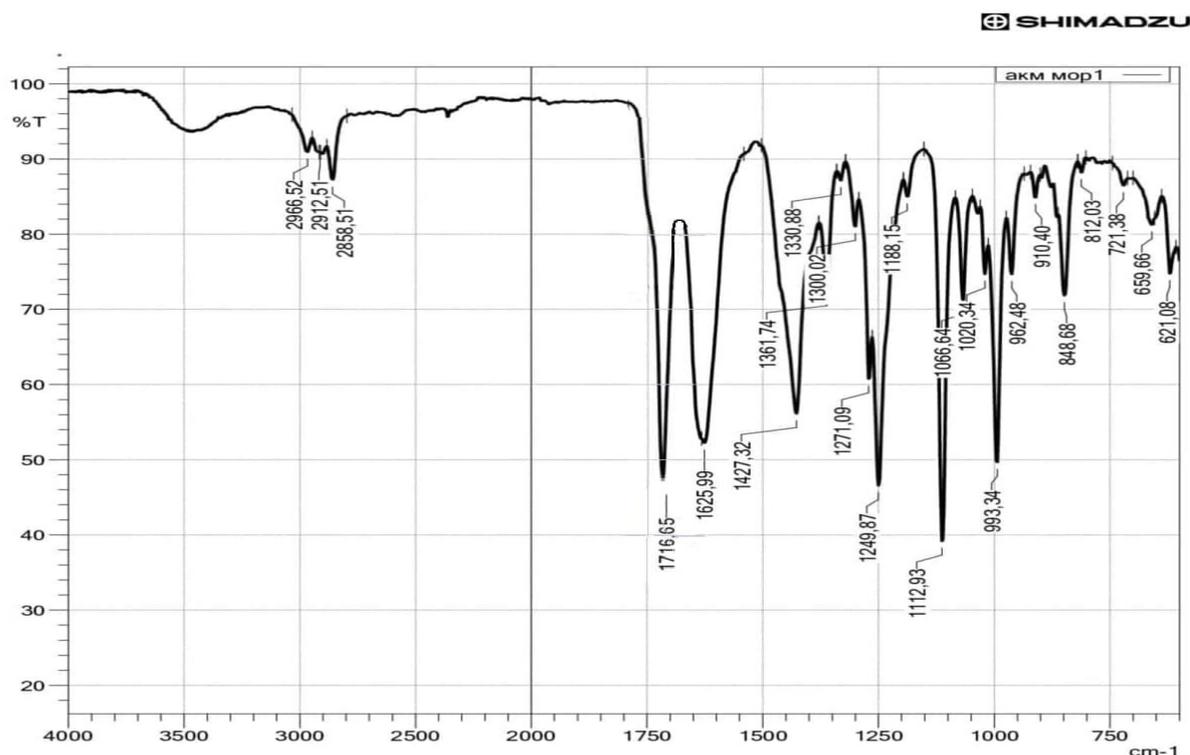


Рисунок 2. Влияние температуры на выход продукта

Изучены физико-химические свойства полученного акрилоилморфолина. Первоначально, определяли показатель преломления и вязкость акрилоилморфолина с помощью рефрактометра и вискозиметра.

При 20 °С показатель преломления составил 1.508, а вязкость 12 мПа\*с [3].

Полученный акрилоилморфолин был исследован методами ИК – спектроскопии. ИК-спектр акрилоилморфолина показан ниже на рисунке 3.



**Рисунок 3. ИК-спектр акрилоилморфолина**

На ИК-спектре видно, что полосы акрилоилморфолина соответствуют полосам поглощения, соответствующие валентным колебаниям связей в областях 2858 см<sup>-1</sup>, имеются полосы поглощения, подтверждающие наличие СН<sub>2</sub>- групп. Характерной связью является группа СН<sub>2</sub>=СН-, которая показана

при 1716 см<sup>-1</sup> на ИК-спектре. ИК-спектр содержит полосы поглощения в области 1625 см<sup>-1</sup> подтверждающие наличие -С=О группы. Полосы поглощения в области 1249 см<sup>-1</sup> и 1112 см<sup>-1</sup> соответствуют *трет*-аминах [4, 5].

#### Список литературы:

1. Тожидинов М.Б, Ширинов Ш.Д., Каримов М.У., Джалилов А.Т. Синтез акрилоилмочевины из ацетилмочевины и формальдегида. *Universum: химия и биология*, 2019 № 8(62), 51-53 с.
2. Платье Н.А. Сливинский Е.В. Основы химии и технологии мономеров. М.: Наука: МАИК «Наука / Интерпериодика», 2002. - 696 с.
3. Прянишников Н.Д. Практикум по органической химии. М. Государственное научно-техническое издательство химической литературы, 4-ое изд. 1956. – 244 с.
4. Наканиси К. Инфракрасные спектры и строение органических соединений. М. Издательство «Мир» 1965. – 216 с.
5. Тарасевич Б.Н. ИК-спектры основных классов органических соединений. Справочные материалы. М. МГУ-2012. – 55 с.

## МОДИФИКАЦИЯ СЕРЫ С ПРОМЫШЛЕННЫМИ ОТХОДАМИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СЕРНОГО БЕТОНА

**Хайитова Жавхар Мураталиевна**

соискатель,  
Термезского государственного университета,  
Республика Узбекистан, г. Термез  
E-mail: [hasan74@mail.ru](mailto:hasan74@mail.ru)

**Тураев Хайит Худойназарович**

д-р техн. наук, профессор  
Термезского государственного университета,  
Республика Узбекистан, г. Термез

**Бекназаров Хасан Сойибназарович**

д-р техн. наук, ведущий научный сотрудник  
Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент

## MODIFICATION OF SULFUR WITH INDUSTRIAL WASTE FOR PRODUCTION OF SULFUR CONCRETE

**Javhar Khayitova**

Applicant,  
Termez State University,  
Uzbekistan, Termez

**Khait Turaev**

Dr. Tech. sciences, professor  
Termez State University  
Uzbekistan, Termez

**Khasan Beknazarov**

Dr. Tech. Sciences, Leading Researcher  
Tashkent Research Institute of Chemical Technology  
Uzbekistan, Tashkent

### АННОТАЦИЯ

В статье исследован новый модификатор для серы на основе промышленных побочных продуктов золошлаковых отходов и пиролизного дистиллята. Установлено, что прочность на сжатие увеличивается с повышением массы модификатора от 2 до 8%, для связующих с пиролизного дистиллята от 14,2 до 20,4 МПа.

### ABSTRACT

The article investigates a new modifier for sulfur based on industrial by-products of ash and slag waste and pyrolysis distillate. It has been established that the compressive strength increases with an increase in the modifier mass from 2 to 8%, for binders with PD from 14.2 to 20.4 MPa.

**Ключевые слова:** сера, модификация, серобетон, модифицированная сера.

**Keywords:** sulfur, modification, sulfur concrete, modified sulfur.

Производство портландцемента - это энергоемкий процесс, связанный со значительными выбросами парниковых газов в количестве около одной тонны диоксида углерода на тонну полученного цемента [1]. Поэтому возникла необходимость в поиске других материалов, которые можно было бы использовать в качестве эффективного связующего

и которые могли бы заменить гидравлический портландцемент. В последние несколько десятилетий большой интерес вызвали цементы на основе серы и их использование для вышеуказанных целей [2]. Однако, присутствие только серы в таком составе привело к ограничению прочности и долговечности при повторяющихся циклах замораживания-оттаивания [3].

Это связано с тем, что во время охлаждения приготовленного жидкого цемента сера сначала кристаллизуется в моноклинную серу ( $\beta$ -сера). Затем при температуре ниже  $95,3^{\circ}\text{C}$  он претерпевает аллотропное фазовое превращение в орторомбическую серу ( $\alpha$ -сера), что связано с уменьшением объема, вызывающим внутренние напряжения в образованной структурной сети серобетона [4]. В литературе эти характеристики были уменьшены добавлением дициклопентадиена (ДСПД) или других синтетических ненасыщенных органических модификаторов, таких как циклопентадиен и дипентен. Эти химические вещества усиливают сшивание матрицы серного цемента на этапе приготовления цемента в горячем состоянии [5]. Модифицированный полимерный серобетон (ПСБ) является доступным материалом по сравнению с портландцементом, и поэтому их производство менее вредно для окружающей среды, чем портландцемент. Производство портландцемента – это энергоемкий процесс, связанный со значительными выбросами парниковых газов в количестве около одной тонны диоксида углерода на тонну полученного цемента.

Однако обычные модификаторы полимерного серобетона (ПСБ), используемые до сих пор (дициклопентадиен), представляют собой вывозимые дорогостоящие органические растворители для нашей Республики. Следовательно, разработка связующих для ПСБ с использованием модификаторов из отходов производств может привлечь внимание промышленности и академических кругов. Такие материалы, могут использоваться для модификации серы и являются сшивающими агентами синтетического происхождения [6].

**Экспериментальная часть.** В качестве органического модификатора в нашей работе использовался промышленный побочный продукт пиролизный дистилят (ПД), то есть вторичный продукт при синтезе этилена и пропилена.

Полимерная модифицированная сера (ПМС, серное связующее) был приготовлен из элементарной серы и из пиролизного дистилята: смешанной смеси, в взвешенной пропорции 1:1. Определенное количество серы, помещенное в цилиндрическую трубку с внутренним диаметром 2 см, расплавляли в глицериновой бане, нагревали до  $140^{\circ}\text{C}$  и интенсивно перемешивали с помощью механической мешалки. При этой температуре модифицирующий реагент (пиролизный дистилят) добавляли к расплавленной сере примерно 2, 4, 6 или 8% от массы серы. После завершения добавления модификаторов полученный расплав ПМС перемешивали при температуре  $135\text{--}140^{\circ}\text{C}$  еще 20–30 мин. Композит с золошлаковыми отходами получали путем дополнительного добавления сухих золошлаковых отходов к расплавленному ПМС в виде порошка с размером гранул менее 0,5 мм. Конечное содержание золошлаковых отходов составило 25 или 50% от массы композита соответственно. Непрерывная гомогенизация проводилась путем перемешивания с добавлением золошлаковых отходов и длилась примерно 10–20 мин. Следует отметить, что в случае ПМС на основе пиролизного дистилята при добавлении отходов (при  $135\text{--}140^{\circ}\text{C}$ ) наблюдалось образование гелеобразной (слегка резиноподобной) консистенции. Это препятствовало равномерному распределению золошлаковых отходов по всему объему приготовленных образцов. Затем их дегазировали с помощью вибрации на вибростоле в течение примерно 5 мин, после чего трубки охлаждали до комнатной температуры. Полученные таким образом образцы затвердевшего ПМС и его композиты в виде цилиндрических дисков диаметром 2 см и высотой 4 см были использованы для оценки их свойств и эффективности в иммобилизации металлов из золошлаковых отходов. Состав золошлаковых отходов приведены в таблице 1, а элементный состав модифицированной серы приведен на рис. 1.

Таблица 1.

Химический состав золошлаковых отходов Ангренской ТЭС

Наименование материала	SiO <sub>2</sub> , %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	TiO <sub>2</sub> %	CaO <sub>своб.</sub> , %
Золошлак Ангренской ТЭС	56.73	21.92	6.71	7.46	1.77	1.38	2.81	0.71	0.51

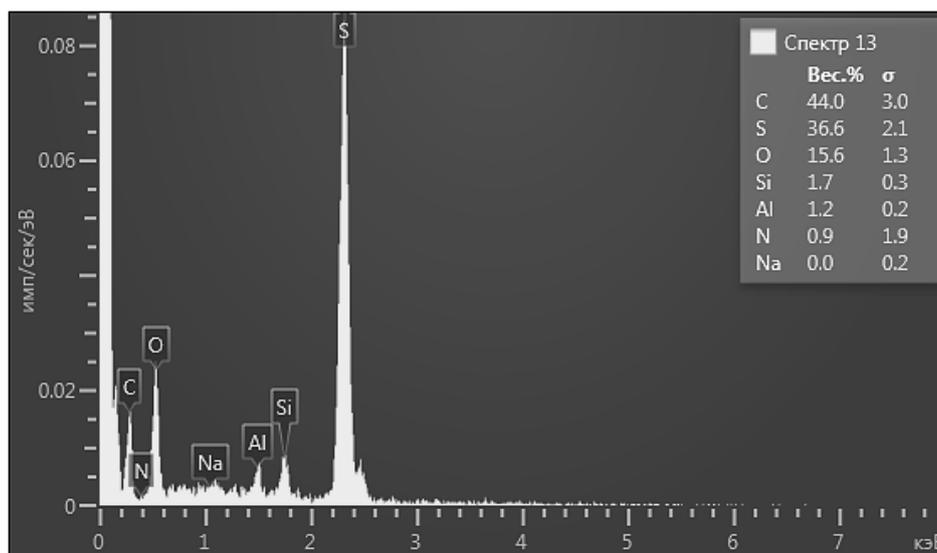


Рисунок 1. Элементный состав полимерной модифицированной серы

Интерес к использованию полимерного серобетона для удаления опасных промышленных отходов вызвал рост интереса к синтетическим модификаторам, которые позволяют заменять ДЦПД или другие широко используемые синтетические добавки. Пиролизный дистиллят, состоящий до 76% из непредельных соединений, содержит ненасыщенные двойные связи на цепь углеводородов, поэтому они являются очень привлекательной альтернативой для этой цели.

**Результаты и их обсуждение.** Прочность на сжатие - один из наиболее важных параметров при определении эффективности отверждения полимерного серобетона (ПСБ). Это важно при оценке структурной целостности образцов и должно иметь достаточное значение, чтобы поддерживать стабильность и форму образцов и выдерживать нагрузочное давление при эксплуатации. Кроме того, знание нагрузки, которую могут выдержать затвердевшие образцы, позволяет определить максимальное содержание

составов. Прочность на сжатие исследованных ПСБ и затвердевших композитных образцов определяли через 24 ч их изготовления. Среднее значение было взято из двух измерений для соответствующего образца. Влияние исследуемых модификаторов и их доз на прочность на сжатие приготовленных ПСБ и композитов с золошлаковыми отходами показано на гистограмме на рисунке 5. Значение прочности на сжатие контрольного образца (S, без модификатора), т.е. серный бетон, приготовленный без модификатора, составило 5,27 МПа, что показано в виде полос на гистограмме на рисунке 2. Для модификатора ДЦПД с дозами до 8% соответствуют столбцы 8,9, 10,6, 12,9 и 15,6 МПа, для ПСБ на основе ПД выделены столбцы 14,2, 16,3, 18,6 и 20,4 Мпа. Из полученных данных видно, что постепенное увеличение прочности на сжатие наблюдается с увеличением массы модификатора от 2 до 8%, для связующих с ПД от 14,2 до 20,4 МПа, а для связующих с ДЦПД от 8,9 до 15,6 МПа.

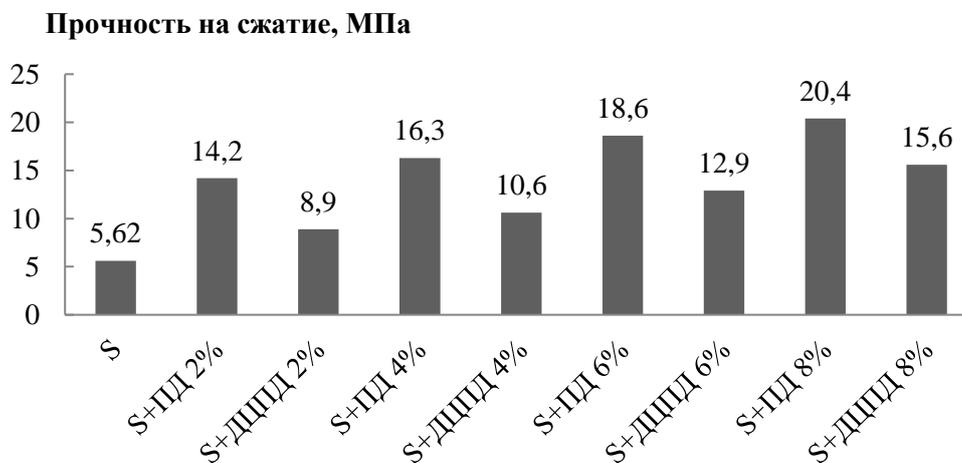


Рисунок 2. Зависимость вида модификатора серы для ПСБ и его дозы от прочности на сжатие связующих ПСБ

Представленные выше данные показали, что, несмотря на более сложную обрабатываемость образцов на основе ПД, их прочность на сжатие была выше по сравнению с соответствующими образцами на основе ДЦПД.

**Заключение.** Таким образом, представлена оценка возможности использования пиролизного дистиллята в качестве модификатора полимеризации серы при получении ПСБ. Полученные данные сравнивались с показателями ПСБ на основе модификатора ДЦПД и ПД. Свойства ПСБ, модифицированных модификаторами серы и их смешанной смесью (ПД и ДЦПД) в количестве 2, 4, 6 и 8%, которое оценивали по прочности на сжатие.

Представленные результаты указывают на многообещающее практическое значение ПСБ на основе легкодоступного и недорогого модификатора пиролизного дистиллята, который может заменить используемые в настоящее время импортные аналоги. ПСБ на основе пиролизного дистиллята является конкурентоспособным, высокоэффективным и экологически чистым сопутствующим материалом, по сравнению с другими обычными ПСБ. Необходимы дальнейшие обширные исследования для улучшения методологии его подготовки, определения его долговременной химической стойкости и механических характеристик для оценки его потенциального применения в качестве строительного материала или связующего для использования промышленных отходов.

#### Список литературы:

1. Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т., Каримов М.У., Соттикулов Э.С. Исследование модифицированного серного бетона для достижения промышленной устойчивости // *Universum: Технические науки : электрон. научн. журн.* 2019. № 5(62). -С.65-68. URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/7389>
2. Бекназаров Х.С., Тураев Х.Х., Аманова Н.Д. Синтез и исследование нового полимерного серобетона // *Universum: технические науки : электрон. научн. журн.* 2020. № 6 (75). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/9598>
3. В.К. Bordoloi, Е.М. Pierce, Plastic sulfur stabilization by copolymerization of sulfur with dicyclopentadiene, *Adv. Chem.* 165 (1978) 31–53.
4. M. Ksia\_zek, The influence of penetrating special polymer sulfur binder-polymerized sulfur applied as the industrial waste material concrete, *Composites Part B* 62 (2014) 137–142.
5. J. Beaudoin, R.F. Feldman, Durability of porous systems impregnated with dicyclopentadiene-modified sulfur, *Int.J. Cem. Compos. Lightweight Concr.* 6 (1) (1984) 13–18.
6. Бекназаров Х.С., Тураев Х.Х., Хайитова Ж.М. Исследование состава и структуры модифицированного серобетона // *Universum: технические науки : электрон. научн. журн.* 2020. № 6 (75). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/9607>

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СОЕВОГО МАСЛА ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ УЗБЕКИСТАНА

*Хамракулова Муборак Хакимовна*

*д-р техн. наук (PhD),  
Ферганский политехнический институт,  
Республика Узбекистан, г. Фергана  
E-mail: [Xamrakulova77@gmail.com](mailto:Xamrakulova77@gmail.com)*

*Бадамшоева Мафтун Исроил кизи*

*магистр,  
Ферганский политехнический институт,  
Республика Узбекистан, г. Фергана*

## RESEARCH OF THE PHYSICAL AND CHEMICAL COMPOSITION OF SOYBEAN OIL FROM LOCAL RAW MATERIALS OF UZBEKISTAN

*Muborak Khamrakulova*

*Dr. Tech. Sciences (PhD),  
Fergana Polytechnic Institute,  
Uzbekistan, Fergana*

*Maftuna Badamshoeva*

*Master, Fergana Polytechnic Institute,  
Uzbekistan, Fergana*

### АННОТАЦИЯ

Изучены физико-химические показатели соевого масла из местного сырья для пищевой цели. Полученные масла из сои можно использовать к употреблению для пищевой цели, а также для расширения ассортиментов нетрадиционных растительных масел. Про анализированы и обоснованы необходимость применение соевого масла в рационе для обеспечения населения растительных масел, а также для развития правильного питания продовольственных товаров.

### ABSTRACT

The physical and chemical properties of soybean oil from local raw materials for food purposes have been studied. The obtained soybean oils can be used for food purposes, as well as for expanding the range of non-traditional vegetable oils. The necessity of using soybean oil in the diet to provide the population with vegetable oils, as well as to develop proper nutrition of food products, has been analyzed and substantiated.

**Ключевые слова:** соя, масло соевое, жирные кислоты, показатели, кормовая и пищевая ценность, скороспелые, среднеспелые сорта.

**Keywords:** soybeans, oil soybean, fatty acids, indicators, feed and nutritional value, early ripening, mid-ripening varieties.

**Введение.** Соевое масло источник энергии, поставщик физиологического активного соединения, незаменимых жирных кислот, фосфатидов, стеролов, витаминов, участвующих в организме человека в синтезе клеточных мембран, нервной, мозговой и других тканей [1].

В результате реформ в сельском хозяйстве страны происходит и диверсификация производства. В целях повышения эффективности реформ и обеспечения продовольственной безопасности в стране Президентом Республики приняты ряд Постановлений и Указов. В целях выполнения Постановления Кабинета Министров Республики Узбекистан

ПП-2835 от 14 марта 2017 года «О мерах по организации посева и увеличению производства зерна сои в республике в 2017-2021 гг.» 10 февраля 2018 года принято постановление № 105 «О мерах по увеличению объемов производства сои в Республике». В соответствии с постановлением по увеличению производства зерно соина орошаемых землях республики в 2017 году первоначально на небольших площадях было размещено как основная культура на площади 12000 га, в 2018 году соя возделывалась на площади более 18000 га, в 2019 году 20000 га.

Однако, с учётом возможностей к увеличению посевных площадей и планомерной аграрной политики правительства, страна может стать доминирующим в региональном масштабе и выйти на мировые рынки с устойчивыми позициями [2].

Решение вопроса повышения конкурентоспособности через высокое качество производимой продукции способствует повышению эффективности экономики в Республики, расширяет возможности потребления созданной продукции, повышает устойчивость денежного обращения, способствует росту жизненного уровня населения, обеспечивает совершенствование производства, улучшает условия труда и здоровья населения [6, 7].

Во всем мире ценят сою как кормовую и пищевую культуру, как содержанием в большом количестве белка (45-55%), которой лучше, чем в зерновых, сбалансирован по составу незаменимых аминокислот. Однако с полезными компонентами присутствуют нежелательные, антипитательные и токсичные вещества. Именно из-за этого исключают их потребление в технологически необработанном виде для кормовой цели. Соя интересна не только как ценный продукт питания, но и своим лечебным и энергетическим потенциалом. Нет другого растения, которое бы содержало до 50% высококачественного и легкоусвояемого растительного белка. Сою используют в кондитерской, молочной, хлебопекарной и других отраслях [3, 8].

Например, добавляя к мясным изделиям, соевый обогатитель получают питательный и вкусный продукт, пользующийся с большим спросом. Расход на мясные изделия значительно сокращается, снижает себестоимость продукции. Пищевая ценность белков определяется в основном их усвояемостью и составом незаменимых аминокислот. Аминокислотный состав белка является совершенным из растительных белков [10].

Соевое масло выпускается производителями в соответствии с требованиями по ГОСТу стандарту.

В зависимости от способа обработки и показателей качества соевое масло подразделяют на виды и сорта. Целью исследования является повышение пищевой безопасности и конкурентоспособности растительных масел в результате улучшения качественных показателей на основе методов качества в производстве растительных масел.

Для общественного питания предназначается соевое масло: гидратированное первого сорта (пресовое), рафинированное неотбеленное (пресовое), рафинированное с содержанием глицеридов высоконенасыщенных жирных кислот, особенно линолевой.

Следовательно, задачей исследования стали изучать двух образцов соевого масла, в том числе и качества растительного масла.

Нами исследовано физико-химический состав соевого масла из местных сортов выращенного в Узбекистане. Масло получили путём прессования из образцов местного сорта скороспелых и средне-спелых образцов.

Анализ жирно-кислотного состава масла осуществляли методом газовой хроматографии метиловых эфиров жирных кислот на газовом хроматограф с лабораторным детектором. Колонка газохроматографическая из нержавеющей стали длиной 2,5 м и внутренним диаметром 4 мм наполнена неподвижной фазой – инертном-N-AW-DMCS, обработанным 10 %-ным диэтиленгликольсукцинатом (DEGS). Метиловые эфиры жирных кислот получали по модифицированной методике Пейскера. Идентификацию компонентов жирно-кислотного состава масла осуществляли по времени их удержания, установленному для достоверных стандартов метиловых эфиров отдельных жирных кислот. Расчет состава метиловых эфиров проводили методом внутренней нормализации по общепринятой методике [4, 5].

Жирнокислотный состав соевых масел приведены в таблице 1.

*Таблица 1.*

**Жирнокислотный состав соевых масел**

Условные обозначения кислот	Наименование кислоты по тривиальной номенклатуре	Массовая доля жирной кислоты, %, к сумме жирных кислот	
		Образец-№1 (скороспелые)	Образец-№2 (средне-спелые)
C <sub>16:0</sub>	Пальмитиновая	7,0	6,0
C <sub>18:0</sub>	Стеариновая	2,0	2,0
C <sub>18:1</sub>	Олеиновая	18	17
C <sub>18:2</sub>	Линолевая	44,0	42,5
C <sub>18:3</sub>	Линоленовая	4,0	

Результаты дисперсионного анализа свидетельствуют, что основными источниками дисперсии по содержанию пальмитиновой, стеариновой, олеиновой, линолевой и линоленовой кислот в созревающих семенах сои являются эффекты сорта, климатические условия выращивания и эффекты фазы развития семян [9].

Исходя из выше изложенного, разработка системы государственного контроля за качеством растительных масложировых продуктов, включающей контроль за содержанием массовой доли растительных масел в пищевых продуктах, а также разработка импорт заменяющего продукта питания для населения.

**Список литературы:**

1. Сорты, биопрепараты, росторегуляторы, агрохимикаты и технологии. Краснодар, 2017 43 с.
2. Халилов Н., Панжиев А. Нормы посева сои // Сельское хозяйство Узбекистана. 1989 № 2.
3. Баранов Б.Ф., Кочегура А.В., Лукомец В.М.. Соя на Кубани. Краснодар, 2009 318 с.
4. Тангирова Гулчехра Насридиновна Влияние нормы высева и нитрагина на рост, развитие, урожайность сортов сои: автореф. дис. .... д-ра философии(PhD) по с.-х. наукам. Ташкент. 2018 44 с.
5. Хамракулова Муборак Хакимжановна Усовершенствование технологии рафинации соевого и хлопкового масла автореф. дис. .... д-ра философии(PhD) по с.-х. наукам. Ташкент. 2019 40 с.
6. Антонов С.И. Соя – универсальная культура // Земледелие. 2000 №1. С.15.
7. Ахназарова С.М. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии Текст. / С.М. Ахназаров, В.В. Кафаров. М.: Высшая школа, 1985.-341 с.
8. Бабичев А.А. Соя в США Текст. / А.А. Бабичев// Масличные культуры. 1987 - № 6 - С.49 - 57.
9. Хамракулова М.Х., Абдуллаева М.А. Оптимизация процесса отбелки соевого масла //Главный редактор: Ахметов Сайранбек Махсатович, д-р техн. наук. – 2019. – С. 67.
10. Хамракулова М.Х., Кадиров Ю. Совершенствование процесса адсорбционной рафинации хлопкового масла сорбентами местного происхождения //International Scientific review of the problems and prospects of modern science and éducation. – 2018. – С. 13-16.

DOI: 10.32743/UniTech.2021.82.1-2.101-104

**СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ОЛЕОГЕЛЯ С ЦЕЛЬЮ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД  
НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДОВ****Хусанова Мамлакат Фурқатовна**

младший сотрудник  
Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии,  
Республика Узбекистан, Ташкентский р-н, п/о Ибрат

**Киёмов Шарифжон Нозимович**

(PhD), старший научный сотрудник,  
Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии,  
Республика Узбекистан, Ташкентский р-н, п/о Ибрат  
E-mail: [qiyomovsh@mail.ru](mailto:qiyomovsh@mail.ru)

**Бекназаров Хасан Сойибназарович**

д-р. техн. ведущий научный сотрудник  
Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии,  
Республика Узбекистан, Ташкентский р-н, п/о Ибрат

**Джалилов Абдулахат Турапович**

д-р. хим. наук, профессор, академик, директор  
Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии,  
Республика Узбекистан, Ташкентский р-н, п/о Ибрат

**SYNTHESIS AND RESEARCH OF OLEOGEL FOR PURIFICATION  
OF WASTE WATER OF OIL REFINING PLANTS****Mamlakat Khusanova**

Junior Researcher,  
Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent district, the village of Ibrat

**Sharifjon Kiyomov**

Phd, Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent district, the village of Ibrat

**Khasan Beknazarov**

Doctor of technical sciences,  
Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent district, the village of Ibrat

**Abdulahat Jalilov**

Doctor of Chemical Sciences, Prof. Academician,  
Director of the Tashkent Research Institute of Chemical Technology,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent region, the village of Ibrat

**АННОТАЦИЯ**

В статье описаны олеогели, синтезированные на основе каучуков и представляющие интерес в очистке вод, содержащие нефтяные отходы. Объяснены способы получения олеогелей на основе бутадиен стиролового каучука. Изучена кинетика реакции сшивания каучука. Подобраны оптимальные условия протекания реакции.

**ABSTRACT**

The article describes oleogels synthesized on the basis of rubbers and which are of interest in the treatment of waters containing oil waste. Methods for producing oleogels based on styrene butadiene rubber are explained. The kinetics of the rubber crosslinking reaction was studied. The optimal conditions for the reaction were selected.

**Ключевые слова:** бутадиен стироловый каучук, олеогел, сера, реакция сшивания. толуол, ксилол.

**Keywords:** styrene butadiene rubber, oleogel, sulfur, crosslinking reaction. toluene, xylene.

**Введение.** Химические и нефтехимические предприятия являются основными источниками загрязнения поверхностных и сточных вод нефтепродуктами. Существующие и устаревшие технологии в отрасли создают множество экологических проблем, которые резко ухудшают экологическую ситуацию. В настоящее время нефтяное загрязнение водной среды часто наблюдается предприятиями при частых сбросах сточных вод, мойке промышленного оборудования и так далее. Кроме того, процессы загрязнения воды могут происходить на всех стадиях добычи и переработки нефти, а также из-за сброса нефтегазовых отходов в сточные воды, в результате смешения воды с нефтью и затонувших судов в море [1-4].

Для очистки водной среды от нефтяных загрязнений при добыче, переработке и транспортировке нефти используются различные методы. Механические, термические, физико-химические и биологические методы [5]. Один из самых эффективных методов - сорбционный. Сорбционные материалы предъявляют следующие требования: гидрофобность, нефтеемкость, водопроницаемость, водопоглощение, простота использования, долговечность в водной среде, эффективность использования при различных температурах, нетоксичность, оптимальные цены и т.д. [6]. Поэтому химическая очистка воды от сточных вод, в свою очередь, изучение возможности использования нефти и нефтепродуктов в качестве смазочных материалов является актуальной задачей, имеющей большое научное и практическое значение. Актуальность проблемы заключается в том, что проблема загрязнения окружающей среды нефтепродуктами в настоящее время является одной из важнейших проблем [7, 8].

Сорбционный метод - один из методов глубокой очистки сточных вод от нефтепродуктов. В связи с высокой стоимостью сорбентов для получения олеогелей использовались каучуки следующих марок. Сегодня в мире производится множество синтетических каучуков, в том числе бутадиен-стирольный каучук (БСК) в больших количествах [9]. Каучуки

марки БСК, например, занимают первое место в Российской Федерации по объему производства каучуков. В 2017 году его доля составляла 31%. Каучуки марки БСК - аналог натурального каучука. Каучук БСК по ряду свойств очень близок к синтетическому стирольному каучуку (СКС). В этом случае эластичность, прочность на разрыв, адгезия, морозостойкость и другие свойства намного лучше, чем у других каучуков. Анализ больших объемов и сложного состава сточных вод, очищенных сорбентом, выявил присутствие минералов, а также растворенных нефтепродуктов [10, 11].

Целью исследования является разработка технических решений по очистке водных объектов от нефти и нефтепродуктов с использованием гидрофобного продукта олеогелей для снижения антропогенного воздействия промышленных предприятий на окружающую среду. В результате решения проблемы загрязнения окружающей среды нефтью и нефтепродуктами были получены гидрофобные олеогели. Это обеспечит чистоту сточных вод путем изучения методов их очистки от растворенных и эмульгированных углеводородов на нефтеперерабатывающих заводах.

#### *Экспериментальная часть*

В этом исследовании, чтобы получить олеогель из каучука БСК, каучуки переводили в растворимое состояние. Затем его сшили малеиновым ангидридом. На следующем этапе его сушили в сушильном шкафу, и масляную смесь с водой наносили в виде порошка. В результате масло было отделено от воды. Порошковые олеогели гораздо лучше отделяют масло от воды, чем олеогели небольшого размера, и являются экологически чистыми. Применяется при очистке пролитых масел на предприятиях, а также при очистке масел от многих промышленных предприятий. Применяется при смешивании нефти предприятий с водой, при очистке пролитого бензина на АЗС. В следующей таблице показаны параметры реакций получения олеогелей.

*Таблица 1.*

**Параметры реакции сшивания бутадиен стиролового каучука (БСК)**

№	Каучук	Растворитель	Инициатор	Сшивающий агент	Длительность протекания реакции, час	Степень набухания, г
1	БСК	Ксилол	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Малеиновый ангидрид	2	60
2	БСК	Ксилол	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Малеиновый ангидрид	3	70
3	БСК	Толуол	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Малеиновый ангидрид	4	90
4	БСК	Толуол	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Малеиновый ангидрид	4	95
5	БСК	Толуол	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Малеиновый ангидрид	3	65
6	БСК	Толуол	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Малеиновый ангидрид	5	80
7	БСК	Толуол	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Малеиновый ангидрид	3	70
8	БСК	Толуол	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Малеиновый ангидрид	5	80

Химические реакции проводили согласно приведенной выше таблице. Из таблицы можно видеть, что наилучшего результата (степень набухания

до 95%) показывает олиогель, полученный по четвертому параметру. На рисунке 1 показан ИК-спектр олеогеля, полученного из БСК.

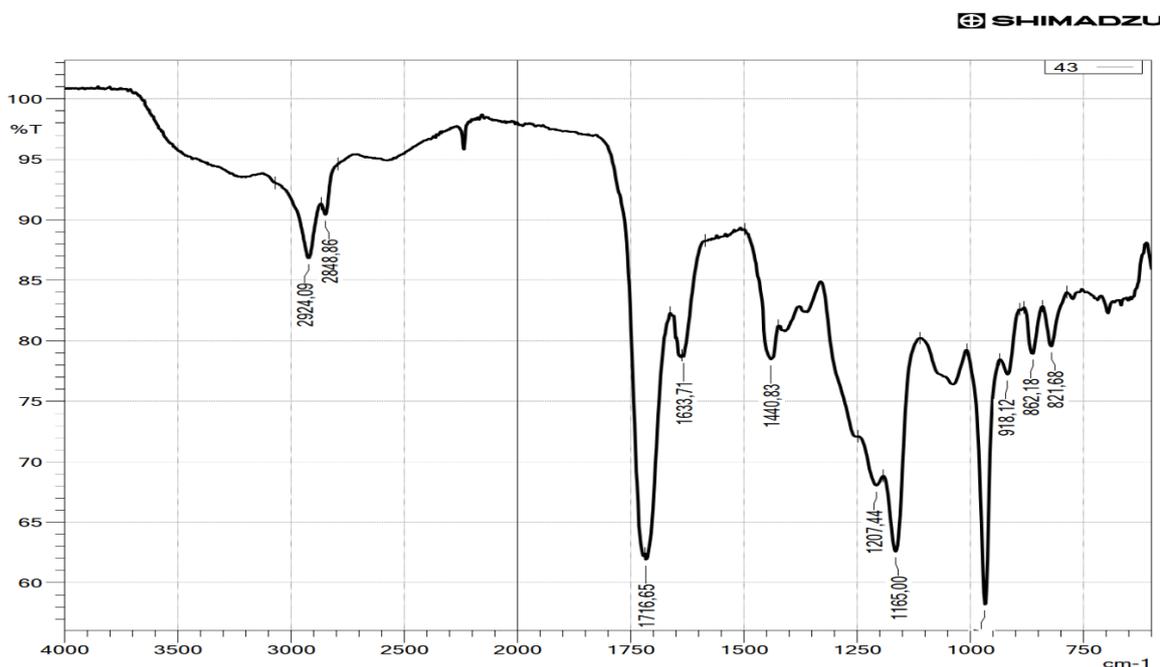


Рисунок 1. ИК-спектр олеогеля из БСК

По ИК-спектрам наблюдались линии поглощения  $2924,09\text{ см}^{-1}$ ,  $2848,86\text{ см}^{-1}$  и  $1440,83\text{ см}^{-1}$  характерные для симметричных колебаний сфер групп  $\text{CH}_2$ . В областях полос поглощения  $1207,44\text{ см}^{-1}$ ,  $1165,00\text{ см}^{-1}$  и  $918,12\text{ см}^{-1}$  наблюдались деформационные колебания звеньев С-Н. В результате сравнения полученного олеогеля со спектром каучука можно наблюдать, что появляется новое валентное колебание  $\text{C}=\text{O}$   $1716,65\text{ см}^{-1}$ , и возникает цис-связь  $\text{C}=\text{C}$  за счет чего наблюдается линия поглощения  $1633,71\text{ см}^{-1}$ .

### Заключение

Были получены олеогели на основе бутадиенстиролового каучука по реакции сшивания в присутствии малеинового ангидрида. В качестве инициатора реакции применена перекись водорода. Реакция сшивания протекла в среде растворителей, ксилола и толуола. Синтезированные олеогели были испытаны в смеси воды и масла. Было замечено, что 1 грамм порошка олеогеля, использованный в течение 5 минут при  $25\text{ }^\circ\text{C}$ , абсорбировал 40 грамм масла.

### Список литературы:

1. Ривин Э.М. Производство саже- и сажемаслонаполненных каучуков за рубежом Текст.: тем. Обзор, серия «Производство синтетического каучука» / Э.М. Ривин, А.Г. Страж, А.Г. Демакин, В.С. Шеин, Р.И. Фрейберг. М.: цниитнефтехим, 1969. - 38 с.
2. Джалилов А.Т., Киёмов Ш.Н. Уретан-эпоксидные терморезистивные полимерные системы в качестве антифрикционного материала // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 5. – С. 76-78.
3. Киёмов Ш.Н., Джалилов А. Т. УРЕТАНОВЫЙ ОЛИГОМЕР ОУ-400 // Universum: технические науки. – 2020. – №. 7-2 (76).
4. Bodennec M., Guo Q., and Rousseau D. (2016). Molecular and microstructural characterization of lecithin-based oleogels made with vegetable oil. *RSC Adv.* 6, 47373–47381.
5. Albi T., Lanzón A., Guinda A., Pérez-Camino M.C., and León, M. (1997). Microwave and conventional heating effects on some chemical parameters of edible fats. *Agric. Food Chem.* 45, 3000–3003.
6. Киёмов Ш.Н., Крыжановский В.К., Лавров Н.А. Деформация дисперсно-наполненных эпоксидных полимеров // Композиционные материалы. Узбекский научно-технический и производственный журнал. – 2017. – №. 4. – С. 13-14.
7. Краус Дж. Усиление эластомеров Текст. / Дж. Краус; пер. С англ. Под ред. К.А. Печковской. М.: Химия, 1968. - 483 с.

8. Киёмов Ш.Н., Джалилов А.Т. Адгезия эпоксиуретанового полимера по металлу //universum: технические науки. – 2020. – №. 9-2 (78).
9. Хусанова М.Ф., Киёмов Ш.Н., Джалилов А.Т. Свойства новых олеогелей на основе каучуков //Universum: технические науки. – 2020. – №. 9-2 (78).
10. Киёмов Ш.Н., Джалилов А.Т. Трибология эпоксиуретанового полимера //Universum: технические науки. – 2019. – №. 6 (63).
11. Vascuas S., Hernando I., Moraga G., and Quiles A. (2020). Structure and stability of edible oleogels prepared with different unsaturated oils and hydrocolloids. *Int. J. Food Sci. Technol.* 55, 1458–1467.
12. Киёмов Ш.Н., Джалилов А.Т. Трибология эпоксиуретанового полимера //Universum: технические науки. – 2019. – №. 6 (63).

*ДЛЯ ЗАМЕТОК*

*ДЛЯ ЗАМЕТОК*

*ДЛЯ ЗАМЕТОК*

Научный журнал

**UNIVERSUM:  
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№ 1(82)  
Январь 2021

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+