UNIVERSUM: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

Выпуск: 2(59)

Февраль 2019

Москва
2019

УДК 62/64+66/69

ББК 3

U55

Главный редактор:

Ахметов Сайранбек Махсутович, д-р техн. наук;

Заместитель главного редактора:

Ахмеднабиев Расул Магомедович, канд. техн. наук;

Члены редакционной коллегии:

Демин Анатолий Владимирович, д-р техн. наук;

Елисеев Дмитрий Викторович, канд. техн. наук;

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

Ким Алексей Юрьевич, д-р техн. наук;

Козьминых Владислав Олегович, д-р хим. наук;

Манасян Сергей Керопович, д-р техн. наук;

Мартышкин Алексей Иванович, канд. техн. наук;

Романова Алла Александровна, канд. техн. наук;

Серегин Андрей Алексеевич, канд. техн. наук;

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

U55 Universum: технические науки: научный журнал. – № 2(59). М., Изд. «МЦНО», 2019. – 100 с. – Электрон. версия печ. публ. – <http://7universum.com/ru/tech/archive/category/259>

ISSN (печ.версии): 2500-1272

ISSN (эл.версии): 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2019.59.2

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2019 г.

Содержание

Безопасность деятельности человека	5
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В УЗБЕКИСТАНЕ	5
Мягкова Наталья Валентиновна	
Информатика, вычислительная техника и управление	9
МЕСТО АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ШКОЛЬНОЙ	9
БИБЛИОТЕКИ В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ КУЛЬТУРЫ	
ШКОЛЬНИКА	
Суханова Надежда Тимофеевна	
Гречкина Мария Александровна	
УТОЧНЕНИЕ ТЕКТОЛОГИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ	14
Катульский Август Александрович	
Металлургия и материаловедение	17
ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ НАПРЯЖЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ	17
КОРРОЗИОННОГО РАСТРЕСКИВАНИЯ СТАЛИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ	
Буклешев Дмитрий Олегович	
Технология материалов и изделий текстильной и легкой промышленности	22
ОЦЕНКА ТОЛЩИНЫ КРАСОЧНОГО СЛОЯ ПЕЧАТНОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ ОПЫТНЫХ	22
ОБРАЗЦОВ БУМАГИ	
Ешбаева Улбосин Жамаловна	
Джалилов Анвар Абдугафарович	
Шин Илларион Георгиевич	
Технология продовольственных продуктов	27
ВЛИЯНИЕ САХАРОЗАМЕНТЕЛЕЙ И ПОДСЛАСТИТЕЛЕЙ НА БЕЗВРЕДНОСТЬ	27
КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ	
Жаббарова Сарвиноз Комилжоновна	
ПРОИЗВОДСТВО КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ С КРУПЯНЫМИ КОНЦЕНТРАТАМИ	32
Бекбулатова Екатерина Вячеславовна	
Хошимов Хакимжон	
Мирзахмедов Абдурашид Мамасидикович	
СВОЙСТВА ПЕКТИНА ИЗ КОНЦЕНТРАТА ТОПИНАМБУРА, ПОЛУЧЕННОГО ПО	37
ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ	
Рустамбекова Фируза Фуркатовна	
Бобоев Акмал Хатамович	
ГИДРАТАЦИЯ САФЛОРОВОГО МАСЛА С НАЛОЖЕНИЕМ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ	40
Акрамова Раъно Рамизитдиновна	
Сагдуллаева Дилафруз Саидакбаровна	
Тураев Аббасхан Собирханович	
Абдурахимов Саидакбар Абдурахманович	
Ходжаев Сарвар Фахреддинович	
Умаров Фарход Азмиддин угли	
Химическая технология	44
ИЗУЧЕНИЕ ТЕРМОСТОЙКОСТИ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ, ПОЛУЧАЕМЫХ	44
ИЗ РАЗРАБОТАННЫХ КОМПОЗИЦИЙ НАВБАХОРСКИХ ГЛИН	
Тошев Шерзод Орзиевич	
Абдурахимов Саидакбар Абдурахманович	
Адизов Бобиржон Замирович	
Базаров Гайрат Рашидович	
ПОЛУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ГЛИЦИРАМА С о-АМИНОФЕНОЛОМ	49
Рустамов Санжар Аширалиевич	
Исаев Юсуп Тожимаматович	
Аскарлов Иброхим Рахмонович	

ПОЛУЧЕНИЕ ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩИХ ДЕЭМУЛЬГАТОРОВ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ	52
Курбанов Азизжон Рустамович Салихова Озода Абдуллаевна Мирзаахмедова Мавлуда Ахмеджановна Байматова Гулноза Ахмедовна	
ИССЛЕДОВАНИЕ ИНГИБИРОВАНИЕ КОРРОЗИИ СТАЛИ 20 В 1М РАСТВОРАХ H ₂ SO ₄ , ИССЛЕДОВАННЫХ МЕТОДОМ АТОМНО-АБСОРБЦИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ	56
Нуриллоев Зафар Исматиллоевич Бекназаров Хасан Сойибназарович Джалилов Абдулахат Турапович	
ИССЛЕДОВАНИЕ МОДИФИКАЦИИ ДОРОЖНОГО БИТУМА ЭЛЕМЕНТНОЙ СЕРОЙ	65
Тураев Файзулла Тожиевич Бекназаров Хасан Сойибназарович Джалилов Абдулахат Турапович	
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ИЗ НИХ ДЛЯ ХЛОПКОВЫХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ	70
Тухташева Малохат Нафасовна Гулямов Гияс Негматов Саибжан Садыкович Абед Нодира Саибжановна Нуруллаев Жонибек Асрор угли Махмудова Адолат Бахтиёровна	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ СУЛЬФАТА НАТРИЯ ВЫСШЕГО СОРТА ИЗ МИРАБИЛИТА ТУМРЮКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	74
Усманов Илхам Икрамович Бобокулова Ойгул Соатовна Мирзакулов Холтура Чориевич Талипова Хабиба Салимовна	
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ НОВОГО ДЕФОЛИАНТА	78
Эргашев Дилмурод Адилжанович Тураев Тиркаш Тураевич Мирзаолимов Акмалжон Набиевич Аминбоев Алёрбек Ғолибжон ўғли Хамдамова Шохида Шерзодовна	
СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФОСФОРИТОВ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ	89
Мирзакулов Холтура Чориевич Волынскова Надежда Владимировна Меликулова Гавхар Эшбоевна Усманов Илхам Икрамович	
ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЕСФТОРИВАНИЯ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ, ПОЛУЧЕННОЙ ИЗ ТЕРМОКОНЦЕНТРАТА ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ В ПРИСУТСТВИИ ОКСИДА КРЕМНИЯ	93
Ходжамкулов Сахомиддин Зоирович Номозов Аброр Карим угли Меликулова Гавхар Эшбоевна Мирзакулов Холтура Чориевич	

БЕЗОПАСНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В УЗБЕКИСТАНЕ

*Мягкова Наталья Валентиновна**ассистент, Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: maria7878@mail.ru*

ECOLOGICAL ASPECTS OF CLIMATE CHANGE IN UZBEKISTAN

*Natalya Myagkova**Assistant, Tashkent Institute of Irrigation Engineers and Agricultural Mechanization,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается проблема изменения климата в Республике Узбекистан. На основании анализа данных многолетних исследований проведена оценка степени потепления в различных областях республики и его возможных последствий для формирования водного стока. Сделан вывод о возможном росте минерализации речных вод в зоне потребления стока.

ABSTRACT

The article deals with the problem of climate change in the Republic of Uzbekistan. Based on analysis of long-term research data, the degree of warming in different regions of the country and its possible implications for the formation of the water flow was evaluated. The conclusion is made about the possible growth of river water mineralization in the zone of flow consumption.

Ключевые слова: потепление, осадки, водоснабжение, дефицит воды.

Keywords: warming, precipitation, water supply, water shortage.

Узбекистан относится к уязвимым странам в отношении изменения климата. Повышение средних годовых температур воздуха в Узбекистане происходит на фоне высокой естественной изменчивости, которая обуславливает значительные межгодовые колебания. Наиболее значительные повышения средних годовых температур воздуха отмечены на метеостанциях Ташкент и Фергана (1,8°C и 1,6°C соответственно). В среднем по Узбекистану темпы повышения температуры воздуха составляют 0,27°C за 10 лет.

Анализ динамики годовых сумм осадков, осредненных по различным районам Узбекистана, за период 1950-2017 годы показывает тенденции к уменьшению. Наиболее выраженные тенденции уменьшения сумм осадков отмечены на южных равнинах Узбекистана и пустынях Бухарской и Кашкадарьинской областей.

В третьем национальном сообщении по изменению климата указывается, что повышение температуры воздуха в Узбекистане будет продолжаться в соответствии с уже наблюдаемыми трендами и к 2030-м годам составит 1,0-1,4°C. При общем потеплении климата в будущем увеличивается вероятность

интенсивных «волн жары» и сохраняется вероятность волн холода.

Годовые суммы осадков в зоне формирования стока бассейна Сырдарьи во времени и по сценариям выбросов парниковых газов меняются незначительно, в бассейне Амударьи возможно сокращение осадков на 13% при реализации экстремального сценария выбросов парниковых газов. В целом по всем сценариям отмечается тенденция к понижению уровня увлажнения в регионе.

Для водных ресурсов Узбекистана огромное значение имеет горное оледенение водосборного бассейна Аральского моря. Темпы сокращения оледенения варьируют по территории и по временным периодам от 0,1 до 1,65% в год [11].

Оценка будущего спроса на воду показала, что уже в настоящее время запросы воды для орошения и экологических целей не удовлетворяются. Дефицит водных ресурсов значительно возрастет в условиях изменения климата. К 2040 году даже при увеличении стока рек бассейнов Амударьи и Сырдарьи, общий дефицит воды для орошения в Узбекистане, может составить 8,0%, при неизменном стоке – 15,4%,

при сокращении стока дефицит водных ресурсов может достигать 33,5%.

Как указывается в национальном сообщении по изменению климата, в связи с возможным сокращением вегетационного стока и увеличением водопотребления во всех секторах экономики в результате изменения климата и за счет интенсивного роста населения в Узбекистане значительно возрастают риски формирования экстремального маловодья и засухи, особенно в нижнем течении рек бассейна Амударьи (Республика Каракалпакстан, Хорезмская и Бухарская области). Наиболее уязвимыми окажутся также районы, водообеспечение которых зависит от стока малых рек. Риски атмосферной засухи рассматривались в отношении пахотных земель, лугов и пастбищ. Согласно умеренному сценарию выбросов парниковых газов (WRE750), доля площадей лугов и пастбищ, подверженных высокому риску атмосферной засухи (40 и более дней в году с дефицитом влажности воздуха более 50 гПа), может достигнуть 28%, а доля пахотных земель с высоким риском засухи – 35% [1, 9, 10].

Водные ресурсы Узбекистана определяются поверхностным стоком рек Сырдарьи и Амударьи (55%), стоком малых рек (33%), подземных вод (около 10%), коллекторно-дренажного стока (2%). Всего на территории Узбекистана насчитывается более 17 тыс. естественных водотоков, большая часть которых представлена реками длиной менее 10 км. В маловодные годы русла многих малых рек пересыхают.

Сток рек Амударьи и Сырдарьи формируются на территории Таджикистана и Кыргызстана. На водосборных площадях бассейнов Сырдарьи средний многолетний сток составляет 38 км³, из них 10% формируется на территории Узбекистана, реки Амударьи – 79 км³, и 8% из них формируется в Узбекистане.

Сток р. Амударьи зарегулирован водохранилищами. Комплекс ирригационной системы включает большое число каналов, насосных станций, коллекторов, ирригационных сбросов. К крупным каналам относятся Каракумский канал, Каршинский магистральный канал с каскадом из 6 насосных станций и Аму-Бухарский канал.

Сток р. Сырдарьи зарегулирован крупными водохранилищами: Кайракумское в Таджикистане (проектный объем 3,4 км³), Шардаринское в Казахстане (проектный объем 5,2 км³). Кроме того, на одной из составляющих – р. Нарын находится крупнейшее Токтогульское водохранилище, полная емкость которого составляет 19,5 км³, полезная – 14 км³. С 1993 г. был изменен режим использования Токтогульского водохранилища с ирригационного режима на энергетический, что соответственно повлияло на внутригодовое распределение стока, и пик половодья стал приходиться на осенне-зимние месяцы, что приводит к дефициту воды в вегетационный период.

В горной зоне качество вод по общей минерализации является высоким (от 60 до 400 мг/л). Специфические загрязняющие вещества, такие как тяжелые металлы, фенолы, природные углеводороды, присутствуют в пределах фоновых значений. В равнинной

области, в зоне потребления речного стока, и устьевых участков рек поверхностные воды имеют повышенную минерализацию (от 1070 до 2500 мг/л), а в зоне влияния промышленно-городских агломераций характеризуются повышенным содержанием нитритного азота, органических веществ и тяжелых металлов.

С развитием орошаемого земледелия и отводом коллекторно-дренажного стока за пределы орошаемых массивов, по периферии зон орошения стали образовываться водоемы в естественных понижениях рельефа, которые выделены в отдельный тип – ирригационно-сбросовые озера (ИСО). Общий объем возвратных вод от различных водопотребителей и водопользователей колеблется в пределах 28-33 км³/год. В бассейне Аральского моря суммарный объем ИСО уже превышает объем всех водохранилищ. К наиболее крупным относятся Саракамыш, Денгизкуль, Судочье в бассейне р. Амударьи и Айдар-Арнасайская система озер в среднем течении р. Сырдарьи. Располагаясь на пути сезонных миграций водоплавающих птиц, ирригационно-сбросовые озера являются их местом отдыха и кормежки. Так, в Рамсарский список охраняемых водно-болотных угодий включены озеро Денгизкуль и Айдар-Арнасайская система озер [3, 9, 11].

Водохранилища Узбекистана осуществляют сезонное регулирование стока и подразделяются по виду эксплуатационных водных ресурсов на водохранилища ирригационного и комплексного назначения. Водохранилища комплексного назначения используются для решения ирригационных, энергетических и рыбохозяйственных задач.

Как показывают исследования, климатические изменения, происходящие в настоящее время, оказывают негативное воздействие на социально-экономическое развитие [6, 7, 9]. Высокую уязвимость Узбекистана к изменению климата подтверждает оценка Всемирного банка, основанная на комплексном индексе, учитывающем три показателя:

- подверженность воздействию, которая характеризует степень изменения климата;
- чувствительность к изменению климата, которая учитывает факторы, усиливающие воздействие климатических изменений, и включает в себя: наличие водных ресурсов на душу населения, экономические показатели, состояние инфраструктуры, степень загрязнения окружающей среды;
- долговременные изменения температуры воздуха и осадков. Повышение среднегодовых температур воздуха в Узбекистане происходит на фоне высокой естественной изменчивости, которая обуславливает значительные межгодовые колебания. Темпы потепления превышают средние темпы, наблюдаемые в глобальном масштабе.

Тенденции к потеплению проявляются по всем станциям, имеющим длительные ряды наблюдений. Наиболее значительные повышения среднегодовых температур воздуха отмечены на метеостанциях Ташкент и Фергана, для которых разница двадцатилетних средних значений (1900-1919 гг. и 1994-2013 гг.) составила 1,8 и 1,6°C, соответственно [2, 8,

10]. Эти изменения являются статистически значимыми (отношение трендового приращения к стандартному отклонению $Tt/\sigma > 1,5$).

На юге Узбекистана тенденции к потеплению слабее, а на станции Джизак имеют место наиболее низкие темпы, связанные с масштабным орошением Голодной степи.

Среднегодовые температуры воздуха. На большинстве станций Узбекистана повышение среднегодовых температур воздуха с 1950 г. является статистически значимым, тренд потепления почти в 2 раза превысил естественную изменчивость. Наибольшие темпы потепления отмечаются на севере республики и в больших городах ($0,30-0,43^{\circ}\text{C}$ за 10 лет), наименьшие – в горной зоне ($0,10-0,14^{\circ}\text{C}$ за 10 лет).

Умеренные темпы потепления отмечаются в районах, где в рассматриваемый период времени создавались орошаемые массивы. В среднем по Узбекистану темпы потепления составили $0,27^{\circ}\text{C}$ за 10 лет.

Фактически доступные для использования водные ресурсы полностью определяются водностью рек бассейнов Амударьи и Сырдарьи в конкретном году. Существует ряд международных соглашений и документов, касающихся распределения и управления водами трансграничных рек между странами.

Объем водных ресурсов, которыми может располагать Узбекистан соответственно межгосударственному водodelению, определен в размере $59,2 \text{ км}^3$ по году 90% обеспеченности. Как отмечено выше, фактический водозабор из поверхностных водотоков зависит от доступности водных ресурсов, т.е. от водности года. Помимо поверхностных вод больших и малых рек, нужды водопотребителей покрываются за счет эксплуатационных запасов подземных вод и повторного использования коллекторно-дренажного стока.

В современных условиях в распоряжении Узбекистана находится в среднем $11,5 \text{ км}^3$ поверхностного стока внутренних рек, $42,0 \text{ км}^3$ трансграничных рек и $9,43 \text{ км}^3$ возвратных и подземных вод. В связи с дефицитом водных ресурсов с 1993 года в стране принято лимитированное (ограниченное) водопользование всех потребителей, которое устанавливается по принципу равной водообеспеченности и приоритетности обеспечения водой.

В общем объеме водопотребления доля ирригации в среднем за период 1996-2017 гг. составила 86%, доля энергетики – 8%, доля питьевого и коммунального водоснабжения – около 4%. Ирригационное потребление напрямую зависит от водности текущего года. Наблюдается некоторая тенденция снижения ирригационного потребления в результате увеличения площадей под зерновыми и их сокращения под техническими культурами, в том числе и под такими влагоемкими как хлопчатник, а также активного внедрения водосберегающих технологий. В современных условиях для орошения порядка 4,2 млн. га земель забирается в среднем 48,17 млрд. м^3 воды.

Происходящие климатические изменения (рост температур воздуха, сокращение горного оледенения и сезонного снежного покрова, уменьшение количе-

ства атмосферных осадков, повышение изменчивости климатических характеристик) негативно влияют на режим формирования и количество водных ресурсов в регионе. Возможное сокращение стока рек и интенсивный рост численности населения в нашей стране может увеличить потребности в воде и создать трудности для сохранения баланса между спросом и доступными водными ресурсами.

Прогнозируемое изменение климата может оказать существенное воздействие на развитие и устойчивость сельскохозяйственного производства, базирующегося на орошаемом земледелии. Согласно обновленным климатическим сценариям, ожидаемое повышение температур воздуха в аридной зоне обусловит рост испарения с сельскохозяйственных полей и повышенные требования на воду для ирригации. Возможное сокращение водных ресурсов приведет к возникновению ряда проблем, связанных с удовлетворением спроса на воду сельскохозяйственного сектора и населения, приобретая особую остроту в маловодные годы.

Потребности в орошении сельскохозяйственных культур в условиях изменения климата оценены на основе расчетов эвапотранспирации с учетом почвенных свойств и биологических особенностей сельскохозяйственных культур. Изменения величины оросительных норм по агроклиматическим зонам будут зависеть от особенностей географического положения и ожидаемых климатических условий. Согласно расчетам, оросительные нормы для большинства культур (хлопчатника, люцерны, овощей, древесных насаждений) увеличатся к 2030 г. на 5,8-7,3%, к 2050 г. – на 9,7-15,0%.

Современная ситуация в зоне интенсивного потребления стока характеризуется высокой степенью зарегулирования речного стока, засолением и загрязнением вод и ландшафтов. В многолетнем аспекте в изменении количественных характеристик химических ингредиентов в речных водах этой зоны просматриваются как положительные, так и отрицательные тренды [2, 3, 4]. В последние 15-20 лет новые орошаемые территории практически не осваиваются и нет существенного роста стока КДВ, соответственно отсутствует повсеместный выраженный рост минерализации речных вод при сохранении ее повышенного уровня в нижнем течении основных рек. Изменение значений минерализации в последние годы в основном связаны с климатическими факторами, а именно с многолетними колебаниями водного стока.

На водотоках в их нижнем течении хорошо выражена обратно пропорциональная зависимость между минерализацией и расходами воды: коэффициент корреляции (r) среднегодовых значений варьирует в пределах 0,68-0,83. При этом в маловодные годы (1986, 1989, 1997, 2000, 2001, 2011 гг.) в ЗИПС среднегодовые значения минерализации в замыкающих участках рек могут возрастать по сравнению со среднимноголетними значениями в 1,1-1,6 раза, а в отдельные месяцы – в 2-5 раз. Это свидетельствует о том, что потепление климата может привести к снижению качества воды в реках. В условиях прогресси-

рующей аридизации климата и сохранения неизменной ситуации в управлении поверхностным стоком, вероятно, следует ожидать роста минерализации речных вод в зоне потребления стока.

Таким образом, изменение климата приводит к росту антропогенной нагрузки на водные ресурсы

Узбекистана, что неизбежно приводит к повышению риска экологических проблем, особенно в части сокращения водных ресурсов как по качеству, так и по количеству.

Список литературы:

1. Крейцберг-Мухина Е.А., Мирабдуллаев И.М., Тальских В.Н. Основные результаты экологического мониторинга ветланда Судочье // Экологическая устойчивость и передовые подходы к управлению водными ресурсами в бассейне Аральского моря: Материалы Центральноазиатской Международной научно-практической конференции. – Алматы-Ташкент, 2003. – с.355-363.
2. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов в Республике Узбекистан (2008-2011 гг.) / Под ред. Н.М.Умарова; Государственный комитет Республики Узбекистан по охране природы. – Ташкент: Chinor ENK, 2013. – 260 с.
3. Никитин А.М. Озера Средней Азии. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 106 с.
4. Очерки развития гидрометеорологии в Республике Узбекистан / Редколл.: Чуб В.Е., Кадыров Б.Ш., Мягков С.В., Иногамова С.И. и др. – Ташкент: Узгидромет, НИГМИ, 2013. – 330 с.
5. Рубинова Ф.И. Влияние водных мелиораций на сток и гидрохимический режим рек бассейна Аральского моря // Труды САНИГМИ. - Вып. 124(205). – 1987. – 159 с.
6. Скрипникова Л.Е. Влияние изменения климата на различные сектора экономики Узбекистана // Последствия изменения климата, меры адаптации. – Бюллетень № 7. – Ташкент, 2008. – с.32-36.
7. Спекторман Т.Ю. Оценка изменений прикладных климатических характеристик, необходимых для анализа уязвимости сектора энергетики и отдельных отраслей хозяйства // Изменение климата, причины, последствия и меры реагирования. – Бюллетень № 10. – Ташкент, 2016. – с. 17-28.
8. Спекторман Т.Ю. Сценарии изменения климата для территории Узбекистана и зоны формирования стока рек Сырдарьи и Амударьи // Изменение климата, причины, последствия и меры реагирования. – Бюллетень № 9. – Ташкент, 2015. – с. 29-39.
9. Тальских В.Н., Беглов Е.О. Влияние климатических факторов на водные экосистемы и меры адаптации // Последствия изменения климата, меры адаптации. – Бюллетень № 7. – Ташкент: НИГМИ, 2008. – с. 53-61.
10. Третье национальное сообщение Республики Узбекистан по РКИК ООН. Ташкент, 2016. -220с.
11. Тучин А.И., Громыко К.В., Рузиев И.Б. Экологические проблемы Южного и Северного Приаралья и предложения по их реабилитации и стабилизации функционирования // Экологическая устойчивость и передовые подходы к управлению водными ресурсами в бассейне Аральского моря: Материалы Центральноазиатской Международной научно-практической конференции. – Алматы-Ташкент, 2003. – с. 341-351.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ**МЕСТО АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ШКОЛЬНОЙ
БИБЛИОТЕКИ В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ КУЛЬТУРЫ
ШКОЛЬНИКА***Суханова Надежда Тимофеевна**канд. пед. наук, доцент, Нижегородский архитектурно-строительный университет
РФ, г. Нижний Новгород**Гречкина Мария Александровна**студент, Нижегородского государственного педагогического университета им. К. Минина
РФ, г. Нижний Новгород***PLACE OF AUTOMATED INFORMATION SYSTEM OF THE SCHOOL LIBRARY
IN THE FORMATION OF THE SCHOOL STUDENT INFORMATION CULTURE***Nadezhda Sukhanova**candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Nizhny Novgorod University of Architecture and Civil Engineering
Russia, Nizhny Novgorod**Maria Grechkina**student, Nizhny Novgorod State Pedagogical University. K. Minin
Russia, Nizhny Novgorod***АННОТАЦИЯ**

В статье рассматривается влияние автоматизированной школьной библиотеки в процессе формирования информационной культуры школьника. Проводится сравнительная характеристика существующего программного обеспечения в сфере автоматизации библиотек образовательных учреждений.

ABSTRACT

The article discusses the impact of an automated school library in the process of forming a student's information culture. A comparative description of the existing software in the field of automation of libraries of educational institutions.

Ключевые слова: автоматизированная информационная система, автоматизированное рабочее место, информационная культура, миссия школьной библиотеки.

Keywords: automated information system, automated workplace, information culture, the mission of the school library.

Введение. Автоматизированная информационная система – это система, с помощью которой информация обрабатывается для сбора и распространения посредством ряда автоматизированных процессов. Система часто требует очень мало человеческого взаимодействия, кроме настройки и обслуживания. Она часто используется для доступа к информации и отправки ее отдельным лицам. Основная сфера применения автоматизированных систем коммерческие организации, частные фирмы, государственные учреждения, общеобразовательные учреждения.

Использование автоматизированной информационной системы, также известной, как автоматизированная система управления информацией, может принести большую пользу, как государственным учреждениям, так и частным компаниям [6, с.29]. Процесс быстрого распространения информации через автоматизированную систему может сэкономить много часов кропотливой работы, обеспечивая экономию средств для организации, нуждающейся в распространении этой информации.

Одним из примеров автоматизированной информационной системы, является автоматизированная

библиотечно-информационная система. Она особенно полезна для тех, кто ищет конкретные библиотечные материалы. Зачастую весь карточный каталог библиотеки доступен как при посещении библиотеки, так и при использовании веб-ресурса. Как только книги отсканированы, они сразу же будут отображены в системе, минуя ручной труд библиотекаря по внесению номеров учета на бумажные носители. Онлайн-возможности этого типа автоматизированной информационной системы особенно удобны для пользователя библиотеки. Нет необходимости идти в библиотеку, можно проверить прямо из дома наличие любимой книги, журнала или справочника.

Наиболее актуальным является применение автоматизированной информационной системы библиотеки для общеобразовательных учреждений. При наличии такой системы, для школьника всегда будет открыт в мир знаний. Он не просто сможет посещать библиотеку и брать книги на дом, он сможет просматривать наличие интересующей его литературы, не выходя из дома [3, с.5].

Кроме того, программное обеспечение позволяет добавлять книги с пользовательскими тегами и предоставлять встроенную опцию фильтра. С его помощью можно выставить параметры поиска. Например, зная отрывок из стиха можно найти стих полностью, посмотреть в каких сборниках имеются публикации данного стихотворения, а также узнать авторство.

Цель статьи. Провести исследование на влияние автоматизированных школьных библиотек на формирование информационной культуры школьника. Проанализировать существующие информационные системы в сфере автоматизации деятельности школьных библиотек. Построить сравнительную характеристику. Рассмотреть основные аспекты автоматизации библиотеки на примере МБОУ "Школа 171", г. Н. Новгорода.

Изложение основного материала статьи.

Программное обеспечение в сфере автоматизации школьной библиотеки позволяет школам надлежащим образом и намного более эффективно отслеживать книги, которые у них есть. Как правило, школы, которые не используют такие системы, используют метод бумажного учета информации. Этот процесс занимает довольно много времени, и всегда есть вероятность, что при вводе данных может быть допущена ошибка, так как всегда присутствует человеческий фактор. Поэтому школы стараются перейти на электронные библиотеки. Они просты в использовании и, в то же время, позволяют легко их обновлять. Вероятность ошибки, таким образом, меньше. Преимущество использования таких современных технологий состоит в том, что школа располагает всеми данными в одном месте. Это отвечает всем требованиям, которые предъявляются к автоматизации библиотечной деятельности.

В настоящее время, на рынке информационных услуг представлен большой выбор готовых решений по автоматизации деятельности школьных библиотек. В рамках исследования рассмотрим наиболее интересные на наш взгляд системы.

АИБС «МАРК-SQL – версия для школьных библиотек» позволяет автоматизировать основную деятельность школьного библиотекаря. Программное обеспечение предлагает следующие функциональные возможности:

- формирование электронного каталога книг, включающего периодические издания, художественную литературу, учебники, а также электронные книги;
- получение доступа к единой базе данных удаленно;
- автоматизация процесса учета и выдачи книг;
- выполнение анализ наиболее популярных книг;
- подбор необходимой для проведения урока литературы по поиску ключевых слов;
- поиск по автору, строкам из произведения, названию, году издания [1, с. 23].

Еще одна система, которая на наш взгляд достойна внимания – это автоматизированная информационная система «1С: ШКОЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА». Система является платным решением от разработчиков 1С. Она автоматизирует основные функции учета школьного библиотечного фонда, такие как:

- учет всех данных, которые находятся на балансе школьной библиотеки;
- ведение автоматизированного электронного книжного журнала;
- списание книг по причинам: ветхость, утеря, неактуальность;
- регистрация школьников и преподавательского состава в библиотечной системе;
- автоматизированное формирование отчетов «Акт прибытия», «Акт убытия», «Акт списания», «Балансовая стоимость»;
- поиска по заданным критериям [4].

Наиболее популярным решением, в сфере автоматизации информационной деятельности является АИБС «МЕГАПРО». Система сочетает в себе простоту использования и широкий функционал, позволяющий автоматизировать деятельность школьной библиотеки. В состав системы входят следующие модули:

- «Электронная библиотека»;
- «Регистрация»;
- «Обслуживание»;
- «Каталогизация»;
- «Комплектование»;
- «Подписка»;
- «Книгообеспеченность»;
- «Администрирование».

Использование системы позволяет автоматизировать учет библиотечного фонда школы. Поддержка формата UNICODE гарантирует хранение и представление данных электронных ресурсов. Система предоставляет пользователю, как локальный доступ, так и использование веб-ресурса, который доступен зарегистрированному пользователю при наличии интернет соединения [5].

Рассмотрев решения по автоматизации школьных библиотек, была построена таблица (Таблица 1),

которая демонстрирует в сравнении основные функциональные возможности каждой из систем.

Таблица 1.

Сравнительная характеристика АИБС

Функции АИБС	МАРК-SQL	«1С: ШКОЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА».	МЕГАПРО
Автоматизация учета выдачи книг	Полная автоматизация учета выдачи книг, возможность автоматической выдачи учебников или литературы для всех учеников определенного класса.	Учет выдачи книг, с возможностью списания книг по причинам. Ведение электронного журнала учета выдачи книг.	Наличие доступных модулей, позволяет не только вести учет выдачи книг, но и производить каталогизацию, с учетом книг, которые выданы на руки.
Возможность хранения и получения доступа к электронным материалам	Доступ к данным открыт только зарегистрированным пользователям системы	Отсутствует для пользователя системы, данные могут быть выданы школьнику только при личном посещении библиотеки.	Доступ к любому электронному материалу библиотеки
Формирование отчетов	Формирование отчетов по электронному журналу выдачи книг	Формирование всех видов отчетности. Формы согласно ГОСТ	Отчетность по каждому из модулей системы
Доступ к системе он-лайн	Доступ к системе открыт только в зале библиотеки школы.	Система доступна только библиотекарю школы. Нет возможности к получению информации он-лайн	Доступ открыт с персонального компьютера с любой точки на карте для зарегистрированных пользователей
Подбор необходимой литературы по заданным параметрам	Система может подобрать необходимую литературу по заданным критериям	Система не имеет функций анализа по подбору литературы	Система проводит анализ книг пользователя и может предложить для него похожий вариант

После проведения сравнительного анализа каждой из рассматриваемых систем, было выявлено, что нет системы, которая бы полностью отвечала требованиям автоматизации школьной библиотеки. Например, при наличии учета книг, система не обладает возможностью формирования отчета, форма которого требуется для ведения документации о работе

школьной библиотеки. На основе функциональных возможностей рассмотренных систем и их характеристик, была построена диаграмма (Диаграмма 1), которая наглядно отображает степень автоматизации деятельности библиотеки для каждой ИС по 10 балльной шкале оценок.

Диаграмма 1. Степень автоматизации АИБС

Диаграмма показывает, что ни одна из рассмотренных АИБС не позволит добиться полной автоматизации школьной библиотеки. При этом стоит учесть, что при рассмотрении внедрения в определенную школу, степень автоматизации может

быть меньше, так как не будут учитываться особенности структуры данного учреждения.

Проблема автоматизации школьной библиотеки встала острым вопросом в МБОУ "Школа 171",

г. Н. Новгорода, где учет книг в библиотеке полностью зависит от человеческого фактора, и никак не автоматизирован. Все книги, которые поступают в библиотечный фонд, вносятся в инвентарный журнал. Движение книг учитывается в журнале учета книг и формуляре, который заведен на каждого школьника и педагога. Учебник выдается периодом на год, дополнительная литература, которая интересует школьника сроком на 7 дней. Зачастую, эти сроки не соблюдаются, в следствии чего школьный библиотекарь вынужден просматривать все записи, чтобы выявить нарушителей. Формирование отчетных документов происходит на бумаге. Библиотекарь заполняет 2 экземпляра отчетных документов для предоставления их по требованию. В связи с этим построение модели учета книг в библиотечном фонде, является, несомненно, актуальным, так как позволит перейти к безбумажной коммуникации, что сократит время поиска информации о книге, ее оформлении. База данных позволит вести учет всего каталога имеющейся в библиотечном фонде школы литературы, находящегося на базе библиотеки, литературы на исключение, поступление в фонд, обработки больших объемов информации, а также формирования необходимых отчетов и запросов.

Автоматизация процесса поможет: сократить время на выполнение каких-либо операций, уменьшить количество ручной работы, уменьшить количество ошибок, связанных с человеческим фактором [3, с. 179].

В связи с этим, для автоматизации деятельности школьной библиотеки в МБОУ "Школа 171", г. Н. Новгорода принято решение о внедрении ИС «Школьная библиотека». Информационная система разработана в среде C++ Builder 6 с использованием MS Access. Основная реализация представлена на языке C++, а связка с MS Access обеспечивает работу с БД [2, с. 254, 7, с. 65]. Система отвечает всем требованиям хранения информации. Резервное копирование данных происходит каждый раз, как только в программу вносятся изменения, что позволяет избежать потерю информации о выдаче и возврате книг. На данном этапе внедрения, система автоматизирует только выдачу учебников, после успешного завершения первого этапа, планируется полностью вести учет в АИС «Школьная библиотека».

Основные функции, которые выполняет АИС «Школьная библиотека»:

- создание формуляра, хранение и редактирование данных о читателях библиотеки – школьниках;
- хранение и редактирование справочных данных о классах и дисциплинах, преподаваемых в школе;
- работа с данными о наименованиях книги и экземплярах, которые хранятся в школьной библиотеке;

- хранение и обработка данных о библиотекарях;
- работа с данными о выдаче книг школьникам и контроль возврата книг;
- формирование отчетов о прибытии, убытии, а также списании книг.
- регистрация новой книге в системе учета, по причине утери и возврата нового экземпляра.

После внедрения и начала функционирования системы, планируется продолжить разработку и автоматизировать учет электронных носителей, спроектировать веб-ресурс, который будет синхронизирован с локальной версией системы и позволит организовать доступ к данным в режиме он-лайн.

Учебный процесс, как и информационный прогресс не стоит на месте. С годами учебная программа совершенствуется, вместе с ней меняется деятельность библиотек. Школьная библиотека является учебным центром, так как в ней собрана вся основная учебная информация. С переходом на электронную библиотеку школьникам и педагогам становится легче в учебном процессе, так как вся информация скажем так «всегда под рукой». В условиях перехода к информационному обществу по-новому осмыслена миссия библиотек общеобразовательных учреждений. Миссия школьной библиотеки 21 века заключается в формировании информационной культуры личности. Библиотеки не должны быть общественными зданиями, заполненными стопками книг. Библиотеки в 21 веке могут состоять из хранящихся в электронном виде текстов, доступ к которым осуществляется через базы данных. Эти тексты хранятся в одном месте, поэтому ничего не нужно восстанавливать, и их легко найти. Поскольку записи текстов в этих библиотеках доступны через компьютеры, люди, которые ищут конкретного автора или тексты, основанные на определенной теме, могут легко ссылаться на тексты, которые их интересуют. Конечно, есть и недостатки. Например, некоторые тексты и другие ресурсы просто недоступны в электронном формате. Это часто имеет место с печатными журналами ограниченного выпуска или текстами от столетий назад. Человек, желающий взглянуть на эти ресурсы, должен посетить традиционную библиотеку.

Вывод. АИБС, неотъемлемая часть работы школьного библиотекаря. Проведя анализ существующих программных решений и выполнив их сравнительную характеристику, было выявлено, что большинство из них не соответствуют требованиям автоматизации в МБОУ "Школа 171", г. Н. Новгорода. Обоснована необходимость внедрения АИС «Школьная библиотека», которая на практике автоматизирует деятельность библиотечного работника.

Список литературы:

1. Васютина Л.А., Технология работы в АИБС «МАРК-SQL». Версия для школьных библиотек. // Учебно-практическое пособие: Архангельск. – 2005 г. – 76 с.

2. Коммервилл Иан. Инженерия программного обеспечения, 6-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2002. – 624 с.
3. Яруськина, Е.Т. Использование информационных и коммуникационных технологий в деятельности современной школьной библиотеки / Е. Яруськина, Н. Гаджиева // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: материалы Междунар. науч.-практ. конф. : в 20 т. Т. 3. – № 9–1 (20–1). – 2015. – Воронеж. – 464 с.
4. 1С: Школьная библиотека » [Электронный ресурс]: URL: <https://solutions.1c.ru/school> (дата обращения 3.01.2019)
5. Автоматизированная интегрированная информационная система [Электронный ресурс]: URL: <http://www.megaprosoft.ru> (дата обращения 4.01.2019)
6. Суханова Н.Т., Бруснигин М.В. Современные системы программирования как средства разработки программного обеспечения. //Мир компьютерных технологий: сборник статей по материалам Региональной студенческой научно-практ. конференции. Н. Новгород: Мининский университет, 2016, с.27-31
7. Суханова Н.Т. Место электронных образовательных ресурсов в процессе формировании единого образовательного пространства учебного заведения. //Информационные технологии в организации единого образовательного пространства. Материалы XII международной научно-практической конференции. – Н. Новгород: Мининский университет, 2014. – с. 62-69.

УТОЧНЕНИЕ ТЕКТОЛОГИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ

*Катульский Август Александрович**инженер радиосвязи,**РФ, Москва**E-mail: kotulskiy@mail.ru*

REFINEMENT OF TECTOLOGICAL FUNCTION

*August Katulsky**Engineer radio,**Russia, Moscow*

АННОТАЦИЯ

Использование сравнительно молодой тектологической функции для раскрытия структур ряда систем управления и оптимизации использования ресурсов, обеспечивающих их жизненные циклы, по критерию качество/цена позволило ее уточнить.

ABSTRACT

The use of a relatively young tectological function for uncovering the structures of a number of management systems and optimizing the use of resources ensuring their life cycles, by the quality / price criterion, made it possible to specify it.

Ключевые слова: Тектологическая функция, структура, эффективность, модель.

Key words: tectological function; structure; effectiveness; model.

Опыт раскрытия структур сложных предметов по правилам тектологической функции [1] и расчеты оптимального распределения ресурсов между элементами предмета, обеспечивающих его жизненный цикл [2], позволил выявить ряд особенностей структур таких предметов, которые потребовали внести уточнения в редакции правил тектологической функции.

Было замечено, что в структурах некоторых предметов среди элементов, отвечающих условиям второго правила этой функции, встречаются как ортогональные, так и взаимозависимые элементы. Имея ввиду, что коэффициенты взаимозависимости элементов системы влияют на абсолютную величину потенциала предмета, отвечающего условиям второго правила тектологической функции, представляется необходимым учесть их влияние на потенциал предмета.

В структурах некоторых сложных предметов встречаются безразмерные элементы, например, элемент формы предмета [3], которые не требуют обеспечения их ресурсами. На рисунке 1 в качестве примера представлена структура такого предмета. Это обстоятельство требует соответствующей корректировки правила оптимального распределения ресурсов, обеспечивающих жизненный цикл предмета (третье правило в описании тектологической функции [1]).

Таким образом, редакция первого правила, скорректированные редакции второго правила тектологической функции и правила оптимального по критерию качество/цена распределения ресурсов, обеспечивающих жизненный цикл предмета, имеют следующий вид:

Правило I: Если предмет может быть полностью и непосредственно определен (описан, охарактеризован) несколькими элементами (свойствами, характеристиками), увеличение потенциала (величины) каждого из которых ведет к увеличению потенциала предмета, а стремление к нулю – лишает его смысла, предназначения, обращает в нуль, то потенциал предмета равен произведению потенциалов этих элементов и коэффициентов их взаимозависимости.

$$U_0 = \left(\prod_{i=1}^n U_i \right) \cdot \left(\prod_{j=1}^{n_f} f_j \right), \quad (1)$$

где n – количество элементов потенциала предмета, U_i – потенциал i -го элемента структуры потенциала предмета, n_f – количество коэффициентов взаимозависимости f_j всех пар элементов структуры потенциала предмета. Коэффициенты f_j могут принимать значения от нуля до единицы (при отсутствии взаимозависимости f_j стремится к единице, при полной взаимозависимости – к нулю).

Рисунок 1. Фрагмент варианта структуры потенциала стихотворения

Если такие элементы определяются другими элементами, а те своими и так далее несколько раз, и все они отвечают правилу I, то потенциал такого предмета (U_0) равен произведению потенциалов элементов ($U_{k,i}$), завершающих раскрытие структуры потенциала предмета, и коэффициентов взаимозависимости всех пар элементов всех уровней структуры потенциала предмета

$$U_0 = \left(\prod_{i=1}^{n_{y.k.}} U_{k,i} \right) \cdot \left(\prod_{j=1}^{n_f} f_j \right), \quad (2)$$

где $n_{y.k.}$ – количество элементов, завершающих раскрытие всех ветвей структуры потенциала предмета, $U_{k,i}$ – потенциал i -го элемента из числа элементов, за-

вершающих раскрытие структуры потенциала предмета, n_f – количество коэффициентов взаимозависимости f_j всех пар элементов на всех уровнях структуры потенциала предмета.

Правило II: Если предмет может быть полностью и непосредственно определен (описан, охарактеризован) несколькими элементами (свойствами, характеристиками) с одинаковой размерностью, увеличение потенциала (величины) каждого из которых ведет к увеличению потенциала (величины) предмета, а стремление к нулю, уменьшая потенциал предмета, не меняет его смысл, предназначение и не обращает в нуль, то потенциал такого предмета (U_0) равен сумме потенциалов всех таких его элементов, умноженной на произведение коэффициентов взаимозависимости всех пар элементов всех уровней структуры потенциала предмета

$$U_0 = \left(\sum_{k=1}^{n_c} U_k \right) \cdot \left(\prod_{j=1}^{n_f} f_j \right), \quad (3)$$

где n_c – количество элементов, отвечающих требованиям правила II, а n_f – количество коэффициентов взаимозависимости f_j всех пар элементов на всех уровнях структуры потенциала предмета. Примером может служить суммарная производительность нескольких землекопов, работающих в стесненных условиях и мешающих друг другу.

Правило III: Если коэффициенты k_i не зависят от величины средств, выделяемых элементам предмета, когда эти средства близки к оптимальной величине, то оптимальная по критерию каче-

ство/цена предмета доля ресурсов (средств), выделяемых элементам, завершающим полное раскрытие всех ветвей структуры потенциала предмета, кроме безразмерных, получается в результате равномерного распределения всех средств (ресурсов) между ними. Оптимальная доля средств, выделяемых элементу промежуточного уровня упомянутой структуры определяется как сумма оптимальных долей средств для всех элементов, вытекающих непосредственно из данного на следующем уровне развития структуры потенциала предмета. Здесь k_i – коэффициент пропорциональности между потенциалом i -го элемента и средствами (ресурсами) P_i , обеспечивающими его создание или приобретение и функционирование в предмете.

Список литературы:

1. Катульский А.А. О тектологической функции и ее применении // Universum: Технические науки : электрон. научн. журн. 2015. № 4-5(17). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/2157> (дата обращения: 26.01.2019).
2. Катульский А.А. Методика расчета оптимального распределения обеспечивающих жизненный цикл предмета средств между его элементами // Universum: Технические науки : электрон. научн. журн. 2016. № 1(23). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/2886> (дата обращения: 26.01.2019).
3. Катульский А.А. К вопросу о форме предмета // Universum: Общественные науки : электрон. научн. журн. 2018. № 8(48). URL: <http://7universum.com/ru/social/archive/item/6326> (дата обращения: 27.01.2019).

МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ НАПРЯЖЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ
КОРРОЗИОННОГО РАСТРЕСКИВАНИЯ СТАЛИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ*Буклешев Дмитрий Олегович**аспирант СамГТУ, ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»,
РФ, Самара**E-mail: bukleshev_dima@mail.ru*STUDY OF THE INTENSITY OF STRESSES IN THE PROCESS OF CORROSIVE
STRAINING OF STEEL OF MAIN GAS PIPELINES*Dmitry Bukleshev**Post-graduate student Samara State Technical University.
Samara, the Russian Federation*

АННОТАЦИЯ

Роль напряжений в процессе коррозионного растрескивания обусловлена наличием внутритрубного рабочего давления газа, создающего кольцевые растягивающие напряжения. Лабораторными опытами и эксплуатационными наблюдениями показано, что напряжения влияют на зарождение и, возможно, на скорость развития трещин. В настоящее время не ясно существование порогового напряжения (коэффициента интенсивности напряжений K_{th}), определяющего граничные условия появления растрескивания. Доводом в пользу данного подхода – наличия пороговых условий для начала развития зародышей трещин, может являться отсутствие аварий по причине коррозионного растрескивания на входных трубопроводах «низкой» стороны компрессорных станций. В данной статье проводится определение зависимости глубины трещин коррозионного растрескивания под напряжением от всей длины зоны растрескивания магистрального газопровода Ямбург-Елец 1.

ABSTRACT

The role of stresses in the process of corrosion cracking is due to the presence of in-line working pressure of the gas, which creates annular tensile stresses. Laboratory experiments and operational observations have shown that stresses affect the initiation of cracks and, possibly, the rate of crack development. At present, the existence of a threshold voltage (the stress intensity factor K_{th}), which determines the boundary conditions for the occurrence of cracking, is not clear. An argument in favor of this approach - the presence of threshold conditions for the initiation of the development of nuclei of cracks, can be the absence of accidents due to corrosion cracking on the inlet pipelines of the "low" side of the compressor stations. This article determines the dependence of the depth of stress corrosion cracking under stress on the total length of the cracking zone of the Yamburg-Yelets gas pipeline 1.

Ключевые слова: магистральный газопровод, коррозионное растрескивание, трещина, внутренние напряжения.

Keywords: main gas pipeline, corrosion cracking, crack, internal stresses.

Введение. Коррозионное растрескивание трубной стали является результатом одновременного выполнения трех условий: попадания на поверхность трубы активной коррозионной среды, склонности металла трубы к растрескиванию и наличия растягивающих напряжений. Существует большое число попыток установить вид грунтового электролита или тип и показатели грунта, способствующие растрескиванию подземных газопроводов. В настоящее время растрескивания, наблюдающиеся в системе газопроводов ОАО «Газпром», квалифицируются как рас-

трескивания в почти нейтральной среде ($pH \leq 7$). Известно также, что характеристики среды в месте растрескивания газопровода чаще всего не отличаются от среды, присутствующей в окрестностях не растрескавшегося газопровода (хотя инициирующая роль среды в данной проблеме не вызывает сомнения, поскольку в отсутствие таковой растрескивание не развивается или прекращается) [1].

Значение склонности трубного материала (трубной стали) к растрескиванию подтверждается, например, тем, что первые попытки воспроизвести этот тип разрушения на образцах в лабораторных условиях

(при идентичных средах и условиях нагружения) в некоторых случаях оказались безуспешными для тех сталей, которые в условиях эксплуатации демонстрировали склонность к растрескиванию. Данная ситуация была решена практически путем использования образцов, изготовленных из металла аварийной трубы, потрескавшей в условиях эксплуатации. Этот факт свидетельствует о том, что чувствительность трубных сталей к коррозионному растрескиванию в условиях эксплуатации магистрального газопровода (МГ) определяется не маркой стали, т.е. средним макрохимическим составом, а менее контролируемыми технологическими особенностями (вероятно, наличием малых примесей). В пользу этого свидетельствует связь мест зарождения стресс-коррозионных трещин с наличием поверхностных неметаллических включений, а также избирательность растрескивания трубной поверхности (локализация зоны растрескивания). Весьма вероятно, что склонность трубной стали к растрескиванию, имеет комплексную технологическую природу, т.е. отражает исходное состояние или качество труб и трубного листа.

Условия зарождения трещин под напряжением. Роль напряжений в процессе коррозионного растрескивания обусловлена наличием внутритрубного рабочего давления газа, создающего кольцевые растягивающие напряжения. Лабораторными опытами и эксплуатационными наблюдениями показано, что напряжения влияют на зарождение трещин и, возможно, на скорость развития трещин. В настоящее время не ясно существование порогового напряжения (коэффициента интенсивности напряжений K_{II}), определяющего граничные условия появления растрескивания. Доводом в пользу данного подхода – наличия пороговых условий для начала развития зародышей трещин, может являться отсутствие аварий по причине коррозионного растрескивания на входных трубопроводах «низкой» стороны компрессорных станций.

Сформулированные условия возникновения коррозионного растрескивания под напряжением (КРН) определяют возможность возникновения этого процесса, однако они не являются достаточными для реализации этой возможности в виде появления стресс-коррозионных трещин; многими авторами отмечается, что признаки трещин КРН наблюдаются в среднем в 4% труб от общей длины газопроводов. Наличие трещин КРН не означает, что они служат причиной аварийного разрыва, даже в том случае, если растрескивание в зоне аварийного разрыва имело место. Поэтому для идентификации КРН как причины отказа МГ необходима систематизация отличительных признаков механизма КРН, выявляющихся при аварийном разрыве [2]. При этом следует

принимать во внимание, что разрыв газопровода по причине КРН предполагает механическое разрушение газопровода вследствие потери несущей способности труб с трещинами из-за уменьшения толщины стенки трубы в месте растрескивания, т.е. механической перегрузки дефектной трубы. Таким образом, собственно механизм КРН реализуется не в акте аварийного разрыва, а ему предшествующих событиях (возникновении и росте стресс-коррозионных трещин). Поэтому задача идентификации признаков КРН по факту разрыва означает определение признаков КРН, предшествующих разрыву трубопровода, и установление причинно-следственной связи между разрывом и возникновением трещин КРН.

Определение причин растрескивания трубной стали. Совокупность полученных сведений, характеризующих аварийный газопровод, место аварии и характер аварийного излома, образовавшегося при разрыве газопровода, позволяет указать общие отличительные признаки аварии, вызванной наличием КРН [2]:

- Как правило, аварийный разрыв по причине КРН происходит при соблюдении номинальных контролируемых условий эксплуатации (рабочем давлении и температуре газа, соблюдении ЭХЗ); место очага разрыва может иметь отслоение защитной изоляции при сохранении ее сплошности. Механические свойства металла в зоне растрескивания практически всегда удовлетворяют требованиям ТУ, а размеры очаговой трещины соответствуют расчетным значениям для рабочего давления газа. Проявление КРН не сопровождается изменением исходных механических свойств трубного металла или охрупчиванием.

Дефект, образующийся при коррозионном растрескивании, представляет собой зону растрескивания, образованную большим количеством (в некоторых случаях несколькими сотнями) единичных и взаимодействующих между собой продольных полуэллиптических трещин длиной до (100-150) мм и глубиной (рисунок 1, а), соизмеримой с толщиной стенки трубы (рисунок 1, б). Обнаруживается тенденция к увеличению глубины трещин с ростом их поверхностной длины (рисунок 2). При этом величина общей зоны растрескивания имеет больший продольный размер, в некоторых случаях соизмеримый с длиной аварийной трубы, при независимости максимальной глубины трещин от общей длины зоны растрескивания (рисунок 3). Множественный характер растрескивания при продольной ориентации единичных трещин КРН представляет одну из отличительных особенностей рассматриваемого коррозионно-механического разрушения газопровода [4, 5].

Рисунок 1, а – Характер распределения стресс-коррозионных трещин по длине

Рисунок 1, б – Характер распределения стресс-коррозионных трещин по глубине

Анализ результатов. Наблюдается четко выраженное зональное строение излома КРН: наличие стадии стабильного медленного роста трещин (со скоростью около 1 мм/год), отличающейся отсутствием макроскопической пластической деформации (хрупким видом излома) и окисленной поверхностью, и наличие стадии вязкого дорыва (среза), приводящего к разгерметизации трубопровода.

Излом на стадии стабильного роста трещин КРН имеет бороздчатое строение, отражающее направление преимущественно хрупкого роста трещин КРН и признаки взаимодействия (объединения) соседних единичных трещин.

Для повреждаемости газопроводов механизмом КРН характерна избирательность растрескивания: трещины обнаруживаются на малой части труб (единичных трубах) и чаще локализованы в пределах одной трубы, располагаясь в нижней половине сечения

трубы вблизи продольного шва. В месте разрыва, обусловленного наличием трещин КРН, практически не наблюдаются признаки чисто коррозионного поражения поверхности механизмом язвенной коррозии. Одновременное присутствие на трубной поверхности признаков КРН и коррозионных механизмов

повреждаемости указывает на возможность изменения коррозионной активности внешней среды газопровода. Соотношение между длиной и глубиной трещин КРН для четырех дефектов показано на рисунке 2.

Рисунок 2. Соотношение между длиной и глубиной трещин КРН для четырех дефектов МГ Ямбург-Елец 1

Рисунок 3. Зависимость глубины трещин КРН от общей длины зоны растрескивания по данным внутритрубной диагностики. Газопровод Ямбург-Елец 1

Выводы. Расположение зародышевых дефектов (неметаллических включений или механических концентраторов) в поверхностном слое трубного металла, количество которых в процессе эксплуатации не увеличивается, обуславливает расположение и размеры будущих колоний трещин коррозионного

растрескивания, которые определяются начальным состоянием труб или поверхностного слоя трубного металла. В отсутствие указанных концентраторов химического или механического происхождения стресс-коррозионные трещины в условиях действующей эксплуатации не образуются.

Список литературы:

1. Сравнение результатов магнитной и ультразвуковой диагностики газопроводов, подверженных коррозионному растрескиванию / Ю. П. Сурков, А. В. Хороших, В. Г. Рыбалко, С. Л. Ваулин // Дефектоскопия. 1997. № 12. С. 49-57.
2. Возможные причины избирательности коррозионного растрескивания труб подземных магистральных газопроводов / Ю. П. Сурков, В. А. Горчаков, Р. А. Садртдинов, В. Г. Рыбалко, Д. В. Новгородов, А. Ю. Сурков // Дефектоскопия. 2005. №6. С. 90-95.
3. Буклешев Д. О. Экспериментальное и металло-фрактографическое исследование образования и роста коррозионных трещин под напряжением в сварных элементах магистральных трубопроводов / Д. О. Буклешев // Энергоэффективность как индикатор научно-технического и экономического потенциала общества. Нижний Новгород : НОО «Профессиональная наука», 2018. С. 88-133.
4. Диагностика коррозионного растрескивания газопроводов / С. В. Алимов, И. А. Долгов, В. А. Горчаков, А. Ю. Сурков, Ю. П. Сурков, В. Г. Рыбалко. Екатеринбург : Изд-во. Наука УрО РАН, 2004. 84 с.
5. Буклешев Д. О., Яговкин Н. Г. Экспериментальное моделирование коррозии околошовных зон трубопроводов при наличии внутренних напряжений / Д. О. Буклешев, Н. Г. Яговкин // Трубопроводный Транспорт. Теория и практика. М. : ВНИИСТ, 2016. № 5(57). С. 22-35.

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ОЦЕНКА ТОЛЩИНЫ КРАСОЧНОГО СЛОЯ ПЕЧАТНОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ БУМАГИ

Ешбаева Улбосин Жамаловна

*д-р техн. наук, доцент Ташкентского института текстильной и легкой промышленности
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: Guli-67@mail.ru*

Джалилов Анвар Абдугафарович

*старший преподаватель Ташкентского института текстильной и легкой промышленности
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: anvar8108@yandex.ru*

Шин Илларион Георгиевич

*д-р техн. наук, профессор Ташкентского института текстильной и легкой промышленности
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: titlp_info@edu.uz*

ESTIMATION OF THE PRESSURE THICKNESS THICKNESS OF PRINTED PRODUCTS FROM EXPERIMENTAL PAPER SAMPLES

Ulbosin Eshbayeva

*doctor of tech. science, associate professor of the Tashkent institute of textile and light industry
Uzbekistan, Tashkent*

Anvar Djalilov

*senior teacher of the Tashkent institute of textile and light industry
Uzbekistan, Tashkent*

Illarion Shin

*doctor of tech. science, prof. of the Tashkent institute of textile and light industry
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье излагаются результаты экспериментального исследования и статистического анализа процесса красковосприятия при офсетном способе печати на бумагах, включающих синтетические полимеры. На основе полученной модели красковосприятия установлены оптимальные параметры, позволяющие проводить объективную оценку и прогнозировать красковосприятие запечатываемых материалов.

ABSTRACT

The article presents the results of an experimental study and statistical analysis of the process of color perception during offset printing on papers, including synthetic polymers. Based on the obtained color perception model, the optimal parameters were established, which allow an objective assessment and prediction of the color perception of the printed materials.

Ключевые слова: красочный слой, оттиск, коэффициент перехода краски, реологические свойства, впитываемость (сорбция), качество печати, красковосприятие.

Keywords: paint layer, print, ink transfer coefficient, rheological properties, absorption (sorption), print quality, color perception.

Введение. В бумажной промышленности широко используется хлопковая целлюлоза. Из хлопковой целлюлозы получается мягкая и плотная бумага, сохраняющая свои свойства длительное время. Бумага, получаемая из хлопкового сырья, используется для производства банкнотов, чеков и других банковских бумаг высокой прочности [1, 2]. Однако технология изготовления бумаги в промышленных масштабах из хлопковой целлюлозы экономически нецелесообразна. Добавление в бумажную массу отходов текстильной и химической промышленности позволит решить проблему эффективного и рационального использования сырьевых ресурсов, сэкономить дорогостоящую хлопковую целлюлозу, снизив себестоимость бумаги и значительно сократить потребность в завозе бумаги извне [3, 4].

Экспериментальное исследование. С целью рационального использования отходов синтетических волокнистых ресурсов и создания новых ассортиментов

бумажного материала на основе местного сырья при изготовлении композиционной бумаги нами использовались хлопковая целлюлоза из линта, необработанные и гидролизованные отходы полиакрилонатрильных (ПАН) волокон нитрона, окрашенного натурального шелка (ОНШ) и модифицированного нитронового волокна [4]. Гидролиз отходов нитрона осуществлен в 5%-ном растворе щелочи при температуре $(90 \pm 2)^{\circ} \text{C}$.

Совместно со специалистами испытательного центра по целлюлозе, бумаге, картону и изделиям из них – УзРИЦ ЦБКИ при Акционерном обществе «Тошкент қоғози» были изготовлены опытные образцы бумаги и произведена оценка их качества по утвержденному технологическому регламенту [5].

Для исследования и статистического анализа распределения красочного слоя на поверхности оттиска нами отобраны восемь оптимальных вариантов бумаги (табл. 1).

Таблица 1.

Опытные образцы бумаги и их волокнистый состав

Образец №	Волокнистый состав образцов
№1	100% хлопковой целлюлозы, проклейка в массе канифольным клеем
№2	85% хлопковой целлюлозы и 15% отходов нитрона, проклейка в массе акриловой эмульсией
№3	85% хлопковой целлюлозы и 15% отходов нитрона, проклейка в массе лавсановой эмульсией
№4	85% хлопковой целлюлозы и 15% отходов нитрона, проклейка в массе канифольным клеем
№5	85% хлопковой целлюлозы и 15% отходов модифицированного нитрона, проклейка в массе канифольным клеем
№6	85% хлопковой целлюлозы и 15% отходы гидролизованного нитрона, проклейка в массе канифольным клеем
№7	85% хлопковой целлюлозы, 7,5% отходов нитрона и 7,5% отходов натурального шелка, проклейка в массе канифольным клеем
№8	85% хлопковой целлюлозы и 15% отходов натурального шелка, проклейка в массе канифольным клеем

В настоящей работе коэффициент перехода краски на запечатываемый материал определялся путем сравнения массы запечатываемого материала до и после печати. Ниже приведены результаты статистического анализа распределения красочного слоя на экспериментальных бумагах.

В качестве основных входных факторов были приняты: давление, скорость и гладкость бумаги. Температуру печатной краски не учитывали с целью упрощения описания процесса перехода печатной краски на запечатываемую бумагу.

Методом планирования полного факторного эксперимента [6] были исследованы и получены ряд вы-

ходных параметров (параметров оптимизации) определяющих качество печатных изданий: толщина красочного слоя, оптическая плотность и коэффициент перехода краски.

Результаты и их обсуждение. Сначала был составлен план двухуровневого ($k = 2$) трехфакторного эксперимента, где первым фактором является давление с кодировкой X_1 , вторым – скорость, с кодировкой X_2 , третьим – гладкость бумаги, с кодировкой X_3 , с двумя параллельными опытами. Из анализа априорной информации были определены основные факторы и составлена табл. 2.

Таблица 2.

Входные параметры полного трехфакторного эксперимента

1-опыт ($p = 1$)

Факторы	$X_{\max}$	$X_{\min}$	Δ	X_0
Усилие прижима (Н)	650	450	100	550
Скорость (отт/час)	9000	5000	2000	7000
Гладкость бумаги (с)	60	20	20	40

2-опыт (p = 2)

Факторы	$X_{\max}$	$X_{\min}$	Δ	X_0
Усилие прижима (Н)	750	450	150	600
Скорость (отт/час)	11000	5000	3000	8000
Гладкость бумаги (с)	70	20	25	45

Перед проведением регрессионного анализа была выполнена проверка однородности дисперсии ошибок опытов и установлен закон распределения. Проверка однородности дисперсии ошибок опытов проводилась по методике, описанной в работе [7, 8].

Для определения уравнения регрессии составлена матрица на двух уровнях ($k = 2$) для оптической плотности ($\bar{y}_{ui}$), толщины красочного слоя, ($\bar{z}_{ui}$) и коэффициента перехода краски ($\bar{r}_{ui}$), полученных в m параллельных опытах, каждый из которых определён из n испытаний. Таким образом, имеем

$$\bar{y}_{ui} = \frac{1}{n} \sum_{l=1}^n y_{ul}, \bar{z}_{ui} = \frac{1}{n} \sum_{l=1}^n z_{ul}, \bar{r}_{ui} = \frac{1}{n} \sum_{l=1}^n r_{ul} \quad (l = 1, 2, \dots, m) \quad (1)$$

Для проведения эксперимента была построена матрица планирования и рабочая матрица. Рассмотрим случай проведения двух опытов в каждом варианте при числе набора $N_2 = N = 8$, полагаем $m = 2$ и внесем их значения в табл. 3.

На первом этапе исследования был поставлен полный факторный эксперимент. Для исключения систематических ошибок эксперимента, предусмотренного матрицей, опыты проводили в случайной последовательности. Статистическую обработку опытных данных сначала провели для толщины красочного слоя $\bar{z}_{ui}$. С целью определения показателя красковосприимчивости бумаги на листовой печатной машине Ryobi 780-4 (в издательско-полиграфическом творческом доме «Г. Гуляма» г. Ташкента) при заданных условиях были отпечатаны оттиски (CMYK) [4]. Печать проводилась краской Flint Group K+E Novavit F 700. Параметры окружающего воздуха были при этом постоянными и соответственно равными: относительная влажность воздуха $\Psi = 50-55\%$ и температура $t = 20-21^\circ\text{C}$. Оптическая плотность полученных оттисков была измерена с помощью денситометра Gretag Makbet.

В табл. 3 представлена матрица плана эксперимента и результаты измерений параметра оптимизации (толщины красочного слоя) с некоторыми статистическими характеристиками.

Таблица 3.

Результаты значений толщина красочного слоя

№ Опыта	Уровни переменных			Результаты опытов						
				Отклики						
	x_1	x_2	x_3	$\bar{z}_{i1}$	$\bar{z}_{i2}$	$\bar{z}_u$	S_u^2	$\hat{z}_u$	$\bar{z}_u$	$R_0(\%)$
1	-	-	-	0.60	0.60	0.60	0	0.476	0.60	20.62
2	+	-	-	1.30	1.35	1.32	0.00125	1.372	1.32	3.585
3	-	+	-	0.65	0.70	0.67	0.00125	0.740	0.67	9.629
4	+	+	-	1.60	1.65	1.62	0.00125	1.636	1.62	0.692
5	-	-	+	0.75	0.86	0.80	0.00605	0.862	0.80	7.142
6	+	-	+	1.70	1.78	1.74	0.00320	1.759	1.74	1.077
7	-	+	+	0.93	1.32	1.12	0.07605	1.126	1.12	0.111
8	+	+	+	1.90	2.30	2.10	0.08000	2.022	2.10	3.690

Выполнив регрессионный анализ по рассчитанным статистическим характеристикам были получены данные по однородности дисперсии ошибок опытов, адекватности математической модели (уравнения регрессии) параметра оптимизации, значимости коэффициентов уравнения регрессии и др.

Статистический анализ результатов экспериментальных исследований произведен с помощью известных критериев Кохрена, Стьюдента, Фишера.

Уравнение регрессии, полученное в кодированных переменных x_1 , x_2 и x_3 для толщины красочного слоя имеет вид:

$$\hat{z} = 1,249375 + 0,448125x_1 + 0,131875x_2 + 0,193125x_3 + 0,033125x_1x_2 + 0,029375x_1x_3 + 0,038125x_2x_3 - 0,023125x_1x_2x_3 \quad (2)$$

С учетом значимости коэффициентов уравнения регрессии (2) получили линейную зависимость толщины красочного слоя z от трех входных параметров, в которой отсутствуют парные взаимодействия:

$$\hat{z} = 1,249375 + 0,448125x_1 + 0,131875x_2 + 0,193125x_3 \quad (3)$$

Следует отметить, что данный метод является частным случаем планирования эксперимента и относится к экстремальному эксперименту, когда осуществляется выбор минимально необходимых числа дополнительных опытов и условий их проведения. Крутое восхождение – это процесс движения к оптимуму по самому крутому пути при условии, что факторы изменяются пропорционально их коэффициентам. Движение по градиенту обеспечивает направление самого крутого склона, ведущего от данной точки к вершине.

$$\Delta_2 = \Delta_3 \frac{b_2 \varepsilon_2}{b_3 \varepsilon_3} = 10 \frac{0,132 \cdot 2000}{0,193 \cdot 20} = 689,94;$$

Лучший результат получен в 10-ом опыте. Величина параметра оптимизации – толщина красочного слоя (z , мкм) является удовлетворительной, и поэтому экспериментальная работа была завершена. Таким образом, потребовалось 10 опытов для того, чтобы определить оптимальные условия печатания:

Таким образом, все коэффициенты при исследуемых факторах являются значимыми, что позволяет перейти к крутому восхождению по методу Бокса-Уилсона [6] для достижения области оптимума рассматриваемой функции отклика.

Шаг движения по градиенту выбирают таким, чтобы его минимальная величина была больше ошибки, с которой фиксируют фактор.

Рассмотрим метод Бокса-Уилсона на примере исследования красковосприятия при печатании на экспериментальной бумаге. Параметром оптимизации является толщина красочного слоя z , мкм. Крутое восхождение начинаем из центра плана, т.е. из точки с координатами $x_1=x_2=x_3=0$, что соответствует давлению $p=550$ Н, скорости $v=7000$ отт/час и гладкости бумаги $q=30$ с (табл. 4). Шаг движения для фактора x_3 принят $\Delta_3=10$ с. Вычислим шаг движения для факторов x_1 и x_2 ;

$$\Delta_1 = \Delta_3 \frac{b_1 \varepsilon_1}{b_3 \varepsilon_3} = 10 \frac{0,448 \cdot 100}{0,193 \cdot 20} = 116,06; \quad (4)$$

$p=780$ Н, скорости $v=8380$ отт/час и гладкости бумаги $q=40$ с. Необходимо отметить, что условия, оптимальные для толщины красочного слоя (z) очень близки для формирования наилучших показателей оптической плотности ($D_{\text{оп.пл.}}=1,45$) и краскоперехода ($K_{\text{п}}=47,5$) (табл. 4).

Таблица 4.

Расчет крутого восхождения

№	Наименование	P, Н	V, отт/час	q, с	z, мкм	D _{оп.пл.}	K _п
1	Основной уровень	550	7000	30	–	–	–
2	Коэффициент b_i	0,448	0,132	0,193	–	–	–
3	Интервал варьирования ε_i	100	2000	20	–	–	–
4	$b_i \times \varepsilon_i$	44,8	264	3,86	–	–	–
5	Шаг движения по градиенту	116,06	689,94	10	–	–	–
6	Округленный шаг	116	690	10	–	–	–
7	Опыт 9 реализованный	666	7690	30	2,1	1,35	47
8	Опыт 10 реализованный	780	8380	40	2,17	1,45	47,5
9	Опыт 11 реализованный	898	9070	50	2,05	1,47	49,1

Оптимальное значение усилия прижима $p=780$ Н легко перевести в давление (МПа), если воспользоваться известной формулой Герца для контактных напряжений, полученной им при сжатии двух цилиндров равномерно распределенной силой вдоль их образующей. Для данного усилия получено значение давления 0,76 МПа при следующих параметрах: диаметр печатного цилиндра $\varnothing 65$ мм и приведенный радиус кривизны $r_{\text{пр}}=16,25$ мм; модуль упругости и коэффициент Пуассона для резины соответственно равны 2,67 МПа и $\mu=0,5$; предел прочности ($\sigma_{\text{в}}$ резины он практически равен пределу упругости) $\sigma_{\text{в}}=80$ кг/см²; относительное удлинение не менее 300%.

Выводы. Таким образом, по результатам проведенных исследований были получены следующие результаты:

1. Разработана математическая модель красковосприятия по методу крутого восхождения Бокса-Уилсона, достигнута область оптимума для функции отклика в виде толщины красочного слоя, зависящей от усилия прижима p (давления), скорости (v) и гладкости бумаги (q).

2. Оптимальными условиями взаимодействия краски и экспериментальной бумаги являются, средний радиус пор 35 нм, гладкости бумаги 40 с, белизна

84%, $K_n=47,5$, $D_{оп.пл.}=1,45$. Рекомендуется следующий режим печатания: скорость печатания: $v=8380$ отт/час, давление $p=0,76$ МПа (Ryobi 780-4).

3. Результаты исследования являются основой для рационального определения композиционного

состава экспериментальной бумаги при ее проектировании и выработке как бумажной, так и полиграфической продукции. Данные экспериментальных исследований красковосприятия бумаги могут быть использованы при разработке методов автоматического контроля процесса печатания.

Список литературы:

1. Eshbaeva U.J. Djalilov A.A. Rafikov A.S. Paper with introduction of waste of polyacrylonitrile fiber // European science review. Vienna № 7–8 2018. July–August.
2. Ешбаева У.Ж., Рафиков А.С., Джалилов А.А. Бумага из текстильных отходов. Монография. –Германия: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2018. -132 с.
3. Старченко О.П., Кулак М.И., Медяк Д.М. Закономерности влияния давления печатного контакта на изменение размера растровых точек // Известия НАН Беларуси. – Беларусь, 2007. – №1. – С.61 – 67.
4. Старченко О.П., Кулак М.И. Перколяция типографской краски в пористой структуре бумаги // Сб. науч. тр. Белорус. нац. техн. ун-т. Вып. 19: Теоретическая и прикладная механика. – Минск, 2005. - С.192–197
5. Ешбаева У.Ж. Офсетная бумага с введением синтетических полимеров и её печатно-технические свойства: Дисс. на соис. уч. степ. док. тех. наук. – Ташкент. ТИТЛПИ. 2017. –234 с.
6. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. –Москва. Машиностроение, 1981. -184 с.
7. Блокхиус Г. Влияние на качество оттиска различных уровней оптической плотности при четырехкрасочной офсетной печати. // Сб. Современная полиграфия за рубежом. Офсетная печать. – М.: 1983. – №.1. – С.133-144
8. Варепо Л.Г. Модель абсолютного качества печатного оттиска.// Фундаментальные исследования. –Москва, 2007. - №12- Ч.2. - С. 365–366.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

ВЛИЯНИЕ САХАРОЗАМЕНТЕЛЕЙ И ПОДСЛАСТИТЕЛЕЙ НА БЕЗВРЕДНОСТЬ
КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ*Жаббарова Сарвиноз Комилжоновна**старший научный исследователь-соискатель, Бухарский инженерно-технологический институт
Республика Узбекистан, г. Бухара,
E-mail: sarvi1208@mail.ru*INFLUENCE OF SUGAR-SUBSTITUTES AND SWEETENERS
ON THE SAFETY OF CONFECTIONERY PRODUCTS*Sarvinoz Jabbarova**The senior scientific researcher-applicant Bukhara engineering –technological institute
Republic of Uzbekistan, Bukhara*

АННОТАЦИЯ

В данной работе описано влияние сахарозы на качество мучных кондитерских изделий. Установлено, что сахар, наряду с формированием вкуса и цвета данной продукции, выполняет ещё и роль стабилизатора пенной структуры теста, способствует повышению температуры клейстеризации крахмала и снижению степени набухания белков муки. Показано, что употребление любого натурального сахара даже при рациональном подходе в ряде случаев вызывает развитие алиментарно обусловленных патологий, поэтому большое внимание уделяется изысканию эквивалентных вкусовых сахарозаменителей не сахаристой природы. Рассмотрены наиболее используемые в производстве кондитерских изделий сахарозаменители и подсластители, а также возможные способы их классификации. Приведены краткие сведения о свойствах данных веществ и проанализировано их влияние на организм человека. Выявлены наиболее перспективные и относительно безопасные сладкие вещества.

ABSTRACT

This paper describes the effect of sucrose on the quality of flour confectionery. It was established that sugar, along with the formation of the taste of this product, also serves as a stabilizer for the foam structure of the dough; promotes an increase in the gelatinization temperature of starch flour and helps to reduce the degree of swelling of flour proteins. It is shown that the use of any other natural sugar even with a rational approach in some cases causes the development of alimentary pathologies; therefore, much attention is paid to the search for equivalent sugar sweeteners of a non-sugar nature. It is considered most used in the production of confectionery sweeteners, as well as their classification. Brief information about the properties of these substances is given and their effect on the human body is analyzed. The most promising and relatively safe sugar substitutes have been identified.

Ключевые слова: кондитерские изделия, сахар, сахарозаменители, подсластители, свойства, пищевая безвредность.

Keywords: confectionery, sugar, sugar substitutes, sweeteners, properties, food safety.

Кондитерские изделия, благодаря высокому содержанию углеводов, жиров и белков, являются высококалорийными, хорошо усвояемыми продуктами, обладающими приятным вкусом и привлекательным внешним видом. Однако, несмотря на то, что ассортимент данной продукции весьма разнообразен, наиболее важной задачей её производителей в настоящее время является разработка новых видов изделий лечебно-профилактического назначения с учётом современных требований нутрициологии.

Установлено, что употребление любого натурального сахара даже при рациональном подходе в

ряде случаев вызывает развитие атеросклероза, сахарного диабета, алиментарно-обменных форм ожирения и ряда других патологий [1, с.78; 2]. Однако, исключение сахара из рецептов мучных кондитерских изделий в технологическом плане является часто сложной задачей, так как он, наряду с формированием вкуса последних, выполняет ещё и роль стабилизатора пенной структуры теста, способствует повышению температуры клейстеризации крахмала и снижению степени набухания белков муки [3, с.14-15]. Присутствие в жидкой фазе теста сахаров, по-

крытых гидратными оболочками, приводит к уменьшению степени набухания белков муки из-за снижения массовой доли свободной влаги и повышения осмотического давления в жидкой фазе теста [4, с.34-38]. Сахар также способствует замедлению процесса эмульгирования в результате повышения вязкости дисперсионной среды и поверхностного натяжения на границе раздела фаз [5, с.20].

В настоящее время проводятся активные исследования по изысканию эквивалентных вкусовых са-

харозаменителей не сахаристой природы, обладающих необходимыми функционально - технологическими свойствами.

Цель работы заключалась в изучении различных видов сахарозаменителей и подсластителей, их технологических свойств и пищевой безвредности, а также в выявлении наиболее перспективных из них.

Для выполнения поставленной цели рассмотрим наиболее популярные сахарозаменители. Одна из возможных классификаций сладких веществ по химическому составу и пищевым критериям [6, с.415] приведена на рис.1.

Рисунок 1. Классификация сладких веществ

Другая из возможных классификаций сахарозаменителей по происхождению, степени сладости и калорийности [7, с.468-472] приведена на рис.2.

Каждый из известных на данный момент сахарозаменителей и подсластителей имеет свои преимущества и недостатки, поэтому необходимо проанализировать их специфические особенности и безопасность.

Среди моносахаридов хорошо известны, как традиционные заменители сахарозы, глюкоза и фруктоза. Глюкоза, как и сахароза практически негигроскопична, её сладость составляет 0,60...0,75% от

сладости сахарозы. В странах СНГ данный сахар не нашёл должного применения в производстве кондитерских изделий. Наиболее сладким сахарозаменителем является фруктоза (левулеза). Производится в основном в Европе и Китае. Важным свойством фруктозы является способность к синергизму в смеси с другими синтетическими подсластителями, что позволяет создавать пищевые добавки высокой степени сладости. Фруктоза более лабильна и реакционно способна, чем глюкоза [8].

Рисунок 2. Классификация сахарозаменителей

Утилизация фруктозы не требует инсулина, поэтому она может потребляться и больными сахарным диабетом. Однако, фруктоза способна вызвать развитие заболеваний сердца, нарушать кислотно-щелочной баланс в организме человека при потреблении её в больших количествах при норме 30...40 г в сутки. Использование фруктозы из-за высокой себестоимости ограничено и практически не целесообразно [9, с.51].

Из *дисахаридов*, помимо сахарозы, в производстве кондитерских изделий используются мальтоза и лактоза. Следует отметить, что лактоза плохо усваивается в организме людей, у которых отсутствует или понижено содержание фермента β-галактозидазы (лактазы) [8].

Для снижения сахароёмкости и калорийности, повышения пищевой ценности изделий в кондитерском производстве используют различные многоатомные спирты – *полиолы*. Несмотря на то, что полиолы имеют сладкий вкус, они не дают скачка уровня сахара в крови и выброса инсулина, а это значит, что могут употребляться даже во время диет. Полиолы мальтит Sweet Pearl® и сорбит Neosorb® производства компании Roquette Freres, безопасность которых признана ВОЗ, являются «здоровой» альтернативой сахару, позволяющей контролировать гликемический индекс в крови и снижать калорийность изделий. Могут быть использованы в производстве кондитерских изделий для замены сахара в соотношении 1:1 [9, с.51-53; 10].

В последнее время особое внимание уделяется интенсивным *подсластителям синтетического происхождения*, наиболее распространёнными из них являются сахарин, цикламат, аспартам, ацесульфам К, сукралоза. Из данной группы подсластителей значительное применение находит сахарин – орто-сульфамид бензойной кислоты. В сахарины (натриевая, калиевая и кальциевая соли) Е954 содержатся канцерогенные вещества, способные привести к развитию раковых опухолей, заболеваниям желудочно-кишечного тракта различной степени тяжести. Не усваивается организмом, в 300...500 раз слаще сахарозы, имеет металлический привкус, запрещён в Канаде. Специалисты считают возможным его использование для широкого применения в смеси с другими безопасными сахарозаменителями в соотношении 40:4 (сахарозаменитель:сахарин) только в диетических продуктах как «добавку к пище», но не «пищевую добавку» [9, с.52]. Другой подсластитель – цикламат Е952 – в 30...50 раз слаще сахарозы, часто вызывает появление аллергических реакций, различных дерматитов, обладает токсичным действием; запрещён в США и странах Евросоюза, однако используется в странах СНГ из-за низкой себестоимости. Аспартам Е951 усиливает сладкий вкус сахарозы, глюкозы, цикламатов и сахараина, снижая их дозу и подавляя неприятный привкус. Препятствием для широкого внедрения аспартама в качестве подслащающего агента служит его гидролиз в водной среде (при температуре 196°C), приводящий к потере сладкого вкуса. При этом он превращается в безвкусный

дикетопиперазин. Однако, существует мнение, что аспартам является одним из наиболее вредных представителей данного класса сладких веществ, так как при нагревании образует формальдегид, фенилаланин и метанол. Аспартам может способствовать развитию рака мочевого пузыря. Ацесульфам калия E950 (торговая марка Sunett), относится к группе оксатиациондиоксидов, нетоксичен, неканцерогенен, не обнаружено его мутагенное и тератогенное действие [6, с.422-423; 11; 12]. Сукралоза (трихлоргалактосахароза) E955 – интенсивный подсластитель «нового» поколения, признан безопасным для организма человека. В промышленных масштабах этот сахарозаменитель выпускается под названием «спленда». Научный комитет по пищевым добавкам ЕС также утвердил положение о применении сукралозы в питании людей (директива 94/35/ЕС) [11].

Особое внимание уделяется и природным сахарозаменителям. Рассмотрим отдельные, наиболее распространённые представители данной группы природных продуктов. Монелин – сладше сахарозы в 1500...3000 раз, однако не у всех людей вызывает ощущение сладости; не токсичен, но термическая нестойкость и сложность синтеза делают его практическое применение проблематичным. Стевиозид относится к подсластителям интенсивного типа, общая сладость колеблется от 250 до 300; легко растворим в воде, стабилен при обработке и хранении, практически не расщепляется в организме; не обладают токсическими, мутагенными, канцерогенными свойствами, не оказывают влияния на репродуктивную функцию (гонадотропное, эмбриотоксическое и тератогенное действие отсутствует). Тауматин – это смесь белков, обладающих сладким вкусом. При повышении температуры до 75°C и 5 pH происходит денатурация белка и потеря сладости, но остается эффект усиленного аромата [6, с.418-419; 11].

Кроме сахарозаменителей и подсластителей отдельно выделяют также группу веществ – модификаторы вкуса, изменяющих вкусовые восприятия. Наиболее известным модификатором вкуса является миракулин, выделенный более 100 лет назад из фруктов *Synsepalumduldficum Danielli*. В настоящее время миракулин является наиболее изученным веществом белковой природы, способным вызывать изменение вкусового восприятия. Однако в 1977г. регламентирующие органы США запретили выпуск любых продуктов, содержащих миракулин. Другим модификатором вкуса является артишок (*Cynarascolumus*) – многолетнее растение из семейства сложноцветных. При изучении химического состава растения было установлено, что он содержит 2,0 % белка, инулин, витамины С и группы В, а также хлорогеновую кислоту и синарин, которые обуславливают эффект модификации вкуса. Однако эти свойства не нашли

пока широкого применения и он не используется в пищевой промышленности [1, с.95-96].

Для снижения негативного воздействия сахарозаменителей, особенно синтетических, и повышения технологического эффекта от их применения рекомендуется смешивать малые дозы сразу нескольких таких веществ. При снижении количества каждого из компонентов нежелательный эффект уменьшается или стирается вовсе.

В настоящее время в условиях роста цен на сахар и сахарозаменители, в основном импортного производства, использование сахаристых крахмалопродуктов высокой степени сладости, получаемых путём частичного или полного гидролиза крахмала (крахмальные патоки), иногда с последующей модификацией отдельных компонентов гидролиза (глюкозо-фруктозные сиропы, моногидратная и ангидратная глюкоза и др.), представляет несомненный интерес. Перспективным является направление получение сахаристых крахмалопродуктов непосредственно из зернового крахмалосодержащего сырья, минуя стадию выделения «чистого» крахмала. Мировой опыт показывает, что глюкозо-фруктозные сиропы сладше сахарозы, производство их более экономически выгодно относительно производства сахара из свеклы, цены на 5,0...10,0% ниже, чем на сахар. В настоящее время эти продукты применяются во многих странах при приготовлении различных кондитерских изделий [8; 13, с.45-52].

В аспекте выше изложенного установлено, что все сахарозаменители и подсластители имеют один существенный плюс – они содержат минимальное количество калорий. Все синтетические сахарозаменители практически не усваиваются человеческим организмом и не выводятся естественным путём, к тому же могут способствовать развитию различных патологий в организме человека. При этом их очень часто используют производители с целью удешевления своей продукции, ведь синтетические сахарозаменители стоят гораздо дешевле сахара и значительно сладше его. Но при использовании даже природных, натуральных подсластителей нужно помнить, что, помимо пользы от них может быть и довольно значительный вред здоровью, следовательно, необходимо знать меру при их употреблении.

При частичной или полной замене рецептурного количества сахара в производстве мучных кондитерских изделий подслащивающими веществами необходимы исследования по влиянию последних на качество изделий и их пищевую безопасность. Наиболее перспективным является направление по созданию и использованию смесей из различных сладких веществ, желателно натурального происхождения, к которым адаптирован организм человека. Именно в данном направлении и планируется проведение дальнейших наших исследований.

Список литературы:

1. Матвеева Т.В. Физиологически функциональные пищевые ингредиенты для хлебобулочных и кондитерских изделий: монография / Т.В. Матвеева, С.Я. Корякина. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК», 2012. – 947 с.

2. Технология производства сахарозаменителей/ [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://sxedu.ru/osnovy/126-tehnologiya-proizvodstva-saharozamenitelej.html> (дата обращения: 12.10.2011).
3. Ивкова И.А. Современные ингредиенты в производстве сдобного печенья /И.А. Ивкова, А.С. Пиляева//Кондитерское производство. – 2012. - № 1. – С. 14-15.
4. Ковэн С. Дополнительные рекомендации хлебопекам и кондитерам. Ещё 151 вопрос и ответ/ С. Ковэн, Л. Янг. – Пер. с англ. О. Четвериковой. – СПб.: Профессия, 2011. – 248 с.
5. Туркова А.Ю. Совершенствование технологии кексов функционального назначения: дис. ... канд. техн. наук: .../ А.Ю. Туркова. – М., 2015.-142 с.
6. Нечаев А.П. Пищевая химия / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова [и др.]. Под ред. А.П.Нечаева. Издание 2-е, перераб. и испр. - СПб.: «ГИОРД», 2003. - 640 с.
7. Куракина А.Н. Функциональные ингредиенты в производстве кондитерских изделий/ А.Н. Куракина, И.Б. Красина, Н.А.Тарасенко, Е.В.Филиппова // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 6-3. – С. 468-472/ [Электронный ресурс].- Режим доступа: URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=38643> (дата обращения: 14.09.2018).
8. Дорохович А.Н. Сахарозаменители и подсластители, их преимущества и недостатки с позиции их применения при производстве кондитерских изделий/ А.Н. Дорохович, О.М. Яременко, В.В. Дорохович / [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://docplayer.ru/27964426-Saharozameniteli-i-podslastiteli-ih-preimushchestva-i-nedostatki-s-pozitsiy-ih-primeneniya-pri-proizvodstve-konditerskix-izdeliy> (дата обращения: 04.01.2019).
9. Егорова И.А. О пользе и вреде сахарозаменителей/ И.А. Егорова, С.Г. Комарова // Успехи в химии и химической технологии. Том XXIX. – 2015. -№2. – С.51-53.
10. Сахарозаменители натурального происхождения для производства кондитерских изделий/ [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://transfoodservice.com/publication/saharozameniteli-naturalnogo-proishozhdeniya-dlya-proizvodstva-konditerskih-izdelij/>(дата обращения: 04.01.2019).
11. Товароведение. Характеристика товаров. Заменители сахара/ [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.grandars.ru/college/tovarovedenie/zameniteli-sahara.html>.
12. Сахар в норме. Питание. Сахарозаменители / [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://saharvnorme.ru/pitanie/saharozamenitel-vred.html>
13. Андреев Н.Р. Применение крахмалопродуктов для улучшения качества хлебобулочных изделий / Н.Р. Андреев, Н.Д. Лукин, С.Т. Быкова// ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов РАСХН. Материалы докладов Международной конференции «Хлебопекарное производство – 2014» / Международная промышленная академия. – М., 2014. – С.45-52.

ПРОИЗВОДСТВО КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ С КРУПЯНЫМИ КОНЦЕНТРАТАМИ**Бекбулатова Екатерина Вячеславовна***магистр, Наманганского инженерно-технологического института
Узбекистан, Наманганская область, г. Наманган
E-mail: ocean90@mail.ru***Хошимов Хакимжон***доцент, Наманганский инженерно-технологический институт,
Узбекистан, Наманганская область, г. Наманган
E-mail: hoshimov55@mail.ru***Мирзахмедов Абдурашид Мамасидикович***доцент, Наманганский инженерно-технологический институт,
Узбекистан, Наманганская область, г. Наманган
E-mail: Mirzahmedov@mail.ru***PRODUCTION OF ACID-MILK DRINKS WITH LARGE CONCENTRATES****Ekaterina Bekbulatova***Master of Science, Namangan Institute of Engineering and Technology
Uzbekistan, Namangan region, Namangan***Hakimjon Hoshimov***Associate Professor, Namangan Engineering and Technology Institute,
Uzbekistan, Namangan region, Namangan***Abdurashid Mirzahmedov***Associate Professor, Namangan Engineering and Technology Institute,
Uzbekistan, Namangan region, Namangan***АННОТАЦИЯ**

Тенденция здорового питания развивается всё стремительнее. Сегодня ее актуальность возросла в десятки раз. В связи с возрастающей динамикой жизни, актуален вопрос создания новых продуктов, позволяющих экономить время с повышенной биологической и физиологической ценностью.

ABSTRACT

The trend of healthy eating is growing faster. Today, its relevance has increased tenfold. In connection with the increasing dynamics of life, the issue of creating new products is urgent, allowing time saving with increased biological and physiological value.

Ключевые слова: Злаковые культуры, функциональность зерновых, сорго, жемчужное просо, отруби, ферментация, готовые к восстановлению продукты.

Keywords: cereals, grain functionality, sorghum, pearl millet, bran, fermentation, ready-to-restore products.

Злаковые культуры очень калорийны, содержат 10000-15000 кДж/кг, примерно в 10-20 раз питательнее большинства растений, фруктов и овощей. Они являются важными источниками диетических белков, углеводов, комплекса витаминов В, витамина Е, железа, микроэлементов, и пищевых волокон. Являются одним из важнейших компонентов питания во всём мире. Добавление злаков в молоко не только дополняет минеральную ценность, но и обогащает это и без того полезный продукт пищевыми волокнами. Ферментация ещё больше повышает питательную

ценность, вкусовые качества и функциональность зерновых. Разработка технологий производства молочных продуктов с использованием злаковых отрубей, и зародышей, а также использование не популярных злаковых культур таких как сорго, жемчужное просо, пальмовое просо является перспективным направлением в создании функциональных продуктов питания, которые позволяют предупредить и откорректировать последствия болезней современного общества. Для улучшения питатель-

ных свойств злаковых культур при производстве продуктов питания зёрна проходят ферментацию, их проращивают и измельчают. Было обнаружено, что ферментация с помощью естественной микрофлоры или чистых культур является наиболее эффективной и очень выгодной для улучшения качества пищевых продуктов на основе зерновых культур.

Для обеспечения безопасности нового молочного продукта и сохранения в зерновой добавке всех полезных свойств был проведён тщательный анализ и научное обоснование выбранного растительного компонента и отработка методов его подготовки, кроме того учитывалось влияние растительной добавки на биотехнологию молочно-растительной смеси, вкусовые качества, пищевую и биологическую ценность и сроки хранения нового продукта.

Отруби содержат в себе до 90% полезных веществ, которые изначально есть в цельном зерне. Это лишний раз подтверждает то, что крупы при очищении теряют большую часть ценных элементов.

Витамины: А, В1, В2, В3, В5, В6, Е, РР.

Минералы: железо, калий, кальций, цинк, магний, медь, натрий, селен, хром, фосфор.

Но самую главное богатство отрубей в том, что в их состав входит большое количество клетчатки, которая необходима для нормального функционирования пищеварительной системы и выведения токсинов из организма что позволяет рассматривать их как ценную биологически активную добавку при производстве молочных продуктов.

Технология производства ферментированного напитка из злаков и сухого молока. Напиток готовят путём смешивания злаков мягких сортов пшеницы, отрубей с пахтой молочного продукта, который представляет собой обезжиренные сливки, побочный продукт, получаемый при производстве масла из коровьего молока. Его можно подавать либо горячим, либо холодным. Традиционная технология приготовления даёт продукт с ограниченным сроком хранения (от одного до двух дней), таким образом было предпринято несколько попыток улучшить пищевую ценность, вкусовые характеристики и срок хранения этого напитка. Разработана технология производства на основе ферментированного молочного напитка с добавлением сорго. Для производства напитка использовалось стерилизованное молоко с содержанием сухих веществ не менее 8,5-9% и мука из крупы сорго грубого помола. В целях предотвращения микробиологического загрязнения растительная добавка вносится в молочную смесь предварительно высушенная при температуре 120С в течение

10 минут. Количество вводимого наполнителя определено в результате опытных выработок с учетом органолептической оценки качества — 1 % от массы нормализованной смеси. Кроме того, как молоко, так и твёрдые частицы крупы были ферментированы вместе, чтобы увеличить питательную ценность конечного продукта.

Разработка нового продукта основывалась на выборе молока, содержание в нём сухих веществ, количества растительной добавки, степени её помола и стадии добавления её в молоко, условий ферментации и стабилизации разработанного продукта с точки зрения предотвращения осаждения в процессе хранения. Традиционно этот напиток готовят из пахты, но для промышленного производства и лёгкой доступности было выбрано пастеризованное гомогенизированное молоко с содержанием сухого вещества 8,5-9%. Зерновые (сорго и жемчужное просо) добавляли к молоку в трёх различных формах, а именно:

а) сырая мука, полученная из мукомольных зерновых культур;

б) суспензию, полученную путем измельчения пропитанных зерновых злаков

в) мука, полученная после измельчения предварительно высушенных пророщенных в течение 24 ч и 48 ч. злаков (солода)

Добавляют 1...3 % мезофильной закваски, состоящей из штаммов *Lactococcus lactis* subsh. *Cremoris*, *Lactococcus lactis* subsh. *lactis*, *L. actococcus mesenteroides* subsh. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsh. *diacetylactis*. Применение указанных заквасок обуславливает активизацию молочнокислого процесса, способствует увеличению количества клеток и ускорению их автолиза. Кроме того, за счет изменения активной кислотности создаются благоприятные условия для синергизма.[1]

Сквашивание при (38 ± 2) 0С в течение 5—6 часов до достижения кислотности (75 ± 5) 0Т, перемешивание готового сгустка, охлаждение сгустка до $(22,5 \pm 2,5)$ 0С, расфасовка, охлаждение и созревание при температуре (4 ± 2) 0С в течение от 6 до 10 часов, хранение и реализация. Напиток имеет чистый кисло-молочный вкус и в меру вязкую, с нарушенным сгустком и наличием мелких частиц, измельченных злаковых зародышевых хлопьев консистенцию.

На основании проведенных исследований установлены сроки хранения и реализации напитков — 7 суток.

Энергетическая ценность 100 г напитка составляет от 398 до 345 кДж.

Рисунок 1. Технологическая схема производства кисломолочного напитка с добавлением злаков (сорго)

Продление срока годности.

В современных экономических условиях, улучшение потребительских свойств кисломолочных напитков с растительными добавками, вывод их на уровень конкурентоспособной продукции, создание высокоэффективных технологий, быстро реагирующих на спрос рынка, - основополагающие задачи отраслевой науки.

Пути завоевания рынка - повышение качества и увеличение сроков годности готовой продукции.

Кисломолочный напиток на основе сорго и жемчужного просо имели срок хранения около семи дней в холодильном хранилище. Для увеличения срока годности были использованы консерванты, а именно: низин, MicroGuard и сорбат калия.

Низин (nisin) – пищевой консервант E234

Описание: Низин – это натуральный консервант, не содержащий токсинов, выработка которого возможна благодаря особым кисломолочным бактериям. [2]

MicroGuard

Описание: Многофункциональный водный консервант широкого спектра действия. Произведен из клейковины кукурузы при помощи брожения с негеномодифицированными микроорганизмами. Является безопасным и эффективным консервантом [2]

Сорбат калия

Описание: Сорбат калия — калиевая соль сорбиновой кислоты, получаемая методом нейтрализации сорбиновой кислоты гидроксидом калия. Широко применяется в качестве консерванта (E202) в пищевых продуктах. В отличие от сорбиновой кислоты, хорошо растворяется в воде. [2]

Продукт упаковывали в пакеты из полиэтилена низкой плотности (200мл). Продукт хранился при температуре охлаждения ($6 \pm 1^\circ\text{C}$) и оценивался по органолептическим, физико-химическим, и микробиологическим признакам с заданными интервалами. Было отмечено, что образцы содержащие низин, MicroGuard и сорбат калия признаны приемлемыми к употреблению 28, 21, 35 дней соответственно. Для продления срока годности кисло-молочного напитка с добавлением злаков (сорго и жемчужное просо), использовались консерванты Nisin и MicroGuard. Исследование показало, что продукт содержащий MicroGuard и низин, был признан пригодным для употребления до 28 и 35 дней, соответственно.

Кисло-молочный напиток на основе жемчужного просо и сорго в высушенной форме

В Другом исследовании этот напиток был приготовлен в высушенной форме, которая может быть восстановлена во время употребления.

В Узбекистане существует большая потребность в готовых к восстановлению продуктах, включая молочные продукты. В связи с этим были предприняты усилия по разработке технологии производства готового к восстановлению ферментированного молочного напитка из сорго/жемчужного проса с использованием метода распылительной сушки. Молоко использовалось в виде концентрированного обезжиренного молока и сливок, злаки, в виде муки, полученной после измельчения предварительно высушенных пророщенных в течение 24 ч и 48 ч. злаков сорго и жемчужного проса. Основная польза пророщенных семян заключается в том, что в процессе прорастания активизируются все полезные вещества. Проростки

являются легко получаемым и дешевым естественным источником витаминов, минеральных веществ, ферментов и аминокислот, в семенах они находятся в наиболее концентрированном виде. К тому же в отличие от сухих семян в проростках все эти вещества находятся в наиболее доступном для организма виде. Некоторые специалисты даже называют пророщенные семена биогенными, то есть способными отдавать человеку свою жизненную энергию [3]. Для ферментации смеси использовались 1-3 % мезофильной закваски, состоящей из штаммов *Lactococcus lactis* subsh. *Cremoris*, *Lactococcus lactis* subsh. *lactis*, *L. actococcus mesenteroides* subsh. *cremorus*, *Lactococcus lactis* subsh. *Diacetilactis*. Были определены оптимальные условия сушки методом распыления, а так же физико-химический состав и вкусовые качества восстановленного напитка. Так же изучалось влияние жемчужного проса и сорго на молочный концентрат, и стадии добовления растительной добавки.

Для этого были опробованы два варианта: До ферментации и после ферментации.

В первом случае муку, полученную после измельчения предварительно высушенных пророщенных в течение 24 ч и 48 ч. Злаков добавляли в концентрат обезжиренного молока и сливок перед

инокуляцией культуры с последующей ферментацией. Во втором случае культуру добавляли к молочному концентрату и осуществляли ферментацию а затем добавляли муку. Было обнаружено, что продукт полученный, путём добавления муки в Молочный концентрат до стадии ферментации, является наиболее приемлемым. Смесь содержащую оптимальные уровни концентрированного молока и зернового солода, нагревали до 90° С в течение 10 мин, затем после охлаждения до 37° С его инокулировали культурой состоящей из штаммов *Lactococcus lactis* subsh. *Cremoris*, *Lactococcus lactis* subsh. *lactis*, *L. actococcus mesenteroides* subsh. *cremorus*, *Lactococcus lactis* subsh. *Diacetilactis* с последующей инкубацией при той же температуре в течение 10-12 часов, Полученную концентрированную смесь смешивали с солью, а затем пропускали через блендер для получения гладкой массы, подходящей для распылительной сушки. Затем его сушили распылением при температуре воздуха на входе 178±2°С и температуре на выходе 77±2°С полученный порошок сушили в смеси со специями и пектином. Технологическая схема производства кисломолочного напитка на основе жемчужного проса и сорго в высушенной форме готового к восстановлению показан на рисунке 2

Рисунок 2. Технологическая схема производства кисломолочного напитка с добавлением злаков (сорго) в высушенной форме

Заключение

Зерновые являются богатым источником энергии и питательных веществ, Выпуск кисло-молочных

продуктов обогащённых растительными добавками позволит решить проблемы экономии сырьевых мо-

лочных ресурсов, использование ценнейшего вторичного зернового сырья и одновременно расширить ассортимент конкурентоспособных продуктов с хорошими органолептическими показателями, повышенной биологической ценности, соответствующих

современным требованиям гигиены питания различных категорий населения и нивелирующих негативное воздействие окружающей среды.

Список литературы:

1. Абикова Н.С. ПРИМЕНЕНИЕ ЗЛАКОВЫХ ДОБАВОК В ПРОИЗВОДСТВЕ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ // Молодежный научный форум: Технические и математические науки: электр. сб. ст. по мат. IX междунар. студ. науч.-практ. конф. № 2(9). URL: [https://nauchforum.ru/archive/MNF_tech/2\(9\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/MNF_tech/2(9).pdf) (дата обращения: 24.12.2018)
2. Эрих Люк, Мартин Ягер. КОНСЕРВАНТЫ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ. Санкт-Петербург ГИОРД 2003 г.
3. Положенцева Е.И. Сравнительный анализ качества проростков пшеницы как функциональных продуктов питания / Е.И. Положенцева, О.В. Платонова // Пищевая промышленность. - 2011. - № 8. - С. 20-21.

СВОЙСТВА ПЕКТИНА ИЗ КОНЦЕНТРАТА ТОПИНАМБУРА, ПОЛУЧЕННОГО ПО ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Рустамбекова Фируза Фуркатовна

*старший преподаватель, Ташкентский химико-технологический институт,
Узбекистан, Ташкент
E-mail: rustambekova83@bk.ru*

Бобоев Акмал Хатамович

*PhD докторант, Ташкентский химико-технологический институт,
Узбекистан, Ташкент
E-mail: akbob16@gmail.com*

CONTENT OF PECTIN IN NATURAL CONCENTRATE OF TOPINAMBUR, OBTAINED BY INNOVATIVE TECHNOLOGY

Firuz Rustambekova

*senior teacher, Tashkent chemical-technological institute
Uzbekistan, Tashkent*

Akmal Boboev

*PhD doctoral student, Tashkent chemical-technological institute
Uzbekistan, Tashkent*

Аннотация. В данной работе изучено получение пектина из топинамбура местного сорта с использованием различных экстрагентов. Было отмечено, что пектин, полученный из порошка топинамбура, имеет наилучшие показатели при концентрации: соляная кислота – 0,75%, гидромодуль – 1:10, τ – 60 мин, t° – 70° С. При этом HCl обеспечивает наилучшие показатели по выходу пектина по степени метоксилированности, что составляет 42,5%.

Abstract. In this paper, the production of pectin from a local variety of Jerusalem artichoke using various extractants was studied. It was determined that the best quality pectin obtained from topinambur powder, with a concentration of hydrochloric acid of 0.75%, a hydromodule of 1:10, τ - 60 min, t° - 70° C. Wherein, HCl provides the best performance for the yield of pectin on the degree of methoxylation, which is 42.5%.

Ключевые слова: пектин, топинамбур, гидролиз, биологически активная добавка (БАД), концентрат, функциональные пищевые продукты.

Keywords: pectin, Jerusalem artichoke, hydrolysis, biologically active additives (BAA), concentrate, functional foods.

Топинамбур – земляная груша, является одной из перспективных уникальных культур для переработки и производства различных видов пищевых, лечебных и технических продуктов и кормов. В настоящее время эта ценная культура распространена во всем мире и используется в различных целях [4].

Топинамбур для Узбекистана является новым источником углеводного сырья, конкурентоспособным по сравнению с сахарной свеклой [7]. Топинамбур содержит почти 20% углеводов, из которых инулин 70-90% [1; 2].

Известно, что рациональным способом сохранения уникальных лечебных и профилактических свойств топинамбура является переработка клубней в виде порошка. В связи с тем, что в литературе имеются различные данные о содержании пектина в

клубнях топинамбура [8; 10], настоящая работа посвящена изучению количества и качества пектина, содержащегося в порошке топинамбура, полученного по инновационной технологии [3].

Пектин как ценнейшее биологически активное вещество широко используется в пищевой промышленности и медицине. По данным ВОЗ, пектин защищает организм человека от вредного влияния различных токсинов, пестицидов, тяжелых металлов и радионуклидов, выводит их из организма человека.

В Узбекистане в настоящее время отсутствует пектинопрофилактика, решить проблему оздоровления населения возможно за счет использования биологически активных добавок (БАДов), полученных из концентратов топинамбура, в составе которых содержится до 10-11% пектина (лечебная суточная доза составляет 2-4 г).

Целью данной работы является изучение влияния различных экстрагентов на выход пектина для комплексной переработки топинамбура на этиловый спирт, натуральные соки и концентрат топинамбура.

Поиск эффективных инновационных технологий при переработке уникального сырья, такого как топинамбур, для производства функциональных продуктов питания является одной из важных проблем. Местные сорта топинамбура «Файз-барака» и «Мужиза», созданные в Узбекском НИИ растениеводства, с 2006 года включены в Государственный реестр сортов сельскохозяйственных культур. Проведены агротехнические исследования в различных условиях Узбекистана [6; 9].

При разработке пищевых продуктов функционального назначения необходимо было установить количество и качество пектина производственных сортов топинамбура – «Файз-барака» и «Мужиза». Отличительной особенностью различных способов извлечения пектина является выбор кислотного-гидролизующего агента, pH, температуры, гидромодуля и технологии гидролиза экстрагирования пектина [11]. Химические показатели пектинов определяли титрометрическим способом по ОСТ 18-62-72 [5].

Изучали влияние различных кислот на выход и качество пектина. Для сравнения пектина топинамбура в качестве контроля использовали данные литературы [4] по выделению пектина из воздушно-сухого порошка яблочной выжимки. Признанным преимуществом яблочного пектина является повышенный выход пектина и способность образования желе высокого качества. Инулин и пектин топинамбура чаще стали применяться в производстве фруктовых начинок для кондитерской, хлебопекарной, молочной промышленности. Функциональные желейные изделия – конфитюры, джемы, пастила. Основным желеобразующим компонентом являются как собственные пектины плодов и ягод, так и пектин, введенный в состав продуктов в качестве БАДа – порошок топинамбура, обладающий уникальными целебными и профилактическими свойствами.

Состав порошка топинамбура, полученный по инновационной технологии: влажность – 10%, инулин – до 66-70%, пектин – 11%, гемицеллюлоза – 3%, клетчатка – 5,9%, белок – 7%, поливитамины группы В и витамины С, РР, Р и др. биомикро- и микроэлементы – всего 32 элемента.

Выделение пектина из порошков яблочной выжимки и порошка топинамбура проводилось общепринятым методом.

Таблица 1.

Влияние различных экстрагентов на выход пектина и химические показатели

Показатели	Яблочная выжимка			Порошок топинамбура		
	Кислота			Кислота		
	(COOH) ₂	HCl	H ₃ PO ₄	(COOH) ₂	HCl	H ₃ PO ₄
Максимальный выход, %	13,3	15,6	14,1	8	11,2	5,0
Цвет пектина	кремовый	кремовый	кремовый	кремовый	кремовый	темно- кремовый
Метоксильных групп, %	6,1	5,9	5,2	5,3	5,9	3,1
Степень метоксилированности, %	51,0	63,3	65,4	82,3	42,5	87,5

Рисунок 1. Зависимость выхода пектина от концентрации соляной кислоты
 1 – порошок из яблочных выжимок, контроль; 2 – порошок из топинамбура

Исследования по выявлению оптимальных условий гидролиз-экстрагирования пектиновых веществ из яблочной выжимки показали, что наилучшими показателями

обладает пектин, полученный при концентрации соляной кислоты 0,3%, гидромодуле – 1:14, τ – 70 мин, t° – 80°C. Пектин, полученный из порошка то-

пинамбура, имел наилучшие показатели при концентрации соляной кислоты 0,75%, гидромодуль – 1:10, τ – 60 мин, t° – 70°C.

Анализируя полученные результаты по сравнению с контролем порошка из яблочных выжимок, можно заключить, что предпочтительным экстрагентом пектиновых веществ из порошка яблочных выжимок и порошка топинамбура является соляная кислота (HCl), которая обеспечивает наилучшие показатели по выходу пектина по степени метоксилированности, в % 63,3 и 42,5 соответственно. Степень метоксилированности в желеобразующих пектинах бывает в пределах (25-65%), выше 82,3-87,5% получены с щавелевой и фосфорной кислотой, однако такие пектины дают непрочное желе и имеют низкую комплексообразующую способность.

Пектин из порошка топинамбура относится также к среднеметоксилированным пектинам и, следовательно, обладает не только высокой желирующей, но и комплексообразующей способностью. Пектин, содержащийся в порошке топинамбура, в количестве 11% с инулином в количестве 66-70% может быть использован в желированных функциональных продуктах для детей и взрослых с тяжелыми заболеваниями, такими как диабет, дисбактериоз, сердечно-сосудистые, желудочно-кишечные и другие заболевания.

Природный концентрат топинамбура в виде порошка БАД может быть использован как лечебный препарат, а также как основа для производства функциональных пищевых продуктов широкого ассортимента.

Список литературы:

1. Ge X.Y, W.G. Zhang. Production of ethanol from Jerusalem artichoke tubers. Food Technol. Biotechnol. 2005. No. 43(3) P. 241-246.
2. Razmovski R.N., Šćiban M.B., Vučurović V.M. Bioethanol production from Jerusalem artichoke by acid hydrolysis. Romanian biotechnological letters. 2011. No. 16 (5). P. 6497-6503.
3. Способ получения природного инулинового концентрата из клубней топинамбура / С.Х. Абдуразакова, Ф.Ф. Таджибаева, У.К. Абдуллаев и др. // Патент Узб. № IAP 05312. 2016.
4. Абдуразакова С.Х. Комплексная, ресурсосберегающая экологически чистая технология переработки топинамбура с утилизацией отходов и зеленой массы / С.Х. Абдуразакова // Кимё ва кимё технологияси. – 2011. – № 5. – С. 60-65.
5. Аймухамедова Г.Б., Алиева Д.Э., Шелухина Н.П. Свойства и применение пектиновых сорбентов. – Фрунзе: 1984. – С. 61-65.
6. Аманова М. Топинамбур экин уруғчилиги бўйича тавсифнома / М. Аманова, Р. Мавлянова, А. Рустамов. – Т.: Фан нашриёти, 2011. – С. 21.
7. Дехканов Д.Б. Свойства инвертазы, выделенной из местных дрожжей Ркацител-6 *Saccharomyces cerevisiae* / Д.Б. Дехканов, Д.Т. Мирзарахметова // Узбекский биологический журнал. – 2007. – № 4. – С. 6-9.
8. Купин Г.А. Разработка технологии продуктов питания функционального назначения на основе топинамбура: Дис. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук. – Краснодар, 2004. – С. 131.
9. Мавлянова Р.Д. Изучение топинамбура в Ташкентской области / Р.Д. Мавлянова // Сборник Агрофан: Ютуклар ва истикболлари. – Т.: ТашГАУ, 2001. – С. 277-279.
10. Рахимов Д.А. Углеводные и белковые компоненты *Heliantus tuberosus*, их биохимическая активность // АН-РУз, Химия природных соединений. – 2011. – № 4. – С. 449-452.
11. Рустамбекова Г.У. Разработка эффективной технологии получения пектина из пектинсодержащего сырья Узбекистана: Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук. – Ташкент, 2001. – 18 с.

ГИДРАТАЦИЯ САФЛОРОВОГО МАСЛА С НАЛОЖЕНИЕМ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ**Акрамова Раъно Рамизитдиновна***д-р философии (PhD), Ташкентский химико-технологический институт,
Узбекистан, г. Ташкент***Сагдуллаева Дилафруз Саидакбаровна***канд. техн. наук, докторант,
Институт биоорганической химии Академии наук Республики Узбекистан,
Узбекистан, г. Ташкент***Тураев Аббасхан Собирханович***д-р хим. наук, акад., зам. директора по науке,
Институт биоорганической химии Академии наук Республики Узбекистан,
Узбекистан, г. Ташкент***Абдурахимов Саидакбар Абдурахманович***д-р техн. наук, проф., Ташкентский химико-технологический институт,
Узбекистан, г. Ташкент***Ходжаев Сарвар Фахреддинович***докторант, Ташкентский химико-технологический институт,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: dakn3_93@mail.ru***Умаров Фарход Азмиддин угли***магистр, Ташкентский химико-технологический институт
Узбекистан, г. Ташкент***HYDROTATION OF SAFFLOWER OIL WITH SUPPLY MICROWAVE RADIATION****Rano Akramova***doctor of philosophy (PhD), Tashkent Chemical-Technological Institute
Uzbekistan, Tashkent***Dilafruz Sagdullaeva***candidate of technical sciences, doctoral student
Institute of Bioorganic chemistry Academy of Sciences Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent***Abbaskhan Turaev***doctor of chemical sciences, academic, Deputy Director for Science
Institute of Bioorganic chemistry Academy of Sciences Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent***Saidakbar Abdurakhimov***doctor of technical sciences, professor, Tashkent Chemical-Technological Institute
Uzbekistan, Tashkent***Sarvar Khodjaev***doctoral student, Tashkent Chemical-Technological Institute
Uzbekistan, Tashkent***Farkhod Umarov***master of science, Tashkent Chemical-Technological Institute
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

Показано, что СВЧ-обработка гидратируемого сафлорового масла значительно (более чем в 20 раз) интенсифицирует стадии коагуляции и разделения фосфолипидов за счет объемного нагрева, изменения полярности, дипольного момента, поверхностного натяжения и вязкости гидратируемого сафлорового масла относительно традиционного способа.

ABSTRACT

It is shown that the microwave treatment of hydrated safflower oil significantly (more than 20 times) intensifies the coagulation and phospholipid separation stages due to volumetric heating, polarity change, dipole moment, surface tension and viscosity of the hydrated safflower oil relative to the traditional method.

Ключевые слова: сафлоровое масло, СВЧ-излучение, фосфолипиды, гидратация.

Keywords: safflower oil, Microwave radiation, phospholipids, hydration.

Комплексное развитие масложировой промышленности Узбекистана на ближайшие годы предусматривает разработку и внедрение новых технологий получения пищевых масел и других биологически ценных продуктов для различных отраслей экономики страны.

Возделывание семян сафлора на богарных и орошаемых землях республики позволяет расширить ассортимент выпускаемых продуктов и получать фосфолипиды для пищевых целей.

Сложность и длительность известных способов получения фосфолипидов из растительных масел требует разработки нетрадиционных технологий их гидратации с целью сокращения длительности их составных процессов.

В этом аспекте большое преимущество имеет СВЧ-излучение, которое в несколько десятков раз ускоряет осуществление стадий и явлений в процессе гидратации растительных масел [1-3].

Известно, что традиционный процесс гидратации растительных масел состоит из следующих стадий [4; 5]:

- нагрев растительного масла до 50-60°C;
- смешивание растительного масла с обессоленной водой;
- взаимодействие гидратируемых фосфолипидов с водой;
- коагуляция гидратированных фосфолипидов растительного масла;
- разделение фосфолипидов из гидратированного растительного масла.

Как показывает многолетняя практика применения данного процесса, при гидратации темных (хлопкового) и светлых (подсолнечного, соевого и т. п.) масел время, для осуществления этого процесса, со-

ставляет более 8 часов, что сопряжено со значительными потерями материальных и энергетических ресурсов. Особенно длительными стадиями процесса (более 7 часов) являются: коагуляция и разделение фосфолипидов из гидратированных растительных масел, что связано с их коллоидно-химическими свойствами.

Учитывая это, нами исследован процесс гидратации сафлорового масла обессоленной водой и с использованием СВЧ-излучения.

Лабораторные опыты проводили на специально собранной установке, описанной в работе [3].

Сущность процесса гидратации фосфолипидов состоит в том, что они за счет влаги набухают, теряют растворимость в масле и выпадают в осадок, который далее отфильтровывают. Причем для максимального удаления фосфолипидов чаще используют слабые растворы электролитов, например хлорида натрия.

В сафлоровом масле фосфолипиды находятся в виде индивидуальных их молекул и ассоциатов, т. е. мицелл, соединенных водородной связью. Их разрушение можно осуществлять путем повышения температуры, электромагнитной обработки, ультразвука и других воздействий [6].

СВЧ-излучение с частотой в 2450 МГц в течение 3-6 минут можно считать комбинированным воздействием на фосфолипиды и воду, т. к. за счет хаотического движения микроволн происходит дополнительный нагрев гидратируемого масла и воды, изменение их полярности, дипольного момента, а также поверхностного натяжения. Все это интенсифицирует вышеотмеченные стадии и явления процесса гидратации сафлорового масла.

В табл. 1 отражены основные показатели исходного сафлорового масла, использованного при гидратации их фосфолипидов.

Таблица 1.

Физико-химические показатели сырого сафлорового масла, полученного методом форпрессования

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения
Кислотное число	мг КОН/г	4,1
Цветность	мг J ₂	30
Массовая доля:	%	
- фосфолипидов		1,62
- гликолипидов		0,76
- влаги		0,3
Массовая доля металлов	%·10 ⁻²	1,73

Из табл. 1 видно, что в сыром форпрессовом сафлоровом масле содержится более 1,62% фосфолипидов и 0,76% гликолипидов, которые могут быть извлечены в состав получаемых фосфолипидов.

Опыты по гидратации сафлорового масла мы осуществляли в следующей последовательности: 100 мл сафлорового масла мы нагревали до 50-60 °С, далее добавляли до 4% обессоленной воды и перемешивали при различных оборотах мешалки. После

определенного времени перемешивания масла с обессоленной водой образцы подвергали СВЧ-излучению (в течение 6 минут) при частоте 2450 МГц и мощности 400 Вт.

В табл. 2 представлены результаты гидратации сафлорового масла с использованием СВЧ-излучения и без него (контроль).

Таблица 2.

Основные показатели гидратированных сафлоровых масел, полученных СВЧ-излучением и без него (контроль)

Наименование показателей	Ед. изм.	Показатели гидратированного сафлорового масла			
		без СВЧ-излучения (контроль)	с СВЧ-излучением в течение		
			2 минут	4 минут	6 минут
Кислотное число	мг КОН/г	3,9	3,8	3,7	3,7
Цветность	мг J ₂	20	20	10	10
Массовая доля:	%				
- фосфолипидов		0,36	0,28	0,20	0,17
- гликолипидов		0,47	0,44	0,36	0,30
- влаги		0,4	0,3	0,3	0,2
Массовая доля металлов	%·10 ⁻²	0,48	0,41		0,31
Время на коагуляцию и разделение фосфолипидов	мин	420	20	22	24

Из табл. 2 видно, что использование СВЧ-излучения в процессе гидратации сафлорового масла позволяет увеличить выход гидратированных фосфолипидов и удаление металлов из масла. Причем наиболее сильное воздействие на показатели гидратированных сафлоровых масел наблюдается до 4 минут СВЧ-обработки. Следует заметить, что время на коагуляцию и разделение фосфолипидов из сафлорового масла показывает важное достоинство СВЧ-излучения при интенсификации данных процессов. Как видно из табл. 2, использование СВЧ-излучения в сравнении с традиционным способом гидратации масла позволяет примерно в 20 раз сократить время коагуляции и разделения получаемых фосфолипидов, что способствует значительному сокращению расхода энергии и других затрат.

Нами изучено влияние мощности СВЧ-излучения на процесс гидратации сафлорового масла в присутствии 4% обессоленной воды.

Из рис. 1 видно, что значительное увеличение выхода фосфолипидов из сафлорового масла наблюдается до мощности СВЧ-излучения 400-500 Вт, дальнейшее его повышение мало отражается на выходе получаемых фосфолипидов.

Известно, что эффективность действия СВЧ-излучения при гидратации растительных, в частности сафлоровых, масел зависит от содержания влаги. Поэтому нами изучено влияние данного фактора на выход фосфолипидов из сырого сафлорового масла при СВЧ-излучении с частотой в 2450 МГц и мощностью в 400 Вт в течение 4 минут.

Рисунок 1. Изменения степени выделения фосфолипидов (Φ) в зависимости от мощности (W) СВЧ-излучения:

- 1 – после обработки в течение 2 минут;
 2 – после обработки в течение 4 минут;
 3 – после обработки в течение 6 минут

На рис. 2 представлены результаты опытов по изучению влияния количества гидратируемой воды на степень получения фосфолипидов из сафлорового масла при СВЧ-излучении.

Рисунок 2. Изменение степени выделения фосфолипидов (Φ) в зависимости от количества гидратируемой воды при СВЧ-излучении сафлорового масла

Из рис. 2 видно, что увеличение количества гидратируемой воды в сафлоровом масле до 4% способствует повышению выхода фосфолипидов до 93%, а дальнейшее увеличение количества обессоленной воды мало изменяет степень его получения из гидратированного сафлорового масла.

Следовательно, оптимальным условием гидратации сафлорового масла с наложением СВЧ-излучения можно считать следующие значения технологических параметров: температура гидратируемого масла – 60°C; количество гидратируемой обессоленной воды – 4%; время СВЧ-излучения – 4 минуты; частота и мощность СВЧ-обработки – 2450 МГц и 400 Вт соответственно.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что СВЧ-обработка гидратируемого сафлорового масла значительно (более чем в 20 раз) интенсифицирует стадии коагуляции и разделения фосфолипидов за счет объемного нагрева, изменения полярности, дипольного момента, поверхностного натяжения и вязкости гидратируемого сафлорового масла относительно традиционного способа.

Список литературы:

1. Абдурахимов А.А. Совершенствование научно-технических основ электрофизической интенсификации процесса рафинации хлопковой мисцеллы. Автореф. докт. диссерт. Ташкент, ТХТИ, 2016-87с.
2. Йулчиев А.Б. Технология получения высокогосипольного хлопкового масла с использованием СВЧ обработки мятки. Автореф. дисс. докт. философ. (PhD). Ташкент, ТХТИ, 2018-47с.
3. Сагдуллаев Д.С. Интенсификация процесса гидратации хлопкового масла с использованием СВЧ-излучения. Автореф. дисс. кандидата технических наук. Ташкент, ТХТИ, 2011-25с.
4. Арутюнян Н.С., Корнена Е.П. Фосфолипиды растительных масел. – М.: Агропромиздат, 1986. 256 с.
5. Kadirov Yu., Ruzibayev A. Yog'larni qayta ishlash texnologiyasi. -T.: "Fan va Texnologiya". 2014. -320 b.
6. Р.Р. Акрамова, С.А. Абдурахимов, Дж.Р. Сайфутдинов, С.Ф. Ходжаев. Модернизированные технологии экстракции и комплексной рафинации сафлорового масла. Монография. - Ташкент: Navro'z, 2018,- 138 с.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ**ИЗУЧЕНИЕ ТЕРМОСТОЙКОСТИ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ,
ПОЛУЧАЕМЫХ ИЗ РАЗРАБОТАННЫХ КОМПОЗИЦИЙ НАВБАХОРСКИХ ГЛИН****Тошев Шерзод Орзиевич**

*соискатель кафедры «Технология нефте-газохимической промышленности»
Бухарского инженерно-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: sherzodbuxoro@mail.ru*

Абдурахимов Саидакбар Абдурахманович

*д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории «Коллоидная химия»
Института общей и неорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: sherzodbuxoro@mail.ru*

Адизов Бобиржон Замирович

*канд. техн. наук, докторант лаборатории «Коллоидная химия»
Института общей и неорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: bobirjon_adizov@mail.ru*

Базаров Гайрат Рашидович

*канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедры «Технология нефте-газохимической промышленности»
Бухарского инженерно-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: sherzodbuxoro@mail.ru*

**STUDYING THE THERMAL RESISTANCE OF DRILLING SOLUTIONS OBTAINED
FROM THE DEVELOPED NAVBAKHORIC CLAY COMPOSITIONS****Sherzod Toshev**

*Candidate of the department "Technology of the oil and gas industry"
of the Bukhara engineering-technological institute,
Republic of Uzbekistan, Bukhara*

Saidakbar Abduraximov

*Doctor of technical sciences, professor, chief researcher of the laboratory "Colloid chemistry"
of the Institute of general and inorganic chemistry, Academy of sciences of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Bobirjon Adizov

*Candidate of technical sciences, doctoral candidate of the laboratory "Colloid Chemistry"
of the Institute of general and inorganic chemistry, Academy of sciences of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Gayrat Bazarov

*Candidate of technical sciences, associate professor, head of the department of technology of the oil and gas chemical
industry of the Bukhara engineering-technological institute,
Republic of Uzbekistan, Bukhara*

АННОТАЦИЯ

В условиях высоких температур и давлений широко применяемые на практике реагенты-стабилизаторы претерпевают химические изменения и теряют свои стабилизирующие свойства, в результате чего устойчивость и тиксотропные функции глинистых буровых растворов ухудшаются, повышается их водоотдача и происходит расслоение суспензии с выделением дисперсной фазы.

Поэтому считается перспективным использовать полиминеральные композиции глин, содержащие палыгорскит, которые не требуют большой химической обработки.

ABSTRACT

Under conditions of high temperatures and pressures, stabilizer reagents widely used in practice undergo chemical changes and lose their stabilizing properties, with the result that the stability and thixotropic functions of clay drilling muds deteriorate, their loss increases and the separation of the suspension occurs with the release of the dispersed phase.

Therefore, it is considered promising to use polymineral clay compositions containing palygorskite, which do not require much chemical treatment.

Ключевые слова: буровой раствор, солевой пласт, глинистый минерал, гидротермальный режим, полиминеральная композиция глин, палыгорскит, водоотдача, солеустойчивость, глина, добавки, композиции глин, бентонит, палыгорскит, дисперсия, коагуляция.

Keywords: drilling mud, salt formation, clay mineral, hydrothermal regime, polymineral clay compositions, palygorskite, water loss, salt tolerance, clay, additives, clay compositions, bentonite, palygorskite, dispersion, coagulation.

Введение. В настоящее время в Узбекистане для добычи нефти и газа осуществляют глубокое и сверхглубокое бурение в мощных солевых пластах и при высокой температуре в скважинах.

Поэтому, при высоких забойных температурах требования к глинистым буровым растворам сильно возрастают.

Если учесть, что обычные глинистые минералы даже при химической обработке не в состоянии образовывать в гидротермальных условиях устойчивые в присутствии электролитов буровые растворы, то становится ясно необходимость использования в них полиминеральных композиций глин, преимущественно содержащих палыгорскит (атапульгит) [1].

В Навоийской области имеется крупное Навбахорское месторождение палыгорскитовых глин, которых можно использовать при получении термостойких буровых растворов.

Следовательно, актуальным считается разработка эффективных композиций палыгорскитсодержащих глин для приготовления буровых растворов, обладающих низкой водоотдачей и устойчивостью к действию высоких забойных температур и электролитов.

Известно, что при значительном повышении температуры гидротермальной обработки (до 170°C) используемые на практике поверхностно-активные вещества (ПАВ) в определенной мере начинают утрачивать свои стабилизирующие свойства и дисперсии с их добавками несущественно отличаются от исходных дисперсий глинистых минералов.

Цель работы. Целью настоящего исследования является изучение термостойкости буровых растворов, получаемых из разработанных композиций Навбахорских глин.

Результаты и обсуждение

На практике, в частности в лабораторных условиях чаще используют способ гидротермальной обработки глинистых растворов, имитирующий условия глубоких и сверхглубоких скважин, а также на изменения характера образования коагуляционных структур глинистых минералов.

Исследование процессов образования последних в условиях повышенных температур приобретает особо важное значение в связи с необходимостью разработки способов получения глинистых растворов для осложненного бурения [2].

Нами гидротермальная обработка производилась в лабораторном автоклаве АВ-2 в изотермических условиях при температуре 350°C и давлении 169 в течение 3 часа. При этом концентрация изучаемых водных дисперсий глинистых минералов во всех случаях составляла 10%.

На рис.1 представлены изменения эффективной вязкости водных растворов Навбахорских глин и их композиций. В данном случае эффективная вязкость растворов измерялось на высокотемпературном ротационном вискозиметре-пластометре ВСН-2, производства КФ ВНИИК Азнефтегаз.

Из рис.1 видно, что при индивидуальном использовании ЩБ НМ и КП НМ в 10% водной суспензии их эффективная вязкость ($\eta_{\text{эфф}}$) растет до 150°C и далее, сильно снижается. Это объясняется тем, что при гидротермальной обработке ЩБ НМ наблюдается некоторое увеличение его дисперсности и одновременно происходит изменение в субмикроскопической области (от 69 до 105 Å) неоднородности. Выше 150°C число кристаллов, участвующих в образовании коагуляционных структур уменьшается, что отражается на падении эффективной вязкости раствора [3]. В случае КП НМ-увеличивается эластичность и пластичность, а также коэффициент устойчивости коагуляционной структуры.

Рисунок 1. Изменение эффективной вязкости ($\eta_{\text{эфф}}$) глинистого раствора в зависимости от температуры её гидротермальной обработки:

1-для ЩБ НМ; 2-для КП НМ, 3-для композиции КП: ЩБ НМ=50:50

Рисунок 2 Изменение эффективной вязкости ($\eta_{\text{эфф}}$) 10%-ного водного раствора КП НМ в зависимости от температуры её гидротермальной обработки: 1-без электролита; 2-с добавкой 10% NaCl; 3-с добавкой 20% NaCl; 4-с добавкой 30% NaCl

При использовании композиции из выше отмеченных глин при соотношении 50:50 эффективная вязкость раствора имеет более высокие значения, чем при их индивидуальном использовании и её снижение наблюдается после 170⁰C-180⁰C. Это еще раз подтверждает преимущество использования композиции глин с добавкой палыгорскита при получении суспензии для бурения глубоких высокотемпературных скважин.

Из рис.1 видно, что наиболее термостойкие буровые растворы получаются из композиций глин, содержащих карбонатный палыгорскит Навбахорского месторождения.

Как отмечалось ранее, гидротермическое влияние на стойкость бурового раствора сопровождается и агрессивным действием электролитов, концентрация которых меняется в зависимости от условий и глубины бурения.

Учитывая это, нами изучено изменение эффективной вязкости ($\eta_{\text{эфф}}$) 10%-ного водного раствора КП НМ в зависимости от температуры его термальной обработки и добавки электролита с различной концентрацией.

Полученные результаты представлены на рис.2.

Из рис.2 видно, что водные растворы КП НМ до температуры 160⁰C имеют однотипный характер из-

менение кривых эффективной вязкости. При дальнейшем повышении температуры влияние концентрации NaCl проявляется более сильно.

Как видно из рис. 1 и 2 для получения термостойких буровых растворов целесообразно использовать полиминеральные композиции, содержащие КП НМ не менее 50%;

-с повышением температуры гидротермальной обработки водных растворов КП НМ выше 160 °C влияние электролитов на эффективную вязкость ($\eta_{\text{эфф}}$) усиливается.

Известно, что применение эффективного бурового раствора способствует сохранению диаметра ствола скважины, близкого к номинальному диаметру долота. Росту механической скорости и проходки на долоте и при этом оказывает минимальное влияние на изменение коллекторских свойств продуктивных пластов [3,4].

На Гиссарском и Бухара-Хивинском прогибах, где на относительно большой глубине имеются мощные солевые отложения, кроме солевой и температурной агрессии наблюдается ещё и сероводородная. Для такой среды целесообразно использовать полиминеральные композиции глин с добавкой необходимых химических реагентов.

Получение эффективных буровых растворов только на одном виде глины практически не возможно. Кроме того в природе не имеются комовые глины, состоящие только из одного вида минерала [2].

Поэтому создание эффективных полиминеральных композиций глин и химических реагентов зависит от цели и задач использования получаемого бурового раствора и условия его применения [3]. Использование полиминеральных композиций имеет ряд преимуществ по сравнению с потреблением комовой глины:

- приготовление бурового раствора из композиций глин требует меньше времени, раствор получается высокого качества;
- диспергирование (набухание) мелких частиц происходит быстрее и полнее, чем крупных;
- высокое качество композиции глин обеспечивает получение буровых растворов с малым содержанием твердой фазы. Одним из основных технико-экономических показателей разрабатываемой композиции глинопорошков считается выход бурового раствора, измеряемый в м³ из 1 т глинопорошка [4]. Так например, щелочной бентонит и карбонатный палыгорскит Навбахорского месторождения (Навийская область) имеют сильно отличающиеся показатели по выходу бурового раствора, что требует учитывать при создании полиминеральных композиций на их основе.

В табл. 1 представлены результаты исследования выходов буровых растворов из индивидуальных глин Навбахорского месторождения и их композиций. При этом, для опытов использованы глинопорошки с влажностью не более 10% от общей массы с помолом не менее 95% при переходе через сито 100 меш. Буровой раствор считается готовым при достижении вязкости глинистой суспензии равной не менее 15 сП (по Стомеру) [5].

Как видно из табл. 1 наибольший выход бурового раствора с требуемой вязкостью (не менее 15 сП) имеет карбонатный палыгорскит Навбахорского месторождения.

Следует отметить, что при полном распускании данной глины в соленасыщенную воду получаемый буровой раствор имеет такую же вязкость, как и в пресной воде. Щелочной и щелочноземельный бентонит НМ этими свойствами не обладают [6]. Поэтому нами изучена роль палыгорскита в изменении вышеотмеченных показателей.

Таблица 1.

Показатели вязкости и выхода буровых растворов, получаемых из глин Навбахорского месторождения (НМ) и их композиций

Наименование глинопорошка или композиции	Вязкость бурового раствора, сПз	Выход бурового раствора, м ³
Щелочной бентонит (ЩБ НМ)	16,9	14,3
Щелочно-земельный бентонит (ЩЗБ НМ)	16,0	8,5
Карбонатный палыгорскит (аттапульгит) (КП НМ)	15,2	20,7
Композиция ЩБ НМ: ЩЗБ НМ+1:1	15,3	10,8
Композиция ЩБ НМ: КП НМ+1:1	16,5	18,4
Композиция ЩЗБ НМ: КП НМ+1:1	16,1	14,7
Композиция ЩБ НМ: ЩЗБ НМ:КП НМ =1:1:1	16,0	15,6

Полученные результаты представлены в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что низкая водоотдача наблюдается при получении глинистых буровых растворов с использованием КП НМ.

Следовательно, можем сделать вывод о том, что по физико-химическим и технологическим показателям буровые растворы, полученные композиции из

КП НМ с другими глинистыми минералами превосходят раствор, полученные из других индивидуальных глин.

Причем, для буровых растворов, заготовленных на минерализованной (соленой) воде, расход карбонатного палыгорскита НМ требуется меньше, чем щелочного или щелочноземельного бентонитов.

Таблица 2.

Технологические показатели буровых растворов, полученных из глин Навбахорского месторождения (НМ) и их композиций

№	Состав бурового раствора	Содержание компонентов %	Плотность раствора (γ), г/см ³	Время (Т), с	Водоотдача (В), см ³ /30 мин	pH
1	2	3	4	5	6	7
1.	ЩБ НМ К-4 NaOH H ₂ O	30 5 0,2 Ост	1,22	31	36	9
2.	ЩБ НМ К-4 NaOH H ₂ O	30 5 0,3 Ост	1,19	33	50	8
3.	КП НМ К-4 NaOH H ₂ O	30 5 0,2 Ост	1,27	35	30	8
4.	ЩБ НМ КП НМ К-4 NaOH H ₂ O	15 15 5 0,25 Ост	1,20	32	22	9
5.	ЩБ НМ КП НМ К-4 NaOH H ₂ O	15 15 5 0,2 ост	1,25	33	20	9
6.	ЩБ НМ ЩЗБ НМ КП НМ К-4 NaOH H ₂ O	10 10 10 0,2 ост	1,23	33	24	8

Карбонатный палыгорскит НМ по сравнению с бентонитами в буровом растворе довольно медленно повышает его вязкость. Поэтому для увеличения вязкости раствора после добавок карбонатного палыгорскита (КП НМ) требуется некоторое время.

Выводы

1. Использование КП НМ в составе композиций глин для получения буровых растворов повышает их термостойкость, что очень важно при глубоком и осложненном бурении нефтегазовых скважин;
2. КП НМ повышает устойчивость буровых растворов к солевой и сероводородной агрессии;
3. Добавление КП НМ в состав глинистой композиции снижает расход глин в буровых растворах.

Список литературы:

1. Ёдгаров Н.Ё. Химические реагенты и материалы в нефтегазовом комплексе. Ташкент. ООО «Voris-nashriot», 2009-520 с.
2. Рябченко В.И. Управление свойствами буровых растворов.-М.: Недра, 1990-230 с.
3. Рязанов Я.А. Энциклопедия по буровым растворам. -М.: Недра, 2004-490 с.
4. Ш.О. Тошев, С.А. Абдурахимов Г.Р. Бозоров Особенности буровых растворов, полученных из глин Навбахорского месторождения. Узбекский журнал нефти и газа, №2, 2011 г., С.15-16
5. Мирзаев А.У., Черненко Г.В., Глушенкова А.И., Чинникулов Х. Сорбционные свойства бентонитовых глин Навбахорского месторождения. Узбекский химический журнал 1999 №5-6, с.34-36.
6. Тошев Ш.О., Базаров Г.Р., Абдурахимов С.А. Получение высокоэффективных промывочных суспензий на основе композиций из местных минералов Сборник материалов Республиканской научно-технической конференции, II том, Ташкент-2008, С. 77-79.

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ГЛИЦИРАМА С о-АМИНОФЕНОЛОМ

Рустамов Санжар Аширалиевич*докторант Андиганского государственного университета,
Республика Узбекистан, г. Андиган
E-mail: sanjar.rustamov.2018@mail.ru***Исаев Юсуп Тожиаматович***канд. хим. наук, зав. кафедрой химии Андиганского государственного университета,
Республика Узбекистан, г. Андиган
E-mail: yusufjon_67@inbox.ru***Аскарлов Иброхим Рахмонович***д-р хим. наук, проф. Андиганского государственного университета,
Республика Узбекистан, г. Андиган*

OBTAINING COMPLEX COMPOUNDS OF GLYCYRAMS WITH o-AMINOPHENOL

Sanzhar Rustamov*doctoral student of Andijan State University
The Republic of Uzbekistan, Andijan city***Yusup Isaev***Cand. chemical Sciences, Head of the Department of Chemistry Andijan State University
The Republic of Uzbekistan, Andijan city***Ibrohim Askarov***Doc. chemical of Sciences, Professor Andijan State University
The Republic of Uzbekistan, Andijan city*

АННОТАЦИЯ

В данной статье обсуждаются результаты работ по получению и изучению структуры и свойств комплексных соединений глицирама и орто-аминофенола, а также их использование в качестве новых биологически активных веществ.

ABSTRACT

This article discusses the results of work on obtaining and studying the structure and properties of complex compounds of glycyram and ortho-aminophenol, as well as their use as new biologically active substances.

Ключевые слова: солодка, глицирризиновая кислота, глицирам, орто-аминофенол.

Keywords: licorice, glycyrrhizic acid, glycyram, ortho-aminophenol.

Различные виды солодки широко распространены в большей части Азии и Европы. В частности, в Узбекистане и других регионах Центральной Азии произрастает в основном солодка голая (*G. glabra* L.), которая является основным источником солодкового корня, используемого в пищевом, фармацевтическом и парфюмерном производствах [1-4].

Солодковый корень считается одним из древних лекарственных средств, применяемых в народной медицине. После открытия действующего начала корня – глицирризиновой кислоты (ГК) – интерес к этой кислоте как потенциальной основе новых высокоэффективных лекарственных препаратов не пропадает по сей день [1; 2; 7; 8].

Глицирризиновая кислота за последние 20-25 лет стала, по-видимому, самым популярным компонентом в поиске комбинированных лекарственных препаратов [1; 3; 6].

ГК, являясь основным компонентом корня солодки, продолжает привлекать внимание фармакологов своими уникальными физико-химическими свойствами. Амфифильный характер молекулы ГК, состоящей из гидрофобной (тритерпеновой) и гидрофильной (углеводной) частей, отражается на ряде свойств ГК, таких как поверхностно-активные и гелеобразующие свойства, что позволяет применять ее в качестве солюбилизатора многих не растворимых в

воде лекарственных препаратов. Например, практически не растворимые в воде гидрокортизон, преднизолон, урацил, нистатин и другие лекарственные препараты в комплексе с моноаммониевой солью глицирризиновой кислоты переходят в водные растворы [1; 3; 6; 7].

С другой стороны, отмечено усиление эффективности вышеуказанных и других лекарственных веществ в комплексе с ГК и ее солями [1; 2].

Для получения красителей, лекарственных и других веществ наряду со многими ароматическими соединениями широко применяют аминифенолы. Например, из *p*-аминофенола получают парацетамол, красители меха и др. *o*-Аминофенол используют в синтезе сернистых и протравных красителей, 8-окси-хинолина, применяемого в аналитической химии, 2-аминофенол-4-сульфо-кислоты и других органических реагентов [9].

Целью настоящей работы является поиск новых эффективных и доступных супрамолекулярных комплексов глицирризиновой кислоты с биологически значимыми веществами широкого спектра действия, а также расширение области применения ГК и его производных [10].

В предыдущих работах нами получены комплексные соединения моноаммониевой соли ГК с мочевиной и тиомочевиной, изучено их строение и стимулирующее свойство в отношении прорастания семян хлопчатника. Как показывают полученные результаты, новые соединения как стимуляторы не

уступают применяемым в настоящее время на практике стимуляторам хлопчатника [2; 5].

Исходя из вышеизложенного, мы получили комплексные соединения моноаммониевой соли глицирризиновой кислоты, известной как Глицирам (ГЦ), с *o*-Аминофенолом в разных соотношениях, изучили их некоторые физико-химические свойства. Строения образующихся комплексов были охарактеризованы с помощью УФ- и ИК-спектров. Так, в спектре УФ-соединения в соотношении 1:1 максимум поглощения наблюдается при длине волны 258 нм, соответствуют системе 11-ен – 12-он. В УФ-спектре соединений в соотношении 2:1 и 4:1 максимумы поглощения этой системы проявляются при 258 и 260 нм соответственно (табл. 1).

В ИК-спектрах полученных соединений обнаруживаются полосы поглощения в области 3300-3200 см⁻¹, характерные для ассоциированных гидроксильных групп. Следует отметить, что аналогичные полосы поглощения для Глицирама проявляются около 3400 см⁻¹. Полосы поглощения >C=O карбоксила остались почти без изменения. Этот факт позволяет судить о том, что при образовании межмолекулярных связей участвуют гидроксильные группы углеводной части молекулы ГЦ.

На основании этих данных мы предположили, что *o*-Аминофенол и ГЦ соединены следующим образом:

Таблица 1.

Некоторые показатели полученных соединений

ГЦ : <i>o</i> -АФ (соотношение)	Растворитель	Т.пл. °С	ИК-спектр ОН	ИК-спектр >C=O	УФ, λ _{max} . (H ₂ O), Ige	Выход %
1:1	Вода	195-196	3250-3200	1722-1698	258 (4,1)	87
2:1	Вода	198-199	3260-3200	1704-1682	258(4,1)	85
4:1	Вода	200-201	3300-3200	1700-1650	260(4,2)	88

Экспериментальная часть. УФ-спектры сняты с использованием спектрофотометра Shimadzu-1280 (Япония), ИК-спектры – ИК-Фурье спектрометра IRTracer-100 (Shimadzu, Япония).

Моноаммониевую соль глицирризиновой кислоты получали по методике [11]. Исходный *о*-Аминофенол перекристаллизовывали из горячего водного раствора.

Получение молекулярного комплекса в соотношении реагентов 1:1.

1,680 г (0,002 моль) ГЦ и 0,218 г (0,002 моль) *о*-Аминофенола в 50 мл 50%-ном этиловом спирте

перемешивали на магнитной мешалке при 30-40°C в течение 8 часов. Спирт отгоняли в ротаторном испарителе, а остаток лиофилизировали до постоянной массы. Порошок коричневого цвета. Выход 87%.

Соединения в соотношениях 2:1 и 4:1 реагентов получали аналогичным способом.

Таким образом, комплексные соединения моноаммониевой соли глицирризиновой кислоты с *о*-Аминофенолом могут быть использованы как эффективные экологически чистые вещества широкого спектра действия на основе местного доступного сырья.

Список литературы:

1. Толстиков Г.А., Балтина А.А., Гранкина В.П., Кодратенкова Р.М.. Солодка. Биоразнообразие, химия, применение в медицине. –Новосибирск: Академическое Издательство “ГЕО”, 2007. – С.260-272.
2. Исаев Ю.Т., Рустамов С.А., Аскарлов И.Р. Синтез мочевино- и тиомочевиносодержащих производных глицирризиновой кислоты и их биологическая активность. // Научный Вестник АндГУ. - 2018. - №4. – С. 26-29.
3. Толстиков Г.А., Балтина Л.А., Шульц Э.Э., Покровский А.Г. Глицирризиновая кислота (обзор) //Биоорганическая химия, 1997. т. 23, №9. – С.691-709.
4. Далимов Д.Н., Исаев Ю.Т., Сайиткулов А.М. Молекулярные комплексы моноаммониевой соли глицирризиновой кислоты с некоторыми лекарственными средствами и их интерферон- индуцирующая активность // Химия природн. соедин. -2001, № 2. - С.132-134
5. Исаев Ю.Т., Рустамов С.А., Аскарлов И.Р. Синтез тимочевиносодержащих производных глицирризиновой кислоты // Вестник Пермской государственной фармацевтической академии. Научно-практический журнал. -2018. - № 22. – С. 34-35.
6. Астафьева О. В. Использование Glycyrrhiza glabra, Achillea micrantha willd. и Helichrysum arenarium L. для разработки биопрепаратов с антибактериальными свойствами // Автореф. дисс.... канд. наук. – Ставрополь, 2013. – С. 13-14.
7. Кондратенко Р.М. Глицирризиновая кислота и родственные тритерпеноиды солодкового корня в синтезе перспективных биологически активных соединений // Автореф. дисс.... канд. наук. Уфа, 2006. – С.4.
8. Исаев Ю.Т. Производные глицирризиновой кислоты и их биологическая активность // Автореф. дисс.... канд. хим. наук. –Ташкент, 2001. – 25с.
9. Химическая энциклопедия. Изд. Советская энциклопедия. М., 1988. Том 1. – С.267-268.
10. С.Н.Борисенко, А.В.Лекарь, А.А.Милов, Е.В.Ветрова, Н.И.Борисенко. Масс-спектрометрия и квантовохимическое исследование процессов самоассоциации молекул глицирризиновой кислоты //Химия растительного сырья. -2013. - №2.- С. 85-92.
11. Толстиков Г.А., Балтина А.А., Гранкина В.П., Кодратенкова Р.М.. СОЛОДКА Биоразнообразие, химия, применение в медицине. Новосибирск. Академическое Издательство “ГЕО”. 2007. 278-279 С.

ПОЛУЧЕНИЕ ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩИХ ДЕЭМУЛЬГАТОРОВ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ

Курбанов Азизжон Рустамович

*магистрант Химико-технологического института, инженер Института общей и неорганической химии
Академии наук Республики Узбекистан, Лаборатория «Химические технологии и ПАВ»,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: aziz1058900@gmail.com*

Салихова Озода Абдуллаевна

*канд. техн. наук, доц. Каф. «Технология тяжёлых органических соединений»
Ташкентского химико-технологического института,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: salihova.ozodaa@gmail.com*

Мирзаахмедова Мавлуда Ахмеджановна

*PhD, ст. науч. сотр. Института общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан,
Лаборатория «Химические технологии и ПАВ»,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: mmirzaahmedova@bk.ru*

Байматова Гулноза Ахмедовна

*мл. науч. сотр. лаб. «Химические технологии и ПАВ»,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: gulnoza6520@gmail.com*

SUBSEQUENT IMPORTATION OF DECOMMISSIONING ON THE BASIS OF A LOCAL

Azimjon Kurbanov

*Undergraduate Institute of Chemical Technology Institute,
engineer of General and Inorganic chemistry of Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent*

Ozoda Salihova

*Candidate of Technical Sciences
The department "Technology of heavy organic compounds "Tashkent chemical technologicalthe institute
Uzbekistan, Tashkent*

Mavluda Mirzaakhmedova

*junior researcher Institute of General and Inorganic chemistry of Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent*

Gulnoza Baymatova

*junior researcher Institute of General and Inorganic chemistry of Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье обоснована технология высокомолекулярных соединений, синтез и исследование деэмульгаторов с заданными свойствами и структурами. Изучены физико-химические свойства и влияние концентрации деэмульгатора на процесс деэмульсации нефтей. Обобщены результаты исследований по синтезу деэмульгаторов, на основе местных сырьевых ресурсов и по применению их в процессе деэмульгирования.

ABSTRACT

The state of the art technology in the field of synthesis and synthesis and research has set properties and structures. The physicochemical properties and the effect of demulsifier concentration on the process of oil demulsification were

studied. The results of studies on the synthesis of demulsifiers, based on some local raw materials and their application in the process of demulsification, are summarized.

Ключевые слова: нефть, деэмульгаторы, синтез, газоконденсат, обезвоживания и обессоливания, глицерин, олеиновая кислота.

Keywords: oil, demulsifiers, synthesis, gas condensate, dehydration and desalting, glycerin, oleic acid.

Для предотвращения образования, а так же для разрушения уже образовавшихся нефтяных эмульсий широко применяются деэмульгаторы - поверхностно-активные вещества (ПАВ), которые в отличие от природных эмульгаторов способствуют значительному снижению стойкости нефтяных эмульсий [1].

Воздействие деэмульгатора на нефтяную эмульсию основано на том, что деэмульгатор, адсорбируясь на поверхности раздела фаз нефть – вода, вытесняет и замещает менее активные поверхностно-активные природные эмульгаторы [2].

Природные эмульгаторы – естественные поверхностно-активные вещества, содержащиеся в нефти (асфальтены, нафтены, смолы, парафины) и в пластовой воде. Деэмульгаторы должны обладать большей активностью, чем эмульгаторы. Пленка, образуемая деэмульгатором, менее прочна. По мере накопления деэмульгатора на поверхности капелек воды между последними возникают силы взаимного притяжения. В результате этого мелкие диспергированные капельки воды образуют большие капли (хлопья), в которых пленки вокруг глобул воды обычно сохраняются [3]. Процесс образования больших хлопьев из мелкодиспергированных капелек воды в результате воздействия деэмульгатора называется флокуляцией (хлопьеобразованием). В процессе флокуляции поверхностная пленка глобул воды становится достаточно ослабленной, происходит ее разрушение и слияние глобул воды. Процесс слияния капелек воды называется коалесценцией. Хорошие деэмульгаторы должны обеспечивать не только сближение диспергированных капелек воды в эмульсии, но также и разрушать окружающие их пленки и способствовать коалесценции.

Деэмульгаторы обволакивают частицы механических примесей тонкой пленкой, хорошо смачиваемой водой, и такие частицы выделяются из нефти и удаляются вместе с водой. Таким образом, реагенты, применяемые в качестве деэмульгаторов для разрушения нефтяных эмульсий, должны обладать следующими свойствами:

- способностью проникать на поверхность раздела фаз нефть—вода,
- вызывать флокуляцию и коалесценцию глобул воды,
- хорошо смачивать поверхность механических примесей [4].

Таковыми универсальными свойствами обладает ограниченное число деэмульгаторов. Для разруше-

ния нефтяных эмульсий предложено множество реагентов, которые имеют те или иные необходимые свойства. Деэмульгаторы обычно подразделяются на две группы: ионогенные (образующие ионы в водных растворах) и неионогенные (не образующие ионы в водных растворах). Ионогенные, в свою очередь, могут быть подразделены на анионактивные и катионактивные в зависимости от того, какие поверхностно-активные группы они содержат -анионы или катионы.

В производственных условиях УДП «Муборак-нефтегаз» организовано опытно-промышленное производство неионогенных деэмульгаторов на основе отечественных полупродуктов и отходов химических производств. Для получения деэмульгатора из водорастворимых олигомеров многоатомных спиртов проводили реакцию этерификации их с олеиновой кислотой [5].

Синтезы деэмульгаторов производили при различных мольных соотношениях взаимодействующих компонентов, продолжительности времени реакции и температурных условиях. Так, деэмульгатор на основе глицерина, ГМТА и олеиновой кислоты условно обозначен «КД» - карбоксилдеэмульгатор, который получен на основе реакции конденсации карбоновой кислоты и глицерина с продуктами распада ГМТА – CH_2O и NH_3 . Оптимальными деэмульгирующими свойствами обладает КД, полученный при мольном соотношении продукта реакции глицерина с ГМТА (получен при мольном их соотношении 5:1) к олеиновой кислоте 5:1, температуре реакции 180-185 °С и продолжительности процесса 5 часов. По деэмульгирующему эффекту при расходе 150 г/т нефти КД весьма близок или даже имеет некоторые преимущества перед Диссольваном 4411 при обезвоживании и обессоливании нефтей Джаркурганского и Кокдумалакского месторождений. Объем выделяемой воды за 2 часа при температуре 60 °С и расходе КД 150 г/т нефти в случае Джаркурганской нефти составляет 95 % от первоначальной против 90 % в случае Диссольвана 4411 и 65 % без деэмульгатора. При этом выделяется 92 % солей от первоначального их содержания. Деэмульсация Кокдумалакской нефти составляет 97 % по обезвоживанию и 94 % по обессоливанию. Деэмульгатор КД является неионогенным ПАВ, его 1 % - ный раствор при комнатной температуре снижает поверхностное натяжение воды до 38 мН/м.

Результаты испытания деэмульгатора приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты испытания деэмульгатора

Массовые соотношения реагентов	Температура реакции (°C)	Время реакции (часы)	Остаточное содержание воды в Шеркентской нефти, (%)
Глицерин : ГМТА : H ₂ SO ₄ : Олеиновая кислота 10:1:1:1	180- 190	4,5	1,0
Глицерин : ГМТА : H ₂ SO ₄ : Олеиновая кислота 10:1:1:1	230- 250	4	0,5
Глицерин : ГМТА : Олеиновая кислота 10:1:1	120-140	5	1,5

С целью получения деэмульгаторов изучены реакции конденсации глицерина с гексаметилентетрамином (ГМТА), олеиновой кислотой. Синтез деэмульгатора проводили в 4-х горловой колбе объемом 250 мл, помещенной в термостат (масляной бане), снабженной мешалкой, термометром, обратным холодильником и делительной воронкой. Течение реакции контролировали по степени распада ГМТА и соответственно выделившемуся количеству формальдегида, вступающему в реакцию конденсации с глицерином. При определении вступающего в реакцию количества формальдегида учитывалось его остаточное количество, не вступившее в реакцию. Степень термического распада ГМТА контролировалась по объему выделившегося аммиака в результате реакции. Последняя являлась двухступенчатой, в первой стадии реакция между глицерином и ГМТА,

при которой образуются простые эфиры, содержащие полиалкиленовые группы, а во второй – реакция между образовавшимся в первой стадии продуктом и олеиновой кислотой, при которой образуются сложные эфиры, проявляющие свойства по деэмульгированию нефтей при их обезвоживании и обессоливании.

Известно, что ГМТА (уротропин) образует аммиак и муравьиный альдегид:

Последний, вступая в реакцию с глицерином, образует соединение, содержащее полиоксипалиленовые группы:

Этот продукт, вступая в реакцию с олеиновой кислотой, образует сложный эфир, проявляющий деэмульгирующие свойства:

Исследовалась кинетика реакции оптимальных условий синтеза. При этом молярные доли глицерина к ГМТА составляли 1:1, 3:1, 5:1, температура – 100-120 °C, 120-140 °C, 140-180 °C.

Таким образом, используя полупродукты местных производств, можно решить проблему импортозамещения по деэмульгаторам местных нефтей при

их обезвоживании и обессоливании путем разрушения устойчивых водо-нефтяных эмульсий в их составе. По эффективности импортозамещающий деэмульгатор КД не уступает импортируемому реагенту Диссольван-4411

Список литературы:

1. Плохова С. Е., Саттарова Э. Д., Елпидинский А. А. Изучение влияния анионных и катионных ПАВ на деэмульгирующую эффективность неионогенных ПАВ // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15. – №. 16.

2. Учаев А.Я. Разработка композиционных составов на основе ПАВ для разрушения устойчивых водонефтяных эмульсий. - диссер. на соиск. уч. ст. к.т.н. – г. Москва -2013. – 121 с.
3. Небогина Н. А., Прозорова И. В., Юдина Н. В. Влияние содержания воды в нефти на формирование и реологические свойства водонефтяных эмульсий // Нефтяное хозяйство. - 2008.- №12.- С. 90–92.
4. Давронов Н.К., Алимов А.А., Салимов З.С. Дезэмульгаторы нефтей и газоконденсатов // Сб. материалов научно-технической конференции “Актуальные проблемы создания и использования технологий переработки минерально-сырьевых ресурсов Узбекистана”. - Ташкент, 2007. - С. 62-66.
5. Мирзаахмедова М.А., Хамраев С.С., Алимов А.А. Технология получения неионогенных дезэмульгаторов водонефтяных эмульсий// Ж. Технология нефти и газа. – 2016 г. № 3. С. 16-19.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНГИБИРОВАНИЕ КОРРОЗИИ СТАЛИ 20 В 1М РАСТВОРАХ H_2SO_4 , ИССЛЕДОВАННЫХ МЕТОДОМ АТОМНО-АБСОРБЦИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ

Нуриллов Зафар Исмаилович

*Преподаватель Бухарского инженерно-технологического института
Республика Узбекистан, Бухарская область, г. Бухара*

Бекназаров Хасан Сойибназарович

*д-р техн. наук, ведущий научный сотрудник
Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии,
Республика Узбекистан, Ташкентская область, Ташкентский р-н, п/о Шуро-базар
E-mail: hasan74@mail.ru*

Джалилов Абдулахат Турапович

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

STUDY INHIBITING CORROSION OF STEEL 20 IN 1M H_2SO_4 SOLUTIONS INVESTIGATED BY ATOMIC ABSORPTION SPECTROMETRY

Zafar Nurilloev

*Lecturer at the Bukhara Institute of Engineering and Technology
Republic of Uzbekistan, Bukhara region, Bukhara*

Hasan Beknazarov

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

Abdulahat Djalilov

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

АННОТАЦИЯ

В работе приведена оценка ингибирования коррозии стали 20 атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС). Полученные значения эффективности ингибирования, методом ААС, составили 95, 89, 86 и 81% для ингибиторов ИКФ-1, ИКФ-2, ИКФ-3 и ИКФ-4 соответственно. Установлено, что значения свободной энергии адсорбции для всех исследованных систем лежат между $-9,8$ и $-10,7$ кДж/моль, что указывает на самопроизвольную адсорбцию добавок по механизму физической сорбции.

ABSTRACT

The paper presents an assessment of the inhibition of corrosion of steel 20 by atomic absorption spectroscopy (AAS). The obtained inhibition efficacy values obtained by the AAS method were 95, 89, 86, and 81% for inhibitors IKF-1, IKF-2, IKF-3, and IKF-4, respectively. It has been established that the values of the free energy of adsorption for all the systems studied are between -9.8 and -10.7 kJ/mol, which indicates spontaneous adsorption of additives by the mechanism of physical sorption.

Ключевые слова: атомно-абсорбционная спектроскопия, ингибиторы коррозии, коррозия металла, ингибиторы на основе кротонного альдегида, ацетальдегид, фосфорная кислота.

Keywords: atomic absorption spectroscopy, corrosion inhibitors, metal corrosion, crotonaldehyde-based inhibitors, acetaldehyde, phosphoric acid.

Введение. Атомно-абсорбционная спектрометрия – метод количественного элементного анализа, основанный на измерении селективного поглощения

(абсорбции) оптического излучения определенной длины волны нейтральными атомами определяемого

элемента. Это один из самых точных и производительных физико-химических методов анализа жидких проб различного происхождения [1-3].

Защита металлического оборудования от коррозии в кислых средах, является одной из важнейших научно-технических проблем в нефтяной, химической и нефтехимической отраслях промышленности. Приоритетным с точки зрения экономической целесообразности методом защиты, сочетающим высокую эффективность и технологичность, остается применение ингибиторов коррозии. Перспективными антикоррозионными реагентами для сред указанного состава являются комплексы, включающие азотсодержащие ароматические амины или азот-гетероциклические соединения с переходными металлами и фосфорсодержащие комплексоны. Их защитное действие обусловлено выраженной склонностью к адсорбции на поверхности металла [4-6].

Экспериментальная часть. В настоящей работе изучены олигомерный ингибитор коррозии следующего соединения: олигомерный ингибитор коррозии синтезированного на основе производных кротонного альдегида с фосфорной кислотой (ИКФ-1 и ИКФ-2) и производные ацетальдегида с фосфорной кислотой (ИКФ-3 и ИКФ-4).

В этой связи был использован прибор МГА-915 атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией. Прибор позволяет определять массовую концентрацию металлов методом электротермической атомно-абсорбционной спектроскопии в воде и сточных вод (М 01-46-2013 «Методика измерений массовой концентрации Al, Ba, Be, V, Fe, Cd, Co, Li, Mn, Cu, Mo, As, Ni, Pb, Se, Ag, Sr, Ti, Cr, Zn в пробах природных и сточных вод атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией с использованием атомно-абсорбционного спектрометра модификаций МГА-915, МГА-915М, МГА-915МД»).

Результаты и их обсуждение. Кислота широко используется в различных отраслях промышленности для травления черных сплавов и сталей. Из-за агрессивной природы кислой среды металл разъедает. При коррозии атомы металла восстанавливаются и переходят в раствор в виде ионов. Количество ионов в растворе будет увеличиваться с концентрацией кислой среды и с температурой в отсутствие ингибирующих частиц. Ингибиторы обычно используются для уменьшения воздействия кислоты на металл подложки, а затем для уменьшения количества ионов металла, попадающих в раствор. Нами были проведены эксперименты с использованием ААС для определения количества железа из основной массы металла в электролит в отсутствие и в присутствии при концентрации 0,5 г/л ингибиторов ИКФ-1, ИКФ-2, ИКФ-3 и ИКФ-4, 72 часа период погружения. Полученные результаты показывают, что количество растворенного железа в присутствии ингибиторов (ИКФ-1, ИКФ-2, ИКФ-3 и ИКФ-4) уменьшилось по сравнению с холостым раствором. В чистом растворе кислоты (1М H_2SO_4) концентрация растворенного железа составила 70 мг/л. Эта величина была снижена до 20 и 30 мг/л при введении 0,5 г/л ингибиторов ИКФ-1, ИКФ-2, ИКФ-3 и ИКФ-4 соответственно. Это может быть связано с адсорбцией функционально-активных групп ингибиторов на стальной поверхности, создавая барьер, который изолирует поверхность от коррозии окружающей среды. Значения эффективности ингибирования, полученные из определения ААС, составили 95, 89, 86 и 81% для ингибиторов ИКФ-1, ИКФ-2, ИКФ-3 и ИКФ-4 соответственно. Полученные результаты согласуются с наблюдаемой тенденцией от других методов (гравиметрический метод и выделение водорода), а также показывает, что ингибитор ИКФ-1 является лучшим ингибитором, чем ингибитор ИКФ-4, в пределах предела изученного диапазона концентрации и температуры.

Рисунок 1. Изотерма адсорбции Фрейндлиха для стали 20 в 1М H_2SO_4 с ингибиторами (а) ИКФ-1, (б) ИКФ-2, (в) ИКФ-3 и (г) ИКФ-4 при различных температурах

Расчет параметров изотермы адсорбции и термодинамики. Механизм взаимодействия ингибитора с поверхностью металла можно объяснить с помощью изотерм адсорбции. Степень покрытия поверхности, θ , рассчитывали для различных концентраций ингибиторов из измерений потери веса следующим образом: $g\% = \theta \cdot 100$, предполагая прямую связь между покрытием поверхности и эффективностью ингибирования. Полученные значения покрытия поверхности были применены к различным моделям изотермы адсорбции, и коэффициент корреляции (R^2) был полезным средством определения изотермы наилучшего соответствия. Безусловно, лучший результат был получен для изотермы адсорбции Фрейндлиха, которая может быть сформулирована как:

$$\theta = K_{ads} C^n \quad (1)$$

или

$$\log \theta = \log K_{ads} + n \log C \quad (2)$$

где $0 < n < 1$; θ - покрытие поверхности, C - концентрация ингибитора, а K_{ads} - константа равновесия процесса адсорбции - десорбции. На рис. 1 показан зависимости $\log \theta$ от $\log C$ для (а) ИКФ-1, (б) ИКФ-2, (в) ИКФ-3 и (г) ИКФ-4 при 30-60 °C. Получены линейные графики для различных изученных систем, что указывает на то, что экспериментальные результаты, касающиеся адсорбции ингибиторов, могут быть аппроксимированы изотермой адсорбции Фрейндлиха. Параметры адсорбции, полученные из графика, приведены в таблице 1. Полученные результаты в таблице показывают, что значения K_{ads} , значения которых указывают на силу связывания ингибитора с

поверхностью металла, уменьшаются с ростом температуры. Такое поведение можно интерпретировать на основании того, что повышение температуры приводит к десорбции некоторых адсорбированных функциональных групп ингибиторов на поверхности металла и согласуется с предлагаемым механизмом физической сорбции.

Значения свободной энергии адсорбции указывают на то, что ингибиторы функционируют путем физической адсорбции на поверхности металла. Как правило, значения свободной энергии адсорбции до 20 кДж/моль соответствуют электростатическому взаимодействию между заряженными молекулами и заряженным металлом (что указывает на физическую адсорбцию), в то время как более отрицательные значения, чем 40 кДж/моль, включают разделение заряда или передачу от молекул ингибитора к поверхности металла, чтобы сформировать связь типа координации (что указывает на хемосорбцию). Результаты, представленные в таблице, показывают, что значения свободной энергии адсорбции для всех исследованных систем лежат между -9,8 и -10,7 кДж/моль, что указывает на самопроизвольную адсорбцию добавок по механизму физической сорбции.

Термодинамическая модель очень полезна для объяснения явления адсорбции молекулы ингибитора. Энтальпия адсорбции может быть рассчитана в соответствии с уравнением Вант-Гоффа:

$$\ln K_{ads} = \frac{-\Delta H_{ads}^0}{RT} + \text{constant} \quad (3)$$

где ΔH_{ads}^0 и K_{ads} - энтальпия адсорбции и константа адсорбционного равновесия соответственно.

Таблица 1.

Параметры адсорбции Фрейндлиха для ингибиторов ИКФ-1, ИКФ-2, ИКФ-3 и ИКФ-4 при различных температурах

Ингибитор	Температура, °С	ΔG_{ads}^0 , кЖ/моль	K_{ads} , г/л	n	R^2
ИКФ-1	30	-10,7	1,21	0,62	0,98
	40	-10,3	0,98	0,67	0,98
	50	-9,8	0,86	0,69	0,97
	60	-10,6	0,92	0,86	0,98
ИКФ-2	30	-10,2	1,24	1,02	0,97
	40	-10,2	0,99	1,04	0,98
	50	-10,4	0,87	1,03	0,99
	60	-10,5	0,91	1,05	0,99
ИКФ-3	30	-10,3	1,25	0,97	0,98
	40	-10,2	1,03	0,93	0,99
	50	-10,4	0,96	1,01	0,99
	60	-10,3	0,86	1,02	0,97
ИКФ-4	30	-10,5	1,24	1,01	0,98
	40	-10,2	1,02	1,03	0,98
	50	-10,4	0,93	0,98	0,99
	60	-10,3	0,87	1,02	0,99

Рисунок 2. Зависимость $\ln K_{ads}$ от $1/T$ для ингибиторов ИКФ-1, ИКФ-2, ИКФ-3 и ИКФ-4

На рис. 2 представлен график зависимости между $\ln K_{ads}$ и $1/T$ для ингибиторов ИКФ-1, ИКФ-2, ИКФ-3 и ИКФ-4. Были получены прямолинейные графики, а энтальпия адсорбции была получена по наклону линейного графика.

Энтальпию адсорбции (ΔH) можно приблизительно рассматривать как стандартную энтальпию адсорбции ΔH_{ads}^0 в экспериментальных условиях, и полученные значения составляли 22,5, 20,2, 18,6 и 16,1 кДж/моль для ингибиторов ИКФ-1, ИКФ-2, ИКФ-3 и ИКФ-4 соответственно. Стандартная свободная энергия адсорбции ΔG_{ads}^0 , приведенная в таблице 1, была получена с использованием соотношения:

$$\log K_{ads} = -\log C_{H_2O} - \frac{\Delta G_{ads}^0}{2.303RT} \quad (4)$$

где C_{H_2O} – концентрация воды, выраженная в г/л⁻¹ (такая же, как концентрация ингибитора), R – молярная газовая постоянная, а T – абсолютная температура.

Стандартная энтропия адсорбции (ΔS_{ads}^0) была получена из основного уравнения термодинамики:

$$\Delta G_{ads}^0 = \Delta H_{ads}^0 - T\Delta S_{ads}^0 \quad (5)$$

Рассчитанные значения ΔS_{ads}^0 были 0,039, 0,039, 0,037 и 0,035 Дж·моль⁻¹·К⁻¹ при 30, 40, 50 и 60 °С, соответственно, для ИКФ-1. Значения $-6,6 \times 10^{-4}$, $-3,2 \times 10^{-3}$, $-4,3 \times 10^{-3}$ и $-4,8 \times 10^{-3}$ Дж·моль⁻¹·К⁻¹ были получены для ИКФ-4 соответственно. Значения термодинамических параметров для адсорбции ингибиторов могут дать ценную информацию о механизме ингибирования коррозии. Эндотермический процесс адсорбции ($\Delta H_{ads}^0 > 0$) однозначно объясняется хемосорбцией, в то время как в целом процесс экзотермической адсорбции ($\Delta H_{ads}^0 < 0$) может включать либо физическую сорбцию, либо хемосорбцию, либо смесь обоих процессов. В настоящем деле; отрицательный знак ΔH_{ads}^0 указывает на то, что адсорбция ингибиторов является экзотермическим процессом. Отрицательные значения ΔS_{ads}^0 указывают на то, что процесс адсорбции сопровождается снижением энтропии. Отрицательные значения ΔS_{ads}^0 могут быть объяснены следующим образом: до адсорбции функционально-активные группы ингибиторов на поверхности стали 20 могли свободно перемещаться в объеме раствора (функционально-активные группы были хаотичными), но со временем в адсорбции, функционально-активные группы ингибиторов были упорядоченно адсорбированы на поверхности стали 20, что привело к снижению энтропии.

Стандартная энтальпия адсорбции (ΔH_{ads}^0) также может быть выведена из уравнения Гиббса-Гельмгольца, выраженного:

$$\frac{\Delta G_{ads}^0}{T} = \frac{\Delta H_{ads}^0}{T} + \text{constant} \quad (6)$$

Рисунок 3. Зависимость $\Delta G^{\circ}_{ads}/T$ от $1/T$ для ИКФ-1, ИКФ-2, ИКФ-3 и ИКФ-4

На рис. 3 показано изменение $\Delta G^{\circ}_{ads}/T$ от $1/T$, которое дает прямую линию с наклоном, равным ΔH°_{ads} . Из рисунка видно, что $\Delta G^{\circ}_{ads}/T$ уменьшается с $1/T$ линейным образом.

Рассчитанные значения ΔH°_{ads} с использованием уравнения Гиббса-Гельмгольца составляют 22,6 и 16,9 кДж/моль⁻¹ для ингибиторов ИКФ-1 и ИКФ-4, соответственно, подтверждая экзотермическое поведение адсорбции на поверхности стали, поэтому значения ΔH°_{ads} , полученные обоими методами, удовлетворяет уравнения Гиббса-Гельмгольца.

Температура оказывает большое влияние на скорость электрохимической коррозии металла. Некоторые авторы [4,5] высказали мнение, что для коррозии в нейтральном растворе (деполяризация кислорода) повышение температуры благоприятно влияет на перенапряжение деполяризации кислорода и скорость диффузии кислорода, но приводит к уменьшению растворимости кислорода, тогда как для коррозии в кислой среде (деполяризация водорода) скорость коррозии увеличивается экспоненциально с ростом температуры, потому что перенапряжение выделения водорода уменьшается. Влияние температуры на процесс коррозии и торможения стали 20 в 1М H₂SO₄ в отсутствие и в присутствии различных концентраций ингибиторов после 10 часового погружения было изучено при 30-60 °С с использованием измерений потери веса. Результаты влияния температуры на скорость коррозии, представленные в таблице 2, согласуются с результатами авторов [7,8], увеличивающихся с повышением температуры. Зависимость скорости коррозии от температуры можно выразить уравнением Аррениуса:

$$\log v = \log A - \left(\frac{E_a}{2,303RT} \right) \quad (7)$$

где v - скорость коррозии, E_a - кажущаяся энергия активации растворения стали 20, R - молярная газовая постоянная, T - абсолютная температура, A - частотный фактор.

Рисунок 4. Зависимость Аррениуса для стали 20 в 1 М H₂SO₄ с различными концентрациями (а) ИКФ-1, (б) ИКФ-2, (в) ИКФ-3 и (г) ИКФ-4.

Таблица 2.

Параметры активации для коррозии стали 20 в 1М H₂SO₄ в отсутствие и в присутствии различных концентраций ИКФ-1, ИКФ-2, ИКФ-3 и ИКФ-4

Ингибиторы	Концентрация, г/л	E_a , кДж·мол ⁻¹	Q_{ads} , кДж·мол ⁻¹	ΔH^* , кДж·мол ⁻¹	ΔS^* , Ж·мол ⁻¹ ·К ⁻¹
Без инг.	-	74,5	-	71,8	-59,2
ИКФ-1	0,1	81,7	-26,4	78,1	-42,8
	0,2	80,4	-22,7	79,3	-40,1
	0,3	86,6	-26,2	82,8	-30,7
	0,4	93,3	-33,6	91,1	-17,3
	0,5	102,5	-38,2	99,8	-6,8
ИКФ-2	0,1	81,2	29,3	73,6	-56,2
	0,2	84,6	32,1	77,2	-44,6
	0,3	87,5	38,7	78,4	-36,7
	0,4	91,3	39,3	77,7	-26,5
	0,5	98,9	40,1	87,8	-12,9
ИКФ-3	0,1	80,5	28,2	75,3	-52,4
	0,2	82,3	29,7	78,6	42,3
	0,3	87,7	33,6	82,4	39,5
	0,4	93,4	34,5	86,3	22,6
	0,5	96,6	36,4	89,1	14,4
ИКФ-4	0,1	79,7	29,4	74,2	39,5
	0,2	82,3	32,8	76,3	36,4
	0,3	84,5	36,5	82,6	29,3
	0,4	87,9	39,3	89,3	21,6
	0,5	91,3	41,2	96,5	15,3

На рис. 4 изображен график Аррениуса зависимости логарифма скорости коррозии ($\log v$) относительно обратной температуры ($1/T$) для стали 20 в 1М H₂SO₄ в неингибированном растворе кислоты и в кислоте, содержащей различные концентрации ингибиторов ИКФ-1, ИКФ-2, ИКФ-3 и ИКФ-4. Полученные графики являются прямыми линиями, и энергия активации оценивалась по наклону прямых линий. Рассчитанные значения энергии активации приведены в таблице 2. Из таблицы видно, что E_a выше в присутствии ингибиторов, чем в их отсутствие. Модификация значений E_a может объясняться эффектом геометрической блокировки адсорбированных ингибирующих частиц на поверхности металла. Это наблюдение также подтверждает предложенный механизм физической адсорбции, поскольку литературы [6,7,8] показывают, что более низкие значения E_a в присутствии ингибиторов по сравнению с раствором свободной кислоты свидетельствуют о механизме химической адсорбции, тогда как противоположность предполагает механизм физической адсорбции. Дальнейшее изучение таблицы 2 также

показало, что E_a увеличивается с увеличением концентрации всех ингибиторов. Аналогичное наблюдение было сообщено авторами работ [9] в своих исследованиях ингибирования коррозии стали в солянокислом растворе.

Для расчета энтальпии, ΔH^* и энтропии, ΔS^* активации процесса коррозии, была использована альтернативная формулировка уравнения Аррениуса, также называемая уравнениями переходного состояния (8):

$$\log\left(\frac{v}{T}\right) = \left[\log\left(\frac{R}{Nh}\right)\right] + \left(\frac{\Delta S^*}{2.303R}\right) - \frac{\Delta H^*}{2.303RT} \quad (8)$$

где h – постоянная Планка, N – число Авогадро, ΔS^* – энтропия активации, T – абсолютная температура и R – универсальная газовая постоянная. Линейные графики $\log(v/T)$ от $1/T$, выведенные из уравнения (8) был применен при вычислении ΔH^* и ΔS^* от наклона ($\Delta H^*/2.303R$) и пересечения ($\log(R/Nh) + \Delta S^*/2.303R$), как показано на рис. 5 для ИКФ-1, ИКФ-2, ИКФ-3 и ИКФ-4. Значения ΔH^* и ΔS^* приведены в таблице 2.

Рисунок 5. График переходного состояния для стали 20 в 1М H_2SO_4 с различными концентрациями ингибиторов (а) ИКФ-1, (б) ИКФ-2, (в) ИКФ-3 и (г) ИКФ-4

Положительные значения ΔH^* как в отсутствие, так и в присутствии добавок отражают эндотермическую природу процесса растворения стали и указывают на то, что растворение стали затруднено. Из таблицы 2 также видно, что E_a и ΔH^* изменяются одинаково, но, тем не менее, значения ΔH^* ниже, чем у E_a . Об этом сообщалось в работе [9], чтобы указать, что процесс коррозии должен включать газообразную реакцию, просто реакцию выделения водорода, связанную с уменьшением общего объема реакции. Значения ΔS^* в отсутствие и в присутствии ингибиторов отрицательны (таблица 2). Это указывает на то, что активированный комплекс на этапе определения скорости представляет собой скорее ассоциацию, чем диссоциацию, а это означает, что уменьшение разупорядочения происходит при переходе от реагентов к активированному комплексу. Аналогичные наблюдения были опубликованы в литературе [10]

для растворения стали в отсутствие и в присутствии ингибиторов в растворе H_2SO_4 . Также значения ΔS^* имеют тенденцию к более отрицательным значениям, поскольку концентрация ингибитора увеличивается, показывая более упорядоченное поведение, приводящее к повышению эффективности ингибирования.

Теплота адсорбции (Q_{ads}) была оценена по кинетической термодинамической модели для дальнейшего понимания механизма адсорбции с использованием выражения:

$$\log \left(\frac{\theta}{1-\theta} \right) = \log A + \log C - \left[\frac{Q_{ads}}{2.303RT} \right] \quad (9)$$

где A - константа, C - концентрация ингибитора, θ - занятость поверхности ингибитором, и $(1 - \theta)$ - вакантный участок, не занятый ингибитором.

Рисунок 6. Зависимость $\log(\theta/(1-\theta))$ от $1/T$ для стали 20 в 1М H_2SO_4 , содержащей различные концентрации ингибиторов (а) ИКФ-1, (б) ИКФ-2, (в) ИКФ-3 и (г) ИКФ-4

На рис. 6 представлен зависимость $\log(\theta/(1-\theta))$ от $1/T$ для различных концентраций ингибиторов ИКФ-1, ИКФ-2, ИКФ-3 и ИКФ-4. Значения теплоты адсорбции были оценены по наклону линейных графиков и приведены в таблице 2. Отрицательные значения возрастают с увеличением концентрации ингибиторов. Сообщалось, что отрицательные значения Q_{ads} (полученные в этом исследовании) указывают на то, что адсорбция ингибитора и, следовательно, эффективность ингибирования снижается с повышением температуры, тогда как положительные значения означают противоположный эффект. Полученные отрицательные значения теплоты адсорбции также подтверждают предложенный физический механизм адсорбции.

Заключение. Таким образом, значения эффективности ингибирования, полученные из определения ААС, составили 95, 89, 86 и 81% для ингибиторов ИКФ-1, ИКФ-2, ИКФ-3 и ИКФ-4 соответственно.

Список литературы

1. Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т. Изучение антикоррозионных свойств новых олигомерных ингибиторов коррозии // Композиционные материалы. 2014. - №3. - С. 20-24.
2. Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т. Защита стали от коррозии олигомерными ингибиторами и их композициями // Химия и химическая технология.-2015. - №1. - С. 50-52.
3. Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т. Синтез и исследование олигомерного ингибитора коррозии ИКС-АЭХГ-1 // Сборник тезисов докладов V международной конференции школы по химии и физикохимии олигомеров. Волгоград. 2015. - С. 35.

Установлено, что значения свободной энергии адсорбции для всех исследованных систем лежат между $-9,8$ и $-10,7$ кДж/моль, что указывает на самопроизвольную адсорбцию добавок по механизму физической сорбции. Рассчитанные значения ΔS°_{ads} были $0,039$, $0,039$, $0,037$ и $0,035$ Дж·моль $^{-1}$ ·К $^{-1}$ при 30, 40, 50 и 60 °С, соответственно, для ИКФ-1. Значения $-6,6 \times 10^{-4}$, $-3,2 \times 10^{-3}$, $-4,3 \times 10^{-3}$ и $-4,8 \times 10^{-3}$ Дж·моль $^{-1}$ ·К $^{-1}$ были получены для ИКФ-4 соответственно. Полученные отрицательные значения Q_{ads} указывают на то, что адсорбция ингибитора и, следовательно, эффективность ингибирования снижается с повышением температуры, тогда как положительные значения означают противоположный эффект. Полученные отрицательные значения теплоты адсорбции также подтверждают предложенный физический механизм адсорбции.

4. Эшмаматова Н.Б. Синтез и физико-химическое исследование олигомерных ингибиторов коррозии // Приволжский научный вестник. № 8 (24), том 1 – 2013. –С. 8-12.
5. Эшмаматова Н.Б., Акбаров Х.И. Исследование эффективности разработанных олигомерных ингибиторов в производственных условиях электрохимическими методами // Приволжский научный вестник. – Ижевск, 2012. – № 12. –С. 4–12.
6. Эшмаматова Н.Б. Ингибирование коррозии металлов на основе новых фосфорорганических ингибиторов // «Зелёная химия» в интересах устойчивого развития: материалы I Респуб. науч.-практ. конф. – Самарканд, 2012. – С. 198–200.
7. A.S. Yaro, N.Sh. Abdul Masih, A.A. Khadom, The influence of temperature on corrosion inhibition of carbon steel in air saturated 1N H₃PO₄ by potassium iodide, Iraqi J. Chem. Petrol. Eng. 1 (2000) 83–87.
8. A.Y. El-Etre, M. Abdallah, Z.E. El-Tantawy, Corrosion inhibition of some metals using lawsonia extract, Corros. Sci. 47 (2005) 385–395.
9. A.A. Khadom, A.S. Yaro, A.S. AlTaie, A.A.H. Kadum, Electrochemical, activations and adsorption studies for the corrosion inhibition of low carbon steel in acidic media, Portug. Electrochim. Acta 27 (6) (2009) 699–712.
10. Zerga, B., Attayibat, A., Sfaira, M., Taleb, M., Hammouti, B., Ebn Touhami, M., Radi, S., Rais, Z., 2010. Effect of some tripodal bipyrazolic compounds on C38 steel corrosion in hydrochloric acid solution. J. Appl. Electrochem. doi:10.1007/s10800-010-0164-0.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДИФИКАЦИИ ДОРОЖНОГО БИТУМА ЭЛЕМЕНТНОЙ СЕРОЙ**Тураев Файзулла Тожиевич***преподаватель Каршинского инженерно-технологического института,
Республика Узбекистан, Каршинская область, г. Мубарек***Бекназаров Хасан Сойибназарович***д-р техн. наук, ведущий научный сотрудник
Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии,
Республика Узбекистан, Ташкентская область, Ташкентский р-н, п/о Шуро-базар
E-mail: hasan74@mail.ru***Джалилов Абдулахат Турапович***д-р хим. наук, акад. АН РУз, Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии,
Республика Узбекистан, г. Ташкент***STUDY OF THE MODIFICATION OF THE ROAD BITUMEN ELEMENT SULFUR****Fayzulla Turaev***Lecturer at the Karshi Institute of Engineering and Technology
Republic of Uzbekistan, Karshi region, Mubarek***Hasan Beknazarov***Doctor of Technical Sciences Leading Researcher, Tashkent Research Institute of Chemical Technology,
Republic of Uzbekistan, Tashkent region, Tashkent district, p/o Shuro Bazaar***Abdulahat Djalilov***D.Sc., Academician, Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology,
Republic of Uzbekistan, Tashkent***АННОТАЦИЯ**

В работе изучены физико-механические свойства битума марки БНД 40/60 с модифицированной серой. Установлено, что смесь 40/60 модифицированная сера/асфальтовая смесь является рекомендуемым коэффициентом замещения для асфальтового вяжущего, так как увеличение отношения серы приводит к увеличению жесткости смеси, которая будет более подвержена растрескиванию при больших нагрузках.

ABSTRACT

The physical and mechanical properties of BND 40/60 asphalt concrete with modified sulfur have been studied. It has been established that 40/60 modified sulfur/asphalt mixture is the recommended replacement rate for asphalt cement, since an increase in the sulfur ratio leads to an increase in the stiffness of the mixture, which will be more susceptible to cracking under heavy loads.

Ключевые слова: асфальтовое вяжущее, сера, модифицированная сера, госсиполовая смола, пиролизный дистиллят.

Keywords: asphalt concrete, sulfur, modified sulfur, gossypol resin, pyrolysis distillate.

Введение. Уменьшение запасов нефти и рост цен на нефть приводит к необходимости производства альтернативного асфальтового вяжущего из нетрадиционных источников, и это направление становится все более прибыльным. За последние десятилетия в мире значительно возросла доступность серы как побочного продукта, в основном это связано с введением строгих экологических ограничений на процессы переработки природного газа, которые

определяют максимальное количество серы, присутствующей в природном газе [1-4].

Поэтому стало актуальным разработать экономичные и безопасные экологические средства модифицированной серы. Модифицированная сера непосредственно смешивается с горячим асфальтовым покрытием, чтобы исключить затраты и риски, связанные с использованием горячей жидкой серы, и значительно уменьшить испарения и запахи, исходящие из дорожной смеси.

Экспериментальная часть. В эксперименте использованы: элементная сера производства ООО «Мубарекнефтегаз», побочный продукт с чистотой 99,9%, пиролизный дистиллят Устюртского газохимического комплекса, госсиполовая смола, отходы переработки хлопкового масла и битум асфальтовый дорожный БНД 40/60 от Ферганского нефтеперерабатывающего завода.

Приготовление модифицированной серы. В реактор, представляющий собой вертикальный цилиндрический стальной аппарат диаметром 25 мм, высотой 700 мм, снабженный рубашкой теплообмена, мешалкой, обратным холодильником и ловушкой, загружали 200 г молотой серы, 50 г пиролизного дистиллята и 100 г госсиполовой смолы. Расплавленную серу, пиролизный дистиллят и госсиполовую смолу механически перемешивали при контролируемой температуре 145°C в течение 3 часов. Ход реакции контролировали путем регистрации изменений вязкости во время процесса перемешивания. Затем образцам давали остыть с контролируемой скоростью 8-10°C/мин. Продукт представляет собой твердую модифицированную серу, которая имеет черный цвет.

Были составлены образцы с использованием грубых и мелких наполнителей, песка и наполнителя, таких как 23, 33, 40 и 4 мас.% соответственно. Различные партии асфальтовых смесей готовили с массовым процентным содержанием серы 0%, 20%, 30%, 40% и 50% по ГОСТ 12801-84. Замена асфальта модифицированной серой производится на основе эквивалентного объема с учетом более высокого удельного веса серы, необходимого для поддержания существующих стандартов по непроницаемости и долговечности смеси. Следующее упрощенное уравнение можно использовать для преобразования обычной партии смеси в эквивалентный объем общего связующего (сера и асфальт) [1].

Общая масса связующего (wt%) =

$$\frac{10000AR}{10000R - 100P_S(R-1) + AP_S(R+1)}$$

где A = мас.% асфальтового вяжущего в обычной конструкционной смеси; R = отношение удельного веса серы/асфальта; P_S = серы в общем количестве «связующего», мас.%.

Результаты и их обсуждение. При добавлении госсиполовой смолы и пиролизного дистиллята к сере происходят химические реакции со связыванием серы, тип которых зависит от состава госсиполовой смолы и пиролизного дистиллята, от температуры нагревания и времени реакции. Следует отметить, что сера при T < 95°C существует в виде циклооктасульфидов с длиной связи S – S 0,206 нм и углом связи S – S 108°C. При T < 119°C сера кристаллизуется, когда элементарную серу нагревают до 119°C, а затем охлаждают с более медленной скоростью охлаждения < 1,5°C/мин, что приводит к образованию плотного кристалла альфа-серы (S_α) с ромбической морфологией серы. При 119°C (температура плавления серы) циклооктасульфид частично превращается в полимерные зигзагообразные цепи (длина связи 0,204 нм) [4]. При температуре нагрева менее 140°C элементарная сера образует полисульфидные соединения, которые инициируют химические реакции с образованием различных сульфидных соединений. Такие структуры значительно отличаются по химической и термической стабильности от немодифицированной серы.

Состав и структура модифицированной серы были изучены с помощью ИК-спектра (рис. 1 и 2) для госсиполовой смолы и модифицированной серы соответственно. В ИК-спектре модифицированной серы уменьшается пик связи C–S при 1650 см⁻¹, связанная с госсиполовой смолой и с неопределенными связями пиролизного дистиллята, а также образуется новая связь при 694 см⁻¹, что согласуется со связью C–S.

Рисунок 1. ИК-спектр госсиполовой смолы

Рисунок 2. ИК-спектр модифицированной серы

Испытания наноиндентирования проводились с использованием наноиндентора, поставляемого MicroMaterials Ltd. Индентор снабжен алмазно-пирамидальным наконечником Берковича, а направление вдавливания является горизонтальным. Разрешение нагрузки и смещения индентора составляет 1 мН и 0,01 нм (нанометр) соответственно. Испытания с контролируемой нагрузкой (максимальная нагрузка 50 мН) проводились на чистой и модифицированной сере. Отступы выполнялись в произвольно выбранных областях. Отступы располагались на расстоянии

не менее 60 μm (микрометров), чтобы избежать влияния остаточных напряжений от соседних оттисков. Испытания проводили при комнатной температуре (25°C), контролируемой температурной камерой, прикрепленной к наноиндентору. При изучении кривой нагрузки – смещения для модифицированной серы смещены больше влево (низкая глубина), что указывает на более высокую твердость, чем у чистой расплавленной серы. Результаты сравнения модуля упругости и приведенного модуля (рис. 3) показывают, что модифицированная сера имеет более высокую механическую прочность, чем чистая сера.

Твердость и приведенный модуль, (GPa)

Рисунок 3. Зависимость твердости и приведенного модуля чистой и модифицированной серы

Рисунок 4. Кривые устойчивости по ГОСТу 12801-84 для различных серно-асфальтовых смесей

Все приготовленные смеси соответствуют ГОСТу 12801-84 для наземного покрытия дорог с интенсивным движением. Исследования выполнялись на чистых асфальтовых и серосодержащих асфальтовых смесях, в которых содержание серы составляло от 20% до 50% от содержания асфальтового вяжущего.

Свойства испытания по устойчивости, включая стабильность, воздушные пустоты, удельный вес для

конструкции горячей смеси, были изменены в зависимости от содержания связующего, как показано на рис. 3, 4 и 5. Для каждой приготовленной смеси начальное добавление процентного содержания связующего было изменено в соответствии с охватом связующего для всех агрегатов.

Рисунок 5. Воздушные пустоты в различных серно-асфальтовых смесях

Замена асфальтового вяжущего на 20% модифицированной серой дает почти такие же свойства по устойчивости, как у обычного асфальтового вяжущего, с ближайшими процентами оптимального содержания связующего, и это явление основано на концепции растворимости серы в асфальтовом вяжущем. Растворимость серы в асфальте составляет около 18-20% при температуре перемешивания.

За счет замены асфальта различными соотношениями модифицированной серы уменьшаются воздушные пустоты в смеси в пределах дорожного покрытия в диапазоне (3-5%), в отличие от замены чистой серой, которая уменьшает процент воздуш-

ных пустот в смеси из-за кристаллизации серы из асфальтового раствора и заполнения воздушных пустот в смеси.

Смесь серы и асфальта 50/50 дает жесткость по ГОСТу-12801-84 выше, чем у смеси 0/100 с соотношением 55%, что может увеличить восприимчивость смеси к растрескиванию при высоких нагрузках, поэтому наилучшее значение для замещения будет при соотношении 40/60 модифицированная сера/асфальтовая смесь.

Заключение. С развитием газоперерабатывающих заводов в ООО «Мубарекнефтегаз» увеличивается текущее и ожидаемое будущее производство серы, которое будет достаточным для обеспечения

значительных количеств модифицированной серы в асфальтовых смесях.

- После определения характеристик и выяснения приготовленной модифицированной серы с использованием исследований физико-химических анализов (ИК-спектр и др.) выбранная смесь остатков, полученных из пиролизного дистиллята и госсиполовой смолы, действовала как хороший модификатор для получения стабильной полимерной серы.

- Наноиндентирование для чистой и модифицированной серы подтвердило, что модифицированная

сера имела более высокую механическую прочность, чем чистая расплавленная сера, а также в полученной горячей смеси установлено, что с увеличением процентного содержания замещенной серы увеличивается жесткость по устойчивости.

- 40/60 модифицированная сера/асфальтовая смесь является рекомендуемым коэффициентом замещения для асфальтового вяжущего, так как увеличение отношения серы приводит к увеличению жесткости смеси, которая будет более подвержена растрескиванию при больших нагрузках.

Список литературы:

1. Bee W.C., Sullivan T.A., Izatt J.O. State-of-the-art guideline manual for design, quality control, and construction of sulfurextended asphalt (SEA) pavements, FHWA-IP-80-14, Implementation Package, Prepared by US Department of Interior Bureau of Mines with The Sulphur Institute, August 1980, 1977.
2. Sergienko S.R., Taimova B.A., Talalaev E.I. Macromolecular Non-hydrocarbon Petroleum Compounds: Tars and Asphaltenes. Moscow: Nauka, 1979.
3. Sullivan T.A., Mc Bee W.C. Development and testing of superior sulfur concretes, U.S. Bureau of Mines Report No. RI 8160, Washington, D.C., 1976. P. 30.
4. Voronkov M.G., Vyazankin N.S., Deryagina E.N. Reaction of Sulfur with Organic Compounds. Novosibirsk: Nauka, 1979.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ИЗ НИХ ДЛЯ ХЛОПКОВЫХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

Тухташева Малохат Нафасовна

*старший преподаватель Ташкентского химико-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: tuxtasheva@list.ru*

Гулямов Гияс

*доцент, заведующий лабораторией Государственного унитарного предприятия «Фан ва тараққийот»
Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Негматов Саибжан Садыкович

*профессор, академик АН РУз, научный руководитель Государственного унитарного предприятия
«Фан ва тараққийот» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Абед Нодира Саибжановна

*профессор, председатель Государственного унитарного предприятия «Фан ва тараққийот»
Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Нуруллаев Жонибек Асрор угли

*студент Ташкентского химико-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Махмудова Адолат Бахтиёрвна

*студент Ташкентского химико-технологического института
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

TECHNOLOGY FOR OBTAINING COMPOSITION POLYMER MATERIALS AND PRODUCTS FROM THEM FOR COTTON MACHINES AND MECHANISMS

Malohat Tukhtasheva

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

Giyas Gulyamov

*associate professor, head of the laboratory, state unitary enterprise "Fan va taraqqiyot" of Tashkent state University
Professor of Tashkent institute of chemical technology,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Saibjan Negmatov

*professor, academician of the Academy of Sciences of Uzbekistan, scientific Director of the state unitary enterprise
"Fan va taraqqiyot" of the Tashkent state technical University named after Islam Karimov,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Nodira Abed

*professor, chairman of the state unitary enterprise "Fan va taraqqiyot"
of Tashkent state technical University named after Islam Karimov,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Jonibek Nurullaev

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

Adolat Makhmudova

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

АННОТАЦИЯ

Исследованиями влияния минеральных, волокнистых и углеродистых наполнителей на свойства полиэтилена высокой плотности и полипропилена разработаны антистатически-теплопроводящие антифрикционные и антифрикционно-износостойкие полимерные композиты. Установлено, что разработанные антистатически-теплопроводящие антифрикционные и антифрикционно-износостойкие композиты обладают достаточно высокими механическими свойствами, отвечающими требованиям, предъявляемым к материалам деталей трущихся пар рабочих органов хлопковых машин и механизмов и работающими в условиях трения и фрикционного взаимодействия с хлопком-сырцом.

ABSTRACT

Studies of the influence of mineral, fibrous and carbon-graphite fillers on the properties of high-density polyethylene and polypropylene have developed antistatic-heat-conductive antifriction and antifriction-wear-resistant polymer composites. It is established that the developed antistatic-heat-conductive antifriction and antifriction-wear-resistant composites possess sufficiently high mechanical properties that meet the requirements for the materials of the parts of friction pairs of the working bodies of cotton machines and mechanisms and operate under conditions of friction and frictional interaction with raw cotton.

Ключевые слова: композиция, полимер, наполнитель, свойство, антистатически-теплопроводящий антифрикционный композиционный материал, теплопроводящий антифрикционно-износостойкий композиционный материал, трение, износ.

Keywords: composition, polymer, filler, property, antistatic-heat-conducting antifriction composite, heat-conducting antifriction-wear composite, friction, wear.

Введение. Трение хлопка-сырца с композиционным материалом имеет сложную природу. На механизм взаимодействия этих тел при трении влияют как молекулярные, так и механические процессы. Специфика контактирующих тел обуславливается возникновением электростатических сил. Исходя из этого, установлено, что трение хлопка-сырца с композиционным материалом имеет молекулярно - механо - электрическую природу [1], которая позволяет направленно изменять и регулировать свойства материалов, обеспечивая их соответствие требованиям, предъявляемым к композиционным полимерным материалам, работающим при взаимодействии с хлопком-сырцом.

При разработке антистатически-теплопроводящих антифрикционных и антифрикционно-износостойких композиционных полимерных материалов наиболее важным является выбор материала и наполнителей. Этот выбор проводится с учетом целевого назначения материала: для антифрикционного материала - это низкий коэффициент трения с хлопком-сырцом в различных условиях эксплуатации; для износостойкого - минимальное изнашивание, а для антифрикционно-износостойкого композиционного материала - необходимы низкий коэффициент трения и низкая изнашиваемость материала при трении с хлопком-сырцом.

Материалы и методы. При разработке композиционных материалов в качестве объектов исследования были выбраны термопластичные полимеры - полиэтилен высокой плотности и полипропилен, а в качестве наполнителей были использованы графит, сажа, каолин, тальк, стекловолокно, волластонит и хлопковый линт. Однако каждый из них имеет свои недостатки и достоинства. Основные прочностные свойства образцов (разрушающее напряжение при изгибе $\sigma_{\text{и}}$, модуль упругости при изгибе $E_{\text{и}}$, ударная вязкость a , твердость по Бринеллю $H_{\text{б}}$ определены

общепринятыми методами - государственными стандартами. Комплекс триботехнических свойств (коэффициент трения, интенсивность изнашивания) композиции при взаимодействии с хлопком-сырцом разновидности С- 65-24, 1-го сорта, ручного сбора, влажности 8,2% определены на дисковом трибометре, разработанным в ГУП «Фан ватараккиёт».

Результаты исследования. Экспериментальными исследованиями установлено, что стекловолокно, волластонит и хлопковый линт увеличивают коэффициент трения и снижают интенсивность изнашивания. Графит, сажа, каолин и тальк снижают коэффициент трения, но увеличивают изнашиваемость композиционных материалов, а также улучшают тепло- и электропроводность и, тем самым, снижают температуру и величину заряда статического электричества, возникающих в зоне трения контактирующих пар. Причем, эффективность этих наполнителей, особенно волокнистых, значительно проявляется при меньшем их содержании, то есть при меньшем содержании стекловолокна значительно снижается интенсивность изнашивания, а при дальнейшем увеличении их содержания интенсивность изнашивания композиционных материалов сравнительно мало снижается, но коэффициент трения резко повышается. Наиболее эффективное снижение коэффициента трения композиционных материалов с хлопком-сырцом наблюдается при введении сажи и графита [2].

На основании вышесказанного, нами разработаны антистатически-теплопроводящие (АТ) антифрикционные (А) и антифрикционно-износостойкие (АИ) полиэтиленовые (ПЭ) и полипропиленовые (ПП) композиции на основе полиэфиров в установленных оптимальных соотношениях, работающих в условиях взаимодействия с хлопком-сырцом и обладающие хорошей механической прочностью, высокой износостойкостью и низким коэффициентом трения по сравнению со сталью (таблицы 1 и 2).

Таблица 1.

Прочностные и триботехнические свойства антистатически-теплопроводящих антифрикционных полиэтиленовых и полипропиленовых композиций

Показатели	АТАПЭК-1	АТАПЭК-2	АТАППК-1	АТАППК-3
Разрушающее напряжение при изгибе $\sigma_{из}$, МПа	33,4	35,4	85,7	90,1
Ударная вязкость, a , кДж/м ²	17,5	21,0	91,3	97,3
Твердость по Бринеллю H_B , МПа	45,1	48,4	76,2	80,3
Модуль упругости при изгибе, $E_{из}$, ГПа	0,62	0,65	0,75	1,85
Коэффициент трения f (⁸ при $P=0,01$ МПа, $V=1,5$ м/с, $W=8,2\%$)	0,36	0,34	0,29	0,27
Интенсивность изнашивания $I \cdot 10^{10}$ (при $P=0,01$ МПа, $V=1,5$ м/с, $W=8,2\%$)	5,7	5,5	3,2	3,12

* P - удельное давление, V - скорость скольжения, W - влажность хлопка-сырца

Как видно из таблицы 1, свойства антистатически-теплопроводящих антифрикционных полиолефиновых композиционных полимерных материалов обеспечивают их важные физико-механические, триботехнические и эксплуатационные свойства [3-5], а также вполне отвечают функциональным **требованиям, предъявляемым к материалам** деталей трущихся пар рабочих органов хлопковых машин средств механизации хлопкоперерабатывающей промышленности и могут быть рекомендованы для их изготовления.

Главными требованиями, предъявляемым к материалам деталей трущихся пар рабочих органов

хлопковых машин являются технологичность и экономичность используемого материала, эффективное снижение повреждаемости хлопкового волокна и семян, исключение накопления статического электричества, образования намотов волокна на поверхности колков и искры при соударении с твердыми телами, находящимися в хлопке-сырце.

Разработка Технологий Получения Композиционных Полимерных Материалов и Деталей Рабочих Органов Хлопковых Машин и Механизмов.

Нами разработана гибкая технология для изготовления опытных образцов и малых партий деталей из КПМ на основе термопластичных полимеров, перерабатываемых методом литья под давлением.

Рисунок 1. Технологическая схема получения композиционных полимерных материалов и деталей рабочих органов хлопковых машин

1-емкость для гранул полимера; 2- емкость для порошковых наполнителей; 3, 4, 8, 9, 10, 14 – дозаторы (весовой мерник); 5 - измельчитель; 6- смеситель; 7- механоактиватор; 11- экструзионный смеситель с обогревом; 12 –упаковочная тара; 13- измельчитель; 15-литьевая машина; 16-пресс-форма; 17-тележка для готовых изделий.

На рисунке изображена разработанная технологическая схема для получения композиционных полимерных материалов и литья из них деталей рабочих органов хлопковых машин.

Как видно из рисунка, при непрерывном процессе гранула-полимер (связующая) и наполнители поступают из емкостей 1 и 2 в дозаторы (весовые

мерники) 3 и 4, где исходные компоненты смеси дозируются в определенном соотношении, затем из дозаторов гранула-полимер поступает в измельчитель 5, а наполнители поступают в смеситель 6. Затем измельченный полимер и смешанные наполнители одновременно через дозаторы 8 и 9 поступают в экструзионный смеситель с обогревом 11. При этом процесс

смешения происходит одновременно с нагревом компонентов смеси при температуре 130-150°C. Время смешения компонентов смеси составляет 5-10 мин в зависимости от состава смеси. Во многих случаях при смешении желательно избегать попадания различных частиц и воздуха в смесь, наличие которых приводит к уменьшению прочности композиции. Из экструзионного смесителя 11 полученная смесь композиции в виде таблеток поступает в упаковочную камеру 12.

Для изготовления деталей полученная смесь композиции подается в измельчитель 13 (скорость вращения рабочего органа $V=2800$ об/мин), откуда она загружается в бункер литьевой машины 15. Отливка изделий производится в литьевой машине 15 в пресс-формах 16. Подготовленный формовочный материал из загрузочного бункера поступает в предварительно нагретый цилиндр литьевой машины, в которой происходит плавление смеси композиций (523-543К) и пропитка наполнителей. Полученная при этом наполненная композиция впрыскивается в чуть нагретую пресс-форму (313-343К) под давлением 110-140 МПа и выдерживается 5-20 с, после чего форма размыкается и извлекается готовое изделие.

Заключительным этапом является распрессовка пресс-формы и извлечение изделия (колка). По плоскости разъема пресс-формы облой практически не образуется за счет плотного смыкания частей пресс-формы до заполнения её расплавом. Поэтому дополнительной механической обработки готового изделия не требуется. Качество поверхности, оптические и механические свойства изделий не уступают таковым при изготовлении на промышленном литьевом оборудовании.

Полученные таким образом детали рабочих органов хлопковых машин и механизмов упаковываются в полиэтиленовые или бумажные мешки или укладываются в тележки для готового изделия 17.

Список литературы:

1. Гулямов Г., Негматов Н., Негматов А. и др. Антифрикционные полипропиленовые композиционные материалы для рабочих органов хлопковых машин // Пластические массы, 2002, № 4.- С. 40-41.
2. Гулямов Г., Негматов С.С., Иргашев А.А. О возможностях применения полиолефиновых композиций в колковых рабочих органах хлопковых машин. Ташкент: ТГТУ, 1992. -120 с.
3. Негматов С. Основы процессов контактного взаимодействия композиционных полимерных материалов с волокнистой массой. Ташкент: Фан, 1984, С. 219-232.
4. Негматов С.С., Гулямов Г., Алматаев Т.А. Антифрикционно-износостойкие композиционные материалы на основе полипропилена для деталей пар трения хлопковых машин // Трение и износ, 2006. -Т. 27.-№ 4. - С. 422-428.
5. Патент РУз. № 05000. Антифрикционно-износостойкая полимерная композиция.

Таким образом, из разработанных антистатически-теплопроводящих антифрикционных и антифрикционно-износостойких композиционных полимерных материалов получены высококачественные детали рабочих органов передвижного перегружателя хлопка марки ХПП, разборщика бунтов хлопка марки РБД, туннелеройной машины марки ОБТ, обладающих хорошими прочностными свойствами и достаточной износостойкостью.

Кроме того, по разработанной технологии возможна переработка других полимерных материалов (полиэтилен высокой и низкой плотности, полипропилен, полиамид, полистирол) методом прямого литья под давлением. Эти изделия успешно конкурируют по цене и качеству с аналогичными изделиями, изготовленными с помощью других способов переработки полимерных материалов.

Выводы. Из разработанных антистатически-теплопроводящих антифрикционных и антифрикционно-износостойких композиционных полимерных материалов были изготовлены детали трущихся пар рабочих органов хлопкоперерабатывающих машин, используемых при приемке, транспортировке, разборке и подаче хлопка-сырца в последующие технологические установки.

Применение разработанных антистатически-теплопроводящих антифрикционных и антифрикционно-износостойких композиционных полимерных материалов в качестве материалов для деталей трущихся пар рабочих органов хлопковых машин и механизмов, работающих в условиях фрикционного взаимодействия с хлопком-сырцом, приводит к повышению производительности машин на 12-16 % и снижению потребляемой мощности на 7-18 %, поврежденности хлопковых волокон и дробленности семян, а также ликвидации возможного загорания хлопка - сырца и образования намотов волокна на поверхности колков.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ СУЛЬФАТА НАТРИЯ ВЫСШЕГО СОРТА ИЗ МИРАБИЛИТА ТУМРЮКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Усманов Илхам Икрамович

*ведущий научный сотрудник Ташкентского химико-технологического института
Республика Узбекистана, г. Ташкент
E-mail: ift2015@mail.ru*

Бобокулова Ойгул Соатовна

*старший преподаватель Ташкентского химико-технологического института
Республика Узбекистана, г. Ташкент
E-mail: bobokulova79@mail.ru*

Мирзакулов Холтура Чориевич

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

Талипова Хабиба Салимовна

*доцент Ташкентского химико-технологического института
Республика Узбекистана, г. Ташкент
E-mail: bobokulova79@mail.ru*

RESEARCH OF THE PROCESS OF RECEPTION SULPHATE SODIUM HIGH GRADE FROM MIRABILITE OF THE TUMRYUK DEPOSIT

Ilkham Usmanov

*senior researcher of Tashkent institute of chemical technology,
Uzbekistan, Tashkent*

Oygul Bobokulova

*associate professor of Tashkent institute of chemical technology,
Uzbekistan, Tashkent*

Kholtura Mirzakulov

*professor of Tashkent institute of chemical technology,
Uzbekistan, Tashkent*

Habiba Talipova

*associate professor of Tashkent institute of chemical technology,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

Приведены результаты исследований получения сульфата натрия высшего сорта из мирабилита Тумрюкского месторождения.

Показано, что путем возврата маточного раствора со стадии фильтрации сульфата натрия на стадию растворения мирабилита соковыми парами и последующим введением гидроксида и карбоната натрия выход сульфата натрия высшего сорта достигает максимального значения с содержанием основного продукта не менее 99,4%.

С увеличением кратности использования маточного раствора содержание сульфата натрия снижается с 30,81% до 30,08%, содержание сульфата магния увеличивается с 0,68% до 1,33%, хлорида натрия с 0,31% до 0,73% и сульфата кальция с 0,08% до 0,11%.

Осаждение гидроксида магния и карбоната кальция протекает быстро и через 20-25 минут достигается степень осветления раствора 80-85 %.

Удаление 50% воды из очищенного раствора приводит к выделению в осадок 55% сульфата натрия и образованию пульпы с соотношением Т:Ж=1:3. При этом скорость фильтрации по пульпе превышает 2 кг/м²·с.

ABSTRACT

The presented results of studies on the production of higher grade sodium sulfate from mirabilite the Tumryuk deposit.

It is shown that by returning the mother liquor from the sodium sulphate filtration stage to the mirabilite dissolution stage with juice vapors and the subsequent introduction of sodium hydroxide and sodium carbonate, the yield of sodium sulphate of the highest grade reaches a maximum value with the main product content of at least 99,4%.

With an increase in the multiplicity of use of the mother liquor, the content of sodium sulfate decreases from 30,81% to 30,08%, the content of magnesium sulfate increases from 0,68% to 1,33%, sodium chloride from 0,31% to 0,73% and sulfate calcium from 0,08% to 0,11%.

The precipitation of magnesium hydroxide and calcium carbonate proceeds quickly and in 20-25 minutes a degree of clarification of the solution is reached 80-85%.

Removal of 50% water from the saturated solution results in precipitation of 55% sodium sulfate and the formation of a pulp with a ratio of T:L=1: 3. At the same time, the filtration rate for pulp exceeds 2 kg/m² s.

Ключевые слова: мирабилит, сульфат натрия, насыщенный раствор, очистка, гидроксид, карбонат натрия, выпарка, фильтрация, сушка.

Keywords: mirabilite, sodium sulfate, saturated solution, clearing, hydroxide, sodium carbonate, evaporate, filtration, calcination.

Сульфат натрия является ценным химическим сырьем, используемым в стекольной, целлюлозно-бумажной, химической, текстильной, кожевенной и других отраслях промышленности, а также для производства синтетических моющих средств.

Основное количество сульфата натрия получается из природного сырья - рассолов морского типа, солевых отложений, а также из побочных продуктов при производстве синтетических жирных кислот, волокон, хромосодержащих соединений [3].

Потребность Республики в качественном сульфате натрия превышает 100 тыс. тонн в год и из года в год увеличивается.

Узбекистан располагает большими сырьевыми ресурсами сульфата натрия, обнаруженными в солевых отложениях Приаралья: месторождения Аккалы, Кушканатау, Тумрюк в Республике Каракалпакстан, залежи глауберита в Ферганской впадине и межгорных котловинах Тянь-шаня. Тумрюкское месторождение мирабилита является одним из наиболее доступных сырьевых источников сульфата натрия, характеризующееся минимальным содержанием примесных солей галита, эпсомита и гипса [1].

Несмотря на большой спрос в сульфате натрия высшего сорта и наличие крупной сырьевой базы, продукт в республике производится в небольшом объеме. Это, в первую очередь, связано с отсутствием приемлемых технологий переработки природного мирабилита Тумрюкского месторождения на высококачественный сульфат натрия [1, 2, 4].

Из вышеизложенного вытекает, что разработка технологии получения сульфата натрия высшего сорта на основе местных сырьевых источников является весьма актуальной, осуществление которой решает проблему нехватки высококачественного сульфата натрия.

В настоящее время природный мирабилит Тумрюкского месторождения перерабатывается на сульфат натрия по двухстадийной схеме выпарки осветленного раствора [1, 5]. На первой стадии раствор упаривают до 50-60% концентрации сульфата натрия, отделяют его от маточного раствора и сушат.

На второй стадии маточный раствор после отделения сульфата натрия выпаривают до влажного состояния и сушат. В результате получают 39 - 64 % сульфата натрия высшего сорта с содержанием сульфата натрия не менее 99,4 % и 36 - 61 % 1 и 2 сорта с содержанием не более 98 % сульфата натрия.

С целью повышения качества и выхода сульфата натрия из мирабилита и интенсификации процессе упарки маточный раствор после первой стадии выпарки возвращали на стадию растворения мирабилита. Это способствовало и поддержанию температуры растворения 40-60 °С [6]. Однако, после 3-4 циклов растворения мирабилита и выпарки растворов сульфата натрия содержания примесей в маточнике значительно увеличиваются, загрязняя продукт - сульфат натрия.

Для исследований использовали насыщенный раствор сульфата натрия, полученный при растворении природного мирабилита Тумрюкского месторождения в воде в присутствии маточного раствора, возвращаемого со стадии отделения сульфата натрия. Раствор, подаваемый на выпарку, содержит (масс. %): Na₂SO₄ - 30,81%; MgSO₄ - 0,68; NaCl - 0,38; CaSO₄ - 0,08.

В таблице 1 приведены данные изменения состава раствора сульфата натрия, подаваемого на выпарку, в зависимости от количества рециркуляции. С увеличением кратности использования маточного раствора, после отделения сульфата натрия, содержание сульфата натрия снижается, незначительно (с 30,81 до 30,08%), но остальных компонентов повышается. Так, содержание сульфата магния увеличивается с исходного 0,68% до 1,33%, хлорида натрия с 0,31% до 0,73% и сульфата кальция с 0,08% до 0,11% после четырехкратного возврата маточного раствора на стадию растворения мирабилита. Поэтому, осветленные растворы сульфата натрия подвергали очистке от примесей кальция и магния путем осаждения их карбонатом и гидроксидом натрия. Гидроксид натрия вводили в количестве 100 % от стехиометрии на образование гидроксида магния, а карбонат натрия в количестве, обеспечивающем соотношение CaO : CO₂ = 1 : (0,90 - 1,05). Гидроксид и карбонат

натрия вводили последовательно в виде 20% растворов после четвертого цикла возврата маточного раствора со стадии выпарки на стадию растворения мирабилита. Насыщенный раствор сульфата натрия

после четвертого цикла содержит (масс. %): Na_2SO_4 – 30,08; MgCl_2 – 1,33; NaCl – 0,73; CaSO_4 – 0,11.

Таблица 1.

Изменения химического и солевого составов жидкой фазы в зависимости от кратности использования маточного раствора после выпарки

№	Кратность использования маточного раствора	Химический состав жидкой фазы, масс. %					Солевой состав жидкой фазы, масс. %			
		Na^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	Na_2SO_4	MgCl_2	NaCl	CaSO_4
1	Исходный	10,10	0,14	0,023	0,19	20,89	30,81	0,68	0,31	0,08
2	Однократно	10,12	0,20	0,026	0,31	20,77	30,63	0,98	0,51	0,09
3	Двукратно	10,10	0,23	0,030	0,37	20,66	30,45	1,13	0,61	0,10
4	Трехкратно	10,08	0,25	0,030	0,41	20,54	30,27	1,24	0,68	0,10
5	Четырехкратно	10,02	0,27	0,036	0,44	20,42	30,08	1,33	0,73	0,11

Влияние соотношения $\text{CaO} : \text{CO}_2$ на состав жидкой фазы при норме гидроксида натрия 100%, после отделения осадков, приведено в таблице 2.

Таблица 2.

Влияние мольного соотношения $\text{CaO}:\text{CO}_2$ на химический состав жидкой фазы при 100% норме гидроксида натрия

№	$\text{CaO}:\text{CO}_2$	Химический состав жидкой фазы, масс. %					Солевой состав жидкой фазы, масс. %			
		Na^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	Na_2SO_4	MgSO_4	NaCl	CaSO_4
Исходный		10,02	0,33	0,032	0,44	21,39	30,08	1,33	0,73	0,11
1	1:0,90	10,15	-	0,003	0,43	20,59	30,46	---	0,71	0,01
2	1:1,00	10,12	-	-	0,42	20,54	30,39	-	0,70	-
3	1:1,05	10,09	-	-	0,41	20,50	30,33	-	0,69	-

Как видно из таблицы, в результате осаждения гидроксида магния и сульфата кальция получают растворы практически не содержащие солей кальция и магния. Если, при мольном соотношении $\text{CaO}:\text{CO}_2=1:0,90$ сохраняется незначительное количество растворенного сульфата кальция, то при 1:1 и 1:1,05 он отсутствует.

Осаждение карбоната кальция и гидроксида магния протекает быстро и через 20-25 минут достигается степень осветления раствора 80-85%. Скорость фильтрации стуженного осадка на вакуумной установке при разряжении 400 мм рт. ст. не превышает 82 кг/м²·ч. Поэтому разделение осадка целесообразно проводить центрифугированием.

Исследования по выпарке очищенных растворов сульфата натрия проводили при температуре 100°C, под вакуумом, при остаточном давлении 82,16 - 86,26

кПа. При этом удаление 35% воды из выпариваемого раствора происходит в течение 15 минут с образованием пульпы с соотношением Ж:Т=5:1.

Удаление 50% воды приводит к выделению в осадок 55% сульфата натрия и образованию пульпы с соотношением Ж:Т=3:1. Выпарку можно осуществлять до концентрации сульфата натрия в пульпе 60-65%. Однако при более высоких концентрациях пульпа плохо разделяется.

Результаты опытов по изучению фильтрации пульп, образующихся в процессах выпарки и охлаждении растворов сульфата натрия при остаточном давлении 84 кПа и площадью фильтра 63,59·10⁻⁴ м², представлены в таблице 3.

Согласно приведенным данным скорости фильтрации пульп, содержащих Na_2SO_4 , с повышением соотношения Ж:Т увеличиваются.

Таблица 3.

Влияние соотношения Т:Ж и высоты слоя осадка на скорости фильтрации пульп сульфата натрия

Соотношение Ж:Т	Толщина осадка (h), мм	Скорость фильтрации, кг/м ² ·с		
		по пульпе	По твердой фазе	по фильтрату
1:1	20,1	0,964	0,482	0,482
	13,5	1,048	0,524	0,524
	6,8	1,124	0,562	0,562
2:1	13,4	1,496	0,499	0,997
	9,0	1,685	0,562	1,123
	5,0	1,815	0,605	1,210

3:1	10,1	2,009	0,502	1,507
	6,8	2,359	0,590	1,769
	3,5	2,621	0,655	1,966
4:1	8,1	2,604	0,521	2,083
	5,5	3,145	0,629	2,516
	2,8	3,370	0,674	2,696
4,5:1	7,5	3,196	0,576	2,620
	5,1	3,932	0,709	3,223
	2,6	4,718	0,851	3,867

Скорость фильтрации по твердой и жидкой фазам сильно зависит от толщины слоя твердого остатка, сформированного на фильтрах. Чем меньше толщина твердого остатка на фильтре, тем больше производительность фильтрации по пульпе, твердой и жидкой фазам.

Характеристики пульпы с осадком Na_2SO_4 представлены в таблице 4. Из приведенных данных видно, что с увеличением соотношения Ж:Т плотности пульп увеличиваются.

Таблица 4.

Характеристика пульп с осадком Na_2SO_4

Соотношение Т:Ж	Содержание твердой фазы, %	Плотность, кг/м ³
1:0,6	61,25	2233,1
1:,1	50,00	1973,5
1:1,7	36,63	1768,2
1:2	33,33	1731,3
1:3	25,00	1610,2
1:4	20,00	1537,6
1:4,5	18,02	1514,0

После разделения пульпы с осадком сульфата натрия путем фильтрования и сушки при 200°C получен продукт с содержанием сульфата натрия не менее 99,4%.

Таким образом, приведенные исследования показали возможность получения сульфата натрия выс-

шего сорта из мирабилита Тумрюкского месторождения с высоким выходом товарного продукта. Для этого необходимо растворение мирабилита осуществлять соковыми парами в присутствии маточных растворов со стадии выпарки, а очистку растворов проводить гидроксидом и карбонатом натрия.

Список литературы:

1. Джураева Г.Х. Разработка технологии получения сульфата натрия на основе местных сырьевых ресурсов.// Дисс. ... канд. техн. наук. – Ташкент. - 2006. - 131 с.
2. Джураева Г.Х., Усманов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Переработка мирабилита Тумрюкского месторождения на сульфат натрия. // Ж. «Инновацион технологиялар». – Карши, 2015. - № 4. - С. 5-9.
3. Мирзакулов Х.Ч., Жураева Г.Х. Производство сульфата натрия. – Монография. – Ташкент: Изд. «Навруз», 2014. – 224 с.
4. Мирзакулов Х.Ч., Джураева Г.Х., Мурадова Н.У., Меликулова Г.Э., Усманов И.И., Абдуллаев У.К. Исследования процесса получения глауберовой соли из мирабилита Тумрюкского месторождения. «Инновацион технологиялар». Журн. – Карши, 2013. - № 2. С. 6-12.
5. Патент № IAP 04470 (UZ). МКИ C01D5/00. Способ получения сульфата натрия. / С.М. Туробжонов, Х.Ч. Мирзакулов, Д.Д. Асамов, С.В. Бардин, Г.Х. Джураева, Р.Р. Тожиев. Оpubл. 29.02.2012. Бюл. № 2.
6. Патент № IAP 04470 (UZ). МКИ C01D5/00. Способ получения сульфата натрия. / Х.Ч. Мирзакулов, И.И. Усманов, Г.Х. Джураева, О.С. Бобокулова. Оpubл. 29.02.2018. Бюл. № 2.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ НОВОГО ДЕФОЛИАНТА

Эргашев Дилмурод Адилжанович

*PhD, старший преподаватель кафедры «Химическая технология» Ферганского политехнического института,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: dilmurod-ergashev2203@mail.ru*

Тураев Тиркаш Тураевич

*канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры «Технология машиностроения и автоматизация»,
Ферганского политехнического института,
Республика Узбекистан, г. Фергана*

Мирзаолимов Акмалжон Набиевич

*ассистент кафедры «Химическая технология», 150107 Ферганского политехнического института,
Республика Узбекистан, г. Фергана*

Аминбоев Алёрбек Голибжон ўгли

*студент 3-курса Ферганского политехнического института,
Республика Узбекистан, г. Фергана*

Хамдамова Шохида Шерзодовна

*DSc, доцент кафедры «Химическая технология» Ферганского политехнического института,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: hamdamova79@mail.ru*

PHYSICO-CHEMICAL STUDY OF THE PROCESS OF OBTAINING A NEW DEFOLIANT

Dilmurod Ergashev

*senior teacher of the chemical-technological department of the Ferghana Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Ferghana*

Tirkash Turaev

*Senior teacher, department «Mechanical engineering and automation», Ferghana Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Ferghana*

Akmaljon Mirzaolimov

*Assistant, department «Chemical technology», Ferghana Polytechnical Institute,
Uzbekistan, Ferghana*

Alyorbek Golibjon o'gli Aminboyev

*Student of Ferghana Polytechnical Institute,
Uzbekistan, Ferghana*

Shokhida Khamdamova

*DSc, dosent of the chemical-technological department of the Ferghana Polytechnic Institute
Uzbekistan, Ferghana*

АННОТАЦИЯ

Исследовано гетерогенное фазовое равновесие в водных системах, состоящих из хлоратов кальция, магния, карбамида и хлоридов кальция, магния. Установлено, что система, включающая хлораты кальция и магния относится к простому эвтоническому типу, где наблюдается обоюдное высаливание компонентов. Изучением растворимости водной системы, состоящей из хлората кальция и карбамида, при 25 и 50⁰С установлено, что на изотермических диаграммах растворимости кривая ликвидуса распадается на три ветви, соответствующие

кристаллизации двух исходных компонентов и соединения состава $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 4\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ образованного в качестве новой фазы. Изучена зависимость изменения физико-химических свойств растворов в системе, включающей хлораты кальция, магния, хлориды кальция, магния и карбамид в зависимости от состава компонентов. Построена диаграмма «состав-свойство» данной системы.

ABSTRACT

Heterogeneous phase equilibrium in water systems consisting of calcium, magnesium, carbamide and calcium, magnesium chlorides was investigated. It is established that the system consisting of chlorates of calcium and magnesium refers to simple eutonic type, where there is salt action effects of the components on each other. A study of the solubility of the water system, consisting of chlorate calcium and urea at 25 and 50 ° C. It is established that on the isothermal solubility diagrams of the liquidus curve falls into three branches corresponding to crystallization of the two initial components, and a new compound consisting $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 4\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. The dependence of the changes in physico-chemical properties of solutions in the system, including the chlorates of calcium, magnesium, chlorides, calcium, magnesium and urea, depending on the composition of the components was studied. The diagram "composition-properties" of this system was constructed.

Ключевые слова: дефолиант, политеплическая диаграмма, изотерма, температура кристаллизации, растворимость, диаграмма, хлорат кальция, хлорат магния, карбамид, термогравиметрия, рентгенофазовый анализ.

Keywords: defoliant, polythermal diagramme, isotherma, temperature of crystallizations, solubility, diagram, calcium chlorate, magnesium chlorate, urea, thermogravimetric, x-ray phase analysis.

Обезлиствление сельскохозяйственных культур – неотъемлемый элемент промышленной технологии выращивания данных культур, позволяющий решать проблемы уборки урожая, снижения потери продукции, улучшения её качества.

В Республике Узбекистан в настоящее время проводятся мероприятия по внедрению инновационных технологий и расширению ассортимента экспорт ориентированной, конкурентоспособной продукции, в том числе химических препаратов: минеральных удобрений, стимуляторов роста, дефолиантов и десикантов.

В соответствии с требованиями Правительства Республики Узбекистан, создание импортозамещающих, эффективных и малотоксичных дефолиантов комплексного действия на основе местного сырья и применение их в сельском хозяйстве является одним из неотлагаемых и актуальных проблем сегодняшнего дня.

Хлоратсодержащие дефолианты, с точки зрения производства и применения, являются наиболее малотоксичными и дешевыми препаратами. Однако для производства хлорат магниевого дефолианта в республике в качестве более 50% сырья используется «бишофит», завозимый за валюту из-за рубежа.

Для решения этой проблемы сотрудниками ИОНХ АН РУз была разработана технология получения нового хлорат кальций-магниевого дефолианта путем использования в качестве сырья, взамен импортного «бишофита», продуктов солянокислотного разложения доломитов месторождений «Шорсу» и «Пачкамар».

Данная статья посвящена исследованиям по замене доломитов «Шорсу» и «Пачкамар» на Навоийское м.р. доломита «Навбахор» с получением хлорат кальций-магниевого дефолианта и на его основе разработка технологии получения новых дефолиантов комплексного действия, обладающих дефолилирующей активностью, ускоряющих созревание и раскрытие коробочек хлопчатника.

Существующий ассортимент рекомендованных к применению дефолиантов не в полной мере соответствует современным требованиям, предъявляемым сельским хозяйством и органами здравоохранения к химическим средствам защиты растений. Хлоратсодержащие дефолианты с точки зрения производства и применения являются наиболее малотоксичными и дешевыми препаратами.

В связи с этим, получение хлоратсодержащих препаратов на основе местного сырья и повышение их эффективности, снижение «жесткости» действия на хлопчатник и разработка на их основе более эффективных, комплексно действующих дефолиантов, является актуальной проблемой хлопководства.

В настоящее время разрабатывается новый хлорат кальций-магниевого дефолиант на основе местного сырья-доломита, путем разложения его соляной кислотой и последующей конверсией продуктов разложения хлоратом натрия [2].

Известно, что сочетание хлорат содержащих дефолиантов с минеральными удобрениями приводит к увеличению дефолилирующей активности и снижению «жесткости» их действия на растения [3,4]. Для повышения дефолилирующей активности нового хлорат кальций-магниевого дефолианта путем введения в его состав карбамида и разработки на их основе более эффективного дефолианта хлопчатника необходимы сведения о взаимном влиянии исходных компонентов в системах: $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2\text{-Mg}(\text{ClO}_3)_2\text{-H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2\text{-CO}(\text{NH}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$ при 25 и 50 °C, $\{40,03\% \sum \text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 + \text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 + 7,45\% \sum [\text{CaCl}_2 + \text{MgCl}_2] + 52,52\% \text{H}_2\text{O}\}$ - $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$.

Объекты и методы исследований. Объектами исследования являются хлораты кальция, магния и карбамид. Для исследований были использованы двухводный хлорат кальция $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, полученный на основе обменной реакции плавящего хлористого кальция с хлоратом натрия в ацетоновой среде по методике [5]. В результате обменной реак-

ции получен раствор хлората кальция в ацетоне. После отделения ацетоновой вытяжки от твердой фазы и отгонки ацетона под вакуумом при температуре 30–35°C из образующейся массы охлаждением выделяли белый кристаллический хлорат кальция, который очищался перекристаллизацией. Хлорат магния синтезировали по методике приведенной в работе [6].

Карбамид использовали марки «ч.д.а.», дважды перекристаллизированный. При изучении систем были использованы визуально-политермический и изотермический методы анализа [7,8]. При количественном химическом анализе применяли общеизвестные методы аналитической химии, в частности: хлорат- и хлорид-ионы определяли объемным перманганатометрическим и аргентометрическим методами [9,10], кальций и магний определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре [11].

Содержание элементарного азота, углерода, водорода определяли согласно методике [12]. Аналитические данные использовали для определения состава твердых фаз по Скрейнемакерсу [13].

Твердые фазы идентифицировали химическими и различными методами физико-химического анализа. Термический анализ исследуемой новой фазы

проводили на дериватографе системы Паулик-Паулик-Эрдей. Рентгенофазовый анализ проводили на дифрактометре Дрон-3,0. Значения межплоскостных расстояний находили по справочнику [14] согласно углу отражения, а интенсивность дифракционных линий оценивали по сто бальной шкале.

Результаты и их обсуждение. Взаимное влияние компонентов в системе $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2\text{-Mg}(\text{ClO}_3)_2\text{-H}_2\text{O}$ изучено визуально-политермическим методом в широком температурном и концентрационном интервале. Бинарные системы хлорат кальция-вода и хлорат магния-вода ранее изучены. Данные, полученные нами хорошо согласуются с литературными [15,16]. Растворимость компонентов в системе $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2\text{-Mg}(\text{ClO}_3)_2\text{-H}_2\text{O}$ изучена с помощью десяти внутренних разрезов. Разрезы I-IV проведены со стороны хлорат магния-вода к вершине хлората кальция, а V-X со стороны хлорат кальция-вода к полюсу хлората магния. На основе данных растворимости бинарных систем и внутренних разрезов построена политермическая диаграмма растворимости системы $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2\text{-Mg}(\text{ClO}_3)_2\text{-H}_2\text{O}$ от эвтектической точки замерзания (-61,7) до 60,0°C (рис.1.).

Рисунок 1. Диаграмма растворимости системы $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2\text{-Mg}(\text{ClO}_3)_2\text{-H}_2\text{O}$

На политермической диаграмме растворимости изученной системы разграничены поля кристаллизации твердых фаз: льда, шести-, четырех- и двухводного хлората кальция, шестнадцати-, двенадцати-,

шести- и четырехводного хлората магния. Поля сходятся в четырех тройных неинвариантных узловых точках системы (табл.1.).

На политермической диаграмме состояния нанесены изотермические кривые растворимости через

каждый 10°C. Построены проекции политермических кривых растворимости на соответствующие боковые водные стороны системы. Из приведенных

данных видно, что в исследуемой системе не происходит образования новых химических соединений на основе исходных компонентов. Система относится к простому эвтоническому типу.

Таблица 1.

Двойные и тройные узловые точки системы $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2\text{-Mg}(\text{ClO}_3)_2\text{-H}_2\text{O}$

Состав жидкой фазы, %				Твёрдая фаза
$\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$	$\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2$	H_2O	$t_{\text{кр}}, ^\circ\text{C}$	
-	36,9	63,1	-52,0	Лед+ $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$
6,4	35,3	58,7	-61,7	Лед+ $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ + $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$
9,3	27,3	63,4	-55,2	Лед+ $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
16,4	18,3	65,3	-48,4	То же
18,6	16,7	64,7	-47,7	-//-
26,5	11,6	61,9	-44,2	-//-
36,6	6,4	57,0	-42,2	-//-
37,8	5,7	56,5	-41,7	-//-
46,1	-	53,8	-40,3	-//-
-	42,0	58,0	-21,7	$\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$ + $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
4,8	41,0	54,2	-35,0	$\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$ + $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ + $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
5,0	38,0	57,0	-41,8	$\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$ + $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
-	45,4	54,6	-7,5	$\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$ + $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
3,9	45,0	51,1	-15,6	$\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ + $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ + $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
55,0	-	45,0	-27,2	$\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ + $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
50,5	5,0	44,5	-27,4	То же
44,0	11,8	44,2	-27,8	-//-
36,4	19,7	43,9	-28,0	-//-
27,5	29,8	42,7	-28,2	-//-
14,6	52,0	33,4	-29,4	-//-
62,0	-	38,0	-6,8	$\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ + $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
57,5	4,7	37,8	-7,0	То же
52,0	10,2	37,8	-7,3	- // -
46,2	16,7	37,1	-7,6	-//-
44,0	19,4	36,6	-7,9	-//-
39,8	24,8	35,4	-8,1	-//-
28,3	43,0	28,7	-8,9	-//-
-	63,3	36,7	34,2	$\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ + $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
3,2	62,8	34,4	30,0	$\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ + $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ + $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Анализ политермической диаграммы растворимости системы $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2\text{-Mg}(\text{ClO}_3)_2\text{-H}_2\text{O}$ показывает, что компоненты системы оказывают взаимное высаливающее действие друг на друга. Благодаря хорошей растворимости хлорат магния оказывает большее высаливающее действие, чем хлорат кальция и поэтому поле кристаллизации хлората кальция, с повышением концентрации хлората магния расширяется. Так, при 10, 20, 30, 40, 50°C в присутствии 50% хлората магния растворимость хлората кальция понижается и составляет соответственно 38,2; 38,4; 38,0; 38,2; 38,3% относительно первоначальной растворимости её в чистой воде.

Таким образом, изучение взаимного влияния компонентов в системе $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2\text{-Mg}(\text{ClO}_3)_2\text{-H}_2\text{O}$ показало, что образования новых соединений не происходит, компоненты оказывают взаимное высаливающее действие друг на друга.

Для характеристики поведения хлората кальция и карбамида при их совместном присутствии система изучена изотермическим методом при 25 и 50°C. Равновесие фаз в системе при температуре 25 и 50°C устанавливалось при непрерывном перемешивании и термостатировании через 2,5-3 и 1,5-2 суток, соответственно.

Изучение системы $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2\text{-CO}(\text{NH}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$ при 25 и 50°C проводили со стороны хлората кальция, растворимость которого в воде при указанных температурах составляет 66,4 и 73,5% соответственно. На основе химического анализа составов жидких и твердых фаз (табл.2, 3) построены изотермические диаграммы растворимости этой системы при 25 и 50°C (рис.2,3).

Таблица 2.

Данные по растворимости системы $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2\text{-CO}(\text{NH}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$ при 25°C

№	Состав жидкой фазы масс, %		Состав «твёрдого остатка» масс, %		Твёрдая фаза
	$\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	$\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	
1	-	55,0	0,4	95,0	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
2	4,0	55,2	0,5	96,0	То же
3	8,7	55,4	1,1	95,4	-//-
4	14,0	56,0	1,5	94,9	-//-
5	22,4	57,2	27,2	68,9	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 4\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
6	21,0	51,0	40,4	50,0	$\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 4\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
7	21,8	44,3	40,7	49,2	То же
8	22,2	40,5	40,2	48,4	-//-
9	23,8	34,8	41,0	48,0	-//-
10	25,7	28,2	40,9	47,2	-//-
11	29,2	23,7	41,8	47,3	-//-
12	33,4	19,8	42,0	46,4	-//-
13	38,3	15,9	42,4	46,0	-//-
14	43,4	12,2	43,2	45,9	-//-
15	48,3	9,5	43,8	45,2	-//-
16	54,8	6,2	44,0	45,8	-//-
17	59,7	3,7	72,8	22,9	$\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 4\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
18	62,9	1,8	81,0	0,4	$\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
19	66,4	-	85,2	-	$\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Таблица 3.

Данные по растворимости системы $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2\text{-CO}(\text{NH}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$ при 50°C

№	Состав жидкой фазы масс, %		Состав «твёрдого остатка» масс, %		Твёрдая фаза
	$\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	$\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	
1	-	67,1	0,5	95,7	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
2	5,2	66,0	0,8	94,8	То же
3	10,0	65,8	1,7	94,5	-//-
4	14,9	65,6	2,6	94,3	-//-
5	20,5	65,4	3,1	94,8	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 4\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
6	20,7	65,2	24,8	71,7	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 4\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
7	20,9	65,1	41,2	50,8	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 4\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
8	21,3	57,2	40,7	50,3	$\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 4\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
9	22,5	49,6	40,5	49,6	То же
10	24,7	43,8	40,9	48,9	-//-
11	27,8	37,5	41,3	48,6	-//-
12	31,9	32,4	42,0	48,2	-//-
13	37,8	26,8	42,2	47,4	-//-
14	43,9	21,9	43,1	46,4	-//-
15	52,1	19,9	44,0	46,1	-//-
16	57,8	20,3	44,6	46,5	-//-
17	64,8	22,4	45,3	46,3	$\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 4\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
18	65,0	22,3	69,2	26,8	$\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 4\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
19	65,2	22,1	82,8	3,1	$\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 4\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

20	64,2	15,9	82,6	2,2	$\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
21	64,4	10,8	82,9	1,5	То же
22	66,7	5,7	83,2	0,7	-//-
23	73,5	-	85,2	-	-//-

Рисунок 2. Изотерма растворимости системы $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2\text{-CO}(\text{NH}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$ при 25°C

Рисунок 3. Изотерма растворимости системы $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2\text{-CO}(\text{NH}_2)_2\text{-H}_2\text{O}$ при 50°C

Из изотермических диаграмм растворимости системы видно, что кривая ликвидуса распадается на три ветви, соответствующие кристаллизации двух исходных компонентов - $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ и $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

и в качестве новой фазы соединения $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 4\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Ветвь кристаллизации соединения на изотермических диаграммах растворимости занимает относительно большой участок. Концентрационные пределы существования соединения $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 4\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ при 25°C характеризуются следующими пределами: 3,7-57,2% карбамида, 22,2-59,7% хлората кальция. Пределы существования соединения при 50°C соответствуют: 22,1-65,4% карбамида и 20,5-65,2% хлората кальция. Выделенное соединение $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 4\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ характеризуется пересечением прямолинейных лучей в одной точке внутри треугольника, что свидетельствует об образовании в системе гидратированного соединения.

Анализ диаграммы растворимости системы показывает, что соединение $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 4\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ конгруэнтно растворяется в воде.

Сопоставление изотерм растворимости системы $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$ - $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ - H_2O при 25 и 50°C показывает, что при переходе от 25°C к 50°C размеры ветвей исходных компонентов и соединения, образующегося

из них, изменяются. Так ветви, кристаллизации хлората кальция и соединения на изотерме при 50°C значительно увеличиваются по сравнению с изотермой при 25°C . Это объясняется тем, что с повышением температуры их растворимость возрастает.

Новая фаза, образующаяся в системе, выделена в кристаллическом виде и идентифицирована методами химического, рентгенофазового и термического анализа.

Химический анализ новой фазы дал следующие результаты: найдено, масс. %: $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2=42,8$; $\text{CO}(\text{NH}_2)_2=49,73$; $\text{H}_2\text{O}=7,5$.

Для соединения $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 4\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ вычислено, масс. %: $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2=42,85$; $\text{CO}(\text{NH}_2)_2=49,69$; $\text{H}_2\text{O}=7,45$.

Анализ рентгенограммы исходных компонентов и новой фазы на их основе показывает, что дифракционные рефлексы отличаются друг от друга, как по значению межплоскостных расстояний, так и по интенсивностям дифракционных линий (рис.4.).

Рисунок 4. Рентгенограммы $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 4\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (1); $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (2)

Характерными термоэффектами кривых нагревания соединения являются эндо – и экзотермические эффекты плавления и разложения комплекса. Плавлению соединения соответствует эндозффект при

157°C (рис.5.). При 292°C происходит разложение соединения. Потеря массы по кривой ТГ составляет 77,2%.

Рисунок 5. Дериватограммы $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 4\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (1); $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (2)

Таким образом, в изученной системе $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot \text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ при 25 и 50°C наблюдается образование в качестве новой фазы соединения состава $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 4\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Целью дальнейших исследований явилось изучение процесса получения нового, более эффективного препарата, обладающего высокой дефолирующей активностью и «мягким» действием на хлопчатник на основе хлорат кальций-магниевого дефолианта и карбамида. Для физико-химического обоснования и рекомендации процесса получения нового дефолианта необходимо знать характер изменения физико-химических свойств растворов системы $\{[40,03\% \Sigma \text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 + \text{Mg}(\text{ClO}_3)_2] + 7,45\% \Sigma [\text{CaCl}_2 + \text{MgCl}_2] + 52,52\% \text{H}_2\text{O}\} - \text{CO}(\text{NH}_2)_2$.

В связи с этим для выяснения влияния компонентов на физико-химические свойства растворов вышеуказанной системы определена зависимость изменения температуры кристаллизации, pH среды, показателя преломления, вязкости и плотности растворов от состава. На основе полученных данных по

изучению физико-химических свойств растворов построена диаграмма «состав-свойства» данной системы (табл.4., рис.6). Согласно полученным данным диаграмма «состав-температура кристаллизации» системы характеризуется наличием двух ветвей кристаллизации с явным изломом на кривой растворимости (рис.6., кривая 1). Кристаллизация $\{[84,3\% \Sigma \text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 + \text{Mg}(\text{ClO}_3)_2] + [15,69\% \Sigma \text{CaCl}_2 + \text{MgCl}_2]\}$ продолжается до 14,55% карбамида при -4,3°C. В этой точке происходит кристаллизация $\{[84,3\% \Sigma \text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 + \text{Mg}(\text{ClO}_3)_2] + [15,69\% \Sigma \text{CaCl}_2 + \text{MgCl}_2]\}$ и соединения $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot \text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 8\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

С увеличением концентрации карбамида более 14,55% в системе кристаллизуется соединение $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot \text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 8\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Анализ диаграммы «состав-pH» (рис.6., кривая 2) показывает, что по мере добавления карбамида значения pH растворов постепенно увеличиваются. В двойной точке значение pH раствора равно 4,71. Далее, с увеличением концентрации карбамида более 14,55%, т.е. в области кристаллизации соединения, pH образующихся растворов резко увеличивается с 4,71 до 5,30.

Рисунок 6. Диаграмма «состав-свойства» системы $\{[40,03\% \Sigma \text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 + \text{Mg}(\text{ClO}_3)_2] + 7,45\% \Sigma [\text{CaCl}_2 + \text{MgCl}_2] + 52,52\% \text{H}_2\text{O}\} - \text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (1-температура кристаллизации, 2- pH, 3-показатель преломления, 4-вязкость, 5-плотность)

Диаграмма «состав-преломления» также характеризуется наличием двух ветвей кристаллизации с показателем изломом на кривой (рис.6., кривая 3). Значение вязкости растворов изученной системы постепенно повышается от 6,69 мм²/с и достигает значения 8,75 мм²/с в двойной точке, т.е. при содержании 14,55% карбамида (рис.6., кривая 4). При увеличении концентрации карбамида вязкость вновь образующихся растворов возрастает и доходит до 9,75 мм²/с,

что объясняется изменением области кристаллизации системы.

Анализ диаграммы «состав-плотность» системы (рис.6., кривая 5) показывает, что по мере увеличения концентрации карбамида плотность вновь образующихся растворов уменьшается. На кривой 5 диаграммы «состав-свойства» имеется также один излом. Ветви кристаллизации суммы хлоратов кальция, магния и хлоридов кальция и магния соответствуют плотности растворов $1,5110 \div 1,4715 \text{ г/см}^3$ (табл.4.).

Таблица 4.

Зависимость изменения температуры кристаллизации, показателя преломления, pH, вязкости, плотности растворов в системе
 $\{[40,03\% \Sigma \text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 + \text{Mg}(\text{ClO}_3)_2] + 7,45\% \Sigma [\text{CaCl}_2 + \text{MgCl}_2] + 52,52\% \text{H}_2\text{O}\} - \text{CO}(\text{NH}_2)_2$

№	Содержание компонентов, %		Ткр., °C	η , мм ² /с	d, г/см ³	pH	D ₂₀
	$\{[40,03\% \Sigma \text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 + \text{Mg}(\text{ClO}_3)_2] + 7,45\% \Sigma [\text{CaCl}_2 + \text{MgCl}_2] + 52,52\% \text{H}_2\text{O}\}$	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$					
1	100	-	10	6,69	1,5110	4,01	1,4300
2	98,86	1,14	9,4	6,83	1,5095	4,17	1,4320
3	97,1	2,90	8,2	7,08	1,5060	4,25	1,4337
4	95,8	4,20	7,0	7,25	1,5020	4,30	1,4350
5	93,66	6,34	5,2	7,45	1,4950	4,32	1,4366
6	91,5	8,50	3,0	7,89	1,4875	4,37	1,4383
7	90,0	10,0	1,4	8,14	1,4830	4,45	1,4393
8	88,66	11,34	-0,2	8,29	1,4800	4,50	1,4401
9	86,8	13,20	-2,4	8,56	1,4750	4,60	1,4412
10	85,45	14,55	-4,3	8,75	1,4715	4,71	1,4419
11	84,43	15,57	13,5	9,20	1,4635	4,94	1,4430
12	82,85	17,15	22,7	9,50	1,4590	5,12	1,4435
13	81,43	18,57	28,0	9,75	1,4550	5,30	1,4440

Значения плотности растворов 1,4715÷1,4550 г/см³ соответствуют ветви кристаллизации соединения $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot \text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 8\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

Соединение, образующееся в изученной системе, выделено в кристаллическом виде и идентифицировано химическим, рентгенофазовым и термическим методами анализа.

По данным химического анализа найдено, масс. %: $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2=21,55$; $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2=20,0$; $\text{CO}(\text{NH}_2)_2=50,7$; $\text{H}_2\text{O}=7,68$.

Образование соединения $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot \text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 8\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ подтверждается данными рентгенофазового анализа. Сравнение дефрактолиний и соответствующих им значений межплоскостных расстояний соединения и его составляющих показало, что данное соединение индивидуально, с присущим ему строением кристаллической решетки (рис.7.).

Рисунок 7. Рентгенограмма $[\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot \text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 8\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$

Дериватограмма соединения $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot \text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 8\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ в интервале температур 20-500°C характеризуется наличием одного эндотермического эффекта при 144,1°C и двух экзотермических эффектов при 248,0 и 264,7°C.

Эндотермический эффект при 144,1°C соответствует удалению воды потеря в массе составляет по ПГ дериватограммы 7,86%. Экзотермический эффект при 248,0°C

соответствует разложению соединения при котором потеря в массе составляет по ТГ дериватограммы 39,70%.

При следующем экзотермическом эффекте 264,7°C идет дальнейшее разложение соединения и потеря в массе составляет ТГ=76,13%. В интервале температур 20-50°C. Общая потеря в массе составляет 90% (рис.8).

Рисунок 8. Дериватограмма соединения $[Ca(ClO_3)_2 \cdot Mg(ClO_3)_2 \cdot 8CO(NH_2)_2 \cdot 4H_2O]$

Выделенное соединение $Ca(ClO_3)_2 \cdot Mg(ClO_3)_2 \cdot 8CO(NH_2)_2 \cdot 4H_2O$ представляет собой белое кристаллическое вещество. Растворимость в воде при 0, 10, 20°C соответственно составляет 54,4%; 59,0; 62,8 мас. %.

Соединение мало растворяется в спирте и уксусной кислоте, плохо растворимо в ацетоне и бензоле.

На основе результатов изучения «состав-свойства» выше указанной системы и проведенных агрохимических испытаний составов дефолианта следует, что для получения эффективного «мягко» действующего препарата, обладающего дефолирующей активностью необходимо растворять карбамид в растворе хлорат кальций-магниевого дефолианта

при массовом соотношении 1,0:0,1. При этом образуется раствор дефолианта с хорошими физико-химическими свойствами, имеющий температуру кристаллизации 1,4°C, вязкость 8,14 мм²/с, плотность 1,5081 г/см³ и pH-4,45.

Выводы. Изучено взаимное влияние компонентов в системах: $Ca(ClO_3)_2 \cdot Mg(ClO_3)_2 \cdot H_2O$; $Ca(ClO_3)_2 \cdot CO(NH_2)_2 \cdot H_2O$ при 25 и 50°C, $\{[40,03\% \Sigma Ca(ClO_3)_2 + Mg(ClO_3)_2] + 7,45\% \Sigma [CaCl_2 + MgCl_2] + 52,52\% H_2O\} \cdot CO(NH_2)_2$.

Результаты изученных систем послужили основой для рекомендации состава нового жидкого хлоратсодержащего препарата для дефолиации.

Список литературы:

1. Список химических и биологических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками, дефолиантов и регуляторов роста растений, разрешенных для применения в сельском хозяйстве Республики Узбекистан на 2002-2006 годы. - Ташкент. 2002. - 96с.
2. Hamrakulov Z.A., Askarova M.K., Tukhtaev S. Preparation of calcium-magnesium chlorate defoliant from dolomite, Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 50, 1, 2015, 65-70, Sofia, (in Bulgarian).
3. Тухтаев С., Кучаров Х., Юсупов А.Х. Получение дефолианта на основе хлорат-хлорида кальция и карбамида. XIV Всесоюзная научно-техническая конференция по технологии неорганических веществ и минеральных удобрений /Тезисы докладов, часть III. Львов, 1988. -С.50.
4. Набиев М.Н., Тухтаев С., Шаммасов Р.Э., Мусаев Н.Ю., Бурханов Ш. Исследование физико-химических свойств дефолиантов на основе хлората магния и компонентов минеральных удобрений (типа УДМ). //Узб. хим. журн., 1980, №3, С.48-51.
5. А.с. 1143691 СССР. Способ получения хлорат-хлорид кальциевого дефолианта / М.Н. Набиев, Р. Шаммасов, С. Тухтаев, Х. Кучаров и др.(СССР) -№3620951/23-26; заявлено 23.05.83.; опубл. 07.03.85 //Открытия, изобретения.-1985. -№9.-С.84.
6. Мартынов Ю.М., Матвеев М.А., Якименко Л.М., Фурман А.А. Технология производства и применения хлорат-магниевых дефолиантов. //Химическая промышленность. 1958. №7. С. 420-423.
7. Трунин А.С., Петрова Д.Г. Визуально-политермический метод. Куйбышевский политехн. ин-т /: - Куйбышев, 1977. -94с. / Деп. в ВИНТИ №584-78.
8. Бергман А.Г., Лужная Н.П. Физико-химические основы изучения и использования соляных месторождений хлорид-сульфатного типа. - Москва: АН СССР, 1951.-232с.
9. State standart 12257-77, Sodium chlorate, Moscow, Standart agency's publishing house, 1987, p. 19, (in Russian).

10. Dorokhova E.N., Prokhorova G.V. Analytical chemistry: Physical-chemical methods of analysis, Moscow, 1991, (in Russian).
11. I. Khavezov, D. Salev, Atomic Absorhtion Analysis, Sofia, 1980, (in Bulgarian).
12. Климова В.А. Основные микрометоды анализа органических соединений. М.: Химия, 1975. -224с.
13. Аносов В.Я. Начертательная геометрия в применении к химическим диаграммам тройных и четверных систем. -Москва-Ленинград: Изд-во АН СССР, 1949.-С.176.
14. Гиллер Я.Л. Таблицы межплоскостных расстояний. Т.2., М.: Недра, 1966. -330с.
15. Киргинцев А. Н. и др. Растворимость неорганических веществ в воде. - Л.: Химия. 1972. -248с.
16. Тухтаев С., Шаммасов Р.Э., Кучаров Х. Политерма растворимости системы хлорат магния – вода // Докл. АН Уз ССР -1984, - № 1. -С. 31-32.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФОСФОРИТОВ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

Мирзакулов Холтура Чориевич

профессор Ташкентского химико-технологического института

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: khchmirzakulov@mail.ru

Волынскова Надежда Владимировна

начальник технического отдела АО "Аммофос-Махат"

Республика Узбекистан, г. Алмалык

Меликулова Гавхар Эшбоевна

старший преподаватель Ташкентского химико-технологического института

Республика Узбекистан, г. Ташкент

Усманов Илхам Икрамович

ведущий научный сотрудник Ташкентского химико-технологического института

Республика Узбекистан, г. Ташкент

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF PHOSPHORITES OF CENTRAL KYZYLKUM IN THE PRODUCTION OF EXTRACTION PHOSPHORIC ACID

Kholtura Mirzakulov

professor of Tashkent institute of chemical technology,

Republic of Uzbekistan, Tashkent

Nadejda Volinskova

head of technical department JC "Amofos-Maxam"

Republic of Uzbekistan, Almaliq

Gavkhar Melikulova

senior teacher of Tashkent institute of chemical technology

Republic of Uzbekistan, Tashkent

Ilkham Usmanov

leading researcher of Tashkent institute of chemical technology,

Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Приведены характеристики мытого обожженного фосконцентрата Центральных Кызылкумов в сравнении с апатитом и фосфоритами Каратау. Показано, что сырье в технологическом отношении является проблематичным с кальциевым модулем 1,95-2,05. Снижается съем с 1 м² поверхности карусельного вакуум-фильтра как фосфогипса, так и целевого продукта - экстракционной фосфорной кислоты, что связано с высоким содержанием свободного оксида кальция. Этим объясняется и высокая температура в экстракторе, приводящая к проблеме с кристаллизацией фосфогипса и снижения скорости фильтрации. Приведены результаты химического состава и технологических показателей производства экстракционной фосфорной кислоты из фосфоритов Центральных Кызылкумов в зависимости от кальциевого модуля сырья.

ABSTRACT

The characteristics of washed calcined phosconcentrate of Central Kyzylkum in comparison with apatite and Karatau phosphorites are given. It is shown that the raw materials are technologically problematic with the calcium module 1.95-2.05. I remove from 1 m² surface of the carousel vacuum filter as phosphogypsum, and the target product - extraction

phosphoric acid, which is associated with a high content of free calcium oxide. This explains the high temperature in the extractor, leading to a problem with the crystallization of phosphogypsum and reduce the filtration rate. The results of the chemical compound and technological parameters of the production of extraction of phosphoric acid from the phosphorites of Central Kyzylykum, depending on the calcium module of the raw material.

Ключевые слова: апатит, фосфориты Каратау, мытый, обожженный фосконцентрат, технологические параметры, сравнительные характеристики.

Keywords: apatite, Karatau phosphorites, washed, calcined phosphate concentrate, technological parameters, comparative characteristics.

Введение. На территории Узбекистана в результате геолого-изыскательских работ открыто крупнейшее месторождение зернистых фосфоритов в Кызылкумском бассейне, где наиболее перспективными являются двенадцать площадей в отложениях среднего эоцена. Кызылкумские фосфориты по своим физико-химическим характеристикам не имеют мировых аналогов, но по составу можно судить о некотором сходстве с фосфоритами месторождений Северной Африки, Ближнего Востока и Афганистана, достаточно широко встречающихся в мезокайнозойских формациях карбонатной группы [4].

Фосфоритные руды Джерой-Сардаринского бассейна имеют следующий минералогический состав (масс. %): франколит – 56,0; кальцит – 26,5; кварц – 7,5-8,0; гидрослюдистые минералы и полевые шпаты – 4,0-5,0; гипс – 3,5; гетит – 1,0; цеолит < 1,0; органическое вещество – 0,5 [8].

Кызылкумским фосфоритам свойственно высокое содержание диоксида углерода, содержание которого достигает 27 % и более, высокий кальциевый модуль превышающий 3.

В фосфоритах Центральных Кызылкумов кроме высокого содержания карбонатных минералов в незначительном количестве имеются ряд примесей, в т. ч. органическое вещество и хлор, количество

которых зависит от глубины залегания фосфоритных пластов. Механическое разделение фосфатного минерала и кальцита затруднительно, т.к. в фосфатной руде они тонко прорастают между собой [2, 3]. Для данного фосфорита являются неэффективными и другие традиционные методы обогащения (классификация, промывка, флотация и др.).

Эффективным методом обогащения фосфоритов Центральных Кызылкумов является термохимическое удаление диоксида углерода. При этом происходит выгорание органического вещества и окисление закисных форм железа [5]. Схема включает интенсивную дезинтеграцию, дешламацию и промывку руды от хлора с последующим обжигом [6, 7]. В результате в данное время на предприятия поступает мытый, обожженный фосконцентрат Ташкура по O'z DSt 2825:2014 [1].

В связи с высоким кальциевым модулем, присутствия свободного оксида кальция фосфорнотуковые заводы столкнулись с рядом трудностей, связанных с особенностями химического состава фосфатного сырья. В таблице 1 приведены сравнительные данные по химическому составу фосфоритов Центральных Кызылкумов с апатитом и фосфоритами Каратау.

Таблица 1.

Сравнительная характеристика фосфатного сырья

№	Показатели	Фосфатное сырье		
		Каратау 24 % P ₂ O ₅	Апатит 39,0% P ₂ O ₅	МОФК
1	Состав сырья:			
	P ₂ O ₅	24,05	39,4	26,1-29,6
	CaO	38-40	51,5-52,0	51,1-56,4
	MgO	2,0-2,5	0,2-0,4	0,90-1,84
	Fe ₂ O ₃	1,15-1,30	До 3,0	0,50-0,76
	Al ₂ O ₃	1,07-1,20		0,40-0,74
	H ₂ O	19,0-21,0	1,5-2,0	4,21-6,3
	CO ₂	4,5-6,0	отс.	1,63-3,54
	F	2,0-2,9	3,0-3,1	3,06-3,38
	Cl	0,01	-	0,02-0,04
	кальциевый модуль	1,59	1,32	1,95-2,05
	SiO ₂	17-21	1,0-1,5	3,74-8,87
	SO ₃	0,9	0,8	1,53-4,7
	Органика	Отс.	-	0,04
	Cd (ppm)	1,5	-	2,6
	K ₂ O	0,5	0,2	0,2
	Na ₂ O	0,5	0,4	1,3
	Zn	0,004	0,006	0,05

	As	0,03	0,005	0,01
2	Физические свойства			
	Плотность, т/м ³			
	Истинная	2,8-2,6	3,2-3,3	2,8-2,9
	Насыпная:	1,13-1,14	1,2-1,55	1,19-1,24
	- в уплотненном состоянии	1,16-1,28	1,75-1,9	1,58-1,64
	коэффициент внутреннего трения	0,7-0,73	0,6-0,65	
	угол естественного откоса, град	37	35-43	31-34
3	Соотношение компонентов			
	CaO / P ₂ O ₅ (1,45-1,55)	1,59	1,32	1,95-2,16
	Mg / P ₂ O ₅ (н.б. 0,06)	0,09	0,01	0,04-0,07
	CO ₂ / P ₂ O ₅ (н.б. 0,3)	0,24	-	0,06-0,08
	R ₂ O ₃ / P ₂ O ₅ (н.б. 0,12)	0,09	0,04	0,03-0,06
	Fe ₂ O ₃ / P ₂ O ₅	0,04	0,07-0,08	0,02-0,03
	F / P ₂ O ₅	0,10	0,07-0,08	0,11-0,12

Данные, приведенные в таблице, показывают, что фосконцентрат Ташкура является достаточно проблематичным и дорогостоящим в переработке. Качество сырья не удовлетворяет требованиям технологий переработки в дигидратном режиме на технологическом оборудовании, спроектированном для сырья Каратау. Разброс содержания P₂O₅ по партиям сырья достигает 5 %. Состав сырья по основным параметрам, определяющим технологичность сырья, имеет характер, в зависимости от состава выработки исходной руды: содержание CaO изменяется от 51,1 до 56,4 %; массовая доля солей магния изменяется от 0,9 до 1,8 % (при норме не более 0,7%); массовая доля соединений железа

(Fe₂O₃) – от 0,5 до 0,8 %; доля SO₃ в сырье изменяется от 1,5 до 4,7 %; алюминия (в пересчете на Al₂O₃) – от 0,4 до 0,7 %. Переработку данного сырья на производстве экстракционной фосфорной кислоты можно охарактеризовать как трудоёмкую, требующую специально спроектированного цеха и осуществления строгого контроля над производством. Это, естественно, сказывается на технологических показателях производства экстракционной фосфорной кислоты.

В таблице 2 приведены сравнительные данные технологических показателей производства экстракционной фосфорной кислоты из различных видов сырья.

Таблица 2.

Сравнительные данные по технологическим показателям производства экстракционной фосфорной кислоты

№	Показатели	Фосфатное сырье		
		Каратау	Апатит	МОФК
		24 % P ₂ O ₅	39,0% P ₂ O ₅	27,0 % P ₂ O ₅
Съем с 1 м ² поверхности КВФ:				
	Фосфогипса, кг/час	420-460	770-820	360-450
	P ₂ O ₅ , кг/час	65-75	120-130	45-55
	Кр, %	95	98	94,5-95,5
Показатели и состав ЭФК				
	Плотность, г/см ³	1,290-1,300	1,270-1,290	1,260-1,290
	P ₂ O ₅ , %	н.м. 21,5	28-30	18-22
	SO ₃ , г/100 см ³	н.б. 3,0	2,0-2,5	1,9-2,5
	Фтор, %	3,7-3,9	1,5-1,6	1,0-1,6

Данные показывают, что по технологическим показателям фосконцентрат Ташкура проигрывает фосфоритам Каратау и апатитам: снижается съем с 1 м² поверхности карусельного вакуум-фильтра как фосфогипса, так и целевого продукта (экстракционной фосфорной кислоты в пересчете на P₂O₅). Это связано с высоким содержанием свободного оксида кальция в термоконцентрате Ташкура, что влияет и на значительный рост температуры в реакторе. Высокая температура в реакторе приводит к проблемам с

кристаллизацией фосфогипса, что и снижает скорость фильтрации по фосфогипсу. Снижение скорости фильтрации по P₂O₅ связано с необходимостью увеличения соотношения жидкой в твердой фазе в пульпе для поддержания требуемой температуры и увеличения роста кристаллов фосфогипса.

В таблице 3 приведены экспериментальные данные влияния кальциевого модуля мытого обожженного фосконцентрата на технологические показатели производства экстракционной фосфорной кислоты.

Таблица 3.

Влияние кальциевого модуля, мытого обожженного фосконцентрата на технологические показатели производства экстракционной фосфорной кислоты

Показатели	Образец					
	1	2	3	4	5	6
1. М.д. P_2O_5 в сырье, %	24,50	25,50	27,50	28,50	29,50	30,50
2. М.д. СаО в сырье, %	56,35	56,10	57,75	57,00	56,05	56,43
3. Соотношение СаО/ P_2O_5 в сырье	2,30	2,20	2,10	2,00	1,90	1,85
4. М.д. H_3PO_4 (на P_2O_5) в ЭФК, % не менее	17,50	17,50	18,50	19,00	20,00	21,00
5. М.д. SO_3 в ЭФК, г/100 см ³ , не более	3,50	3,50	3,00	3,00	2,50	2,50
6. М.д. свободной влаги, (H_2O) в пульпе, %	27,20	27,20	27,20	27,20	27,20	27,20
7. Коэффициент извлечения P_2O_5 , %	94,5	94,5	95,0	95,5	96,0	96,5
8. Коэффициент отмывки P_2O_5 , %	95,0	95,0	95,0	96,0	97,0	97,0
9. Коэффициент выхода, %	89,8	89,8	90,3	91,7	93,1	93,6
10. Соотношение Ж:Т в пульпе	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8

Из таблицы видно, что с ухудшением качества МОФК снижается содержание P_2O_5 с 20,00-21,00% при содержании в сырье 29,50-30,50% P_2O_5 до 17,59% P_2O_5 при содержании в сырье 24,50-25,50% P_2O_5 . Соответственно $K_{отм.}$ и $K_{вых.}$ снижаются с 97,0% до 95,0% и с 93,6% до 89,8%. Расходные нормы фосфатного сырья и серной кислоты, при ухудшении качественных показателей сырья, имеют тенденцию к увеличению свыше 4% по фосфатному сырью (1,207-1,258) и 22% по серной кислоте (3,928-5,032).

При переработке 1 т мытого обожженного фосконцентрата количество образующегося фосфогипса составляет около 2,4 т. Относительно уменьшение выхода фосфогипса при переработке низкокачественного сырья с 2,339 т до 2,308 т, при пересчете

на тонно-процент P_2O_5 перерабатываемого сырья, имеет обратную тенденцию: на каждый тонно-процент низкокачественного сырья, образуется 9,4 кг фосфогипса, против 7,7 кг при переработке высококачественного сырья.

Таким образом, мытый обожженный фосконцентрат Центральных Кызылкумов представляет собой весьма проблематичное сырье, сильно отличающееся по составу и технологическим показателям от апатита и фосфоритов Каратау, для которого необходимо разработать экономичные и наиболее технологичные способы его переработки на экстракционную фосфорную кислоту, фосфорсодержащие удобрения и соли фосфорной кислоты.

Список литературы:

1. О'з DSt 2825:2014. Фосфоритная продукция Ташкура. Общие технические условия. – Ташкент, 2014. – 7 с.
2. Блисковский В.З., Магер В.О. Особенности вещественного состава руд Джерой-Сардаринского месторождения, влияющие на технологию обогащения. // Технологическая минералогия фосфатных руд: Тез. докл. совещ. 17-18 ноября 1987. – Черкассы, 1987. – С. 42-43.
3. Бойко В.С., Шабанина Н.В., Ильященко В.Я. Вещественный состав фосфоритов // Тез. докл. всесоюзного семинара. – Новосибирск, 1977. – С. 75-77.
4. Геология месторождений фосфоритов, методика их прогнозирования и поисков. - М.: Недра (ВНИИгеолне-руд). 1980. – С. 247.
5. Ибадуллаев С.И., Калинин В.И., Коннов Л.П. и др. К проблеме создания минерально-сырьевой базы для производства фосфатных удобрений в Узбекистане. // Узб. геол. журн. – 1977. – № 5. – С. 36-42.
6. Магер В.О. Влияние цементации на технологические свойства. // Всесоюзн. совещ. по проблеме «Технологическая минералогия фосфатных руд»: Тез. докл. – Черкассы, 1987. – С. 45-46.
7. Шинкоренко С.Ф., Михайлова Т.Г., Хрящев С.В. Испытания на обогатимость фосфоритов Джерой-Сардаринского месторождения. // Всесоюзн. совещ. по проблеме «Технологическая минералогия фосфатных руд»: Тез. докл. – Черкассы, 1987. – С. 44-45.
8. Шинкоренко С.Ф., Хрящев С.В., Михайлова Т.Г., Левкина Т.Т. Обогащение фосфоритов Кызылкумского месторождения с применением обжига. // Хим. пром. – 1980. – № 3. – С. 187-189.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЕСФТОРИВАНИЯ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ, ПОЛУЧЕННОЙ ИЗ ТЕРМОКОНЦЕНТРАТА ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ В ПРИСУТСТВИИ ОКСИДА КРЕМНИЯ

Ходжамкулов Сахомиддин Зоирович

доцент Термезского государственного университета
Республика Узбекистан, г. Термез

Номозов Абдор Карим угли

магистр Термезского государственного университета,
Республика Узбекистана, г. Термез

Меликулова Гавхар Эшбоевна

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

Мирзакулов Холтура Чориевич

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

RESEARCH DEFLUORINATION EXTRACTION OF PHOSPHORIC ACID CENTRAL KYZYLKUM IN THE PRESENCE OF OXIDE SILICON

Sakhomiddin Khodjamkulov

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

Abror Nomozov

master degree of Termiz state university
Republic of Uzbekistan, Termiz

Gavkhar Melikulova

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

Kholtura Mirzakulov

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

АННОТАЦИЯ

В статье приведены данные по обесфториванию экстракционной фосфорной кислоты из термоконцентрата Центральных Кызылкумов сульфатом и гидрофосфатом калия в присутствии оксида кремния с целью коррекции соотношения Si : F. Степень обесфторивания при этом достигает 91-95%.

ABSTRACT

The article presents data on the defluorination of extraction phosphoric acid from the thermal concentrate of Central Kyzylkum with sulfate and potassium hydrogen phosphate in the presence of silicon oxide in order to correct the Si : F ratio. The degree of defluorination reaches 91-95%.

Ключевые слова: экстракционная фосфорная кислота, сульфат, гидрофосфат калия, фтор, степень обесфторивания, диоксид кремния.

Keywords: extraction phosphoric acid, sulfate, potassium hydrogen phosphate, fluorine, degree of defluorination, silicon dioxide.

Поступающий в почву с фосфорными удобрениями фтор, образует различные водорастворимые соединения, создавая при этом вероятность нарушения устоявшихся биологических систем. Экологическое равновесие в биогеоценозах поддерживается при условии низкого содержания фтора в воде и почве. Однако оно может существенно измениться в случае появления в гидросфере, литосфере и атмосфере легкоусвояемых растениями и животными форм фтора, образующихся в результате промышленной и сельскохозяйственной деятельности человека. Например, в аммофосе в среднем содержится 3,2-3,5 масс. % фтора, причем содержание фтора в аммофосе не регламентируется. Это обуславливает большую актуальность вопросов снижения содержания фтора в экстракционной фосфорной кислоте (ЭФК) [3-5].

Наиболее простым и дешевым способом обесфторивания ЭФК является осаждение фтора в виде кремнефторидов щелочных металлов. Однако, предыдущие исследования показали, что содержание кислоторастворимого кремния в ЭФК из фосфоритов Центральных Кызылкумов (ЦК) недостаточно для полного перевода всего фтора в кремнефторид калия, что и обуславливает низкую степень обесфторивания [2]. В связи с этим были поставлены эксперименты по обесфториванию ЭФК солями калия в присутствии диоксида кремния, с целью коррекции соотношения $\text{SiO}_2 : \text{F}$ в ЭФК.

Для экспериментов использовалась ЭФК, полученная на основе фосфоритов ЦК, следующего химического состава (масс. %): $\text{P}_2\text{O}_5 - 20,89$; $\text{CaO} - 0,24$; $\text{MgO} - 1,2$; $\text{Al}_2\text{O}_3 - 1,33$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 - 0,90$; $\text{F} - 1,21$; $\text{SO}_3 - 3,60$; $\text{Na} - 0,12$. Анализы исходной и обесфторенной ЭФК, а также осадка кремнефторида калия проводились по стандартным методикам [1].

Опыты по обесфториванию ЭФК проводили на лабораторной установке, состоящей из кварцевого реактора, помещенного в термостат. Реактор был снабжен мешалкой, обеспечивающей интенсивное перемешивание. Скорость вращения электродвигателя регулировали реостатом и измеряли тахометром.

Для обесфторивания использовали раствор солей калия в обесфторенной ЭФК с целью предотвращения возникновения местных пересыщений, которые приводят к образованию мелких, плохо фильтрующихся кристаллов кремнефторида калия. Норму диоксида кремния рассчитывали, исходя из соотношения $6\text{F}:\text{SiO}_2$ с учетом содержания фтора и кремния в ЭФК.

Результаты исследований влияния нормы сульфата и гидрофосфата калия в присутствии диоксида кремния на состав и степень обесфторивания представлены в таблице 1 (температура обесфторивания – 70°C , продолжительность перемешивания – 45 мин., температура отстаивания – 30°C , продолжительность отстаивания – 120 мин, соотношение $\text{SiO}_2 : \text{F} = 1:6$).

Анализ данных таблицы 1 показывает, что степень обесфторивания достигает 94,30% при использовании сульфата калия и 95,95% при использовании гидрофосфата калия при норме осаждающего агента 200%. С увеличением нормы сульфата и гидрофосфата калия от 100 до 120-130% степень обесфторивания резко возрастает. Так например, с увеличением нормы сульфата и гидрофосфата калия степень обесфторивания возрастает с 75,70% до 93,55 – 93,72% и с 85,04% до 94,38 – 94,96%, соответственно. Степень обесфторивания несколько выше при использовании гидрофосфата калия.

Таблица 1.

Влияние нормы ионов калия на состав экстракционной фосфорной кислоты в при присутствии оксида кремния

Норма ионов K^+ , %	ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЭФК, МАСС. %							
	Осадитель – K_2SO_4				Осадитель – K_2HPO_4			
	P_2O_5	F	степень обесфтор. %	K_2O	P_2O_5	F	степень обесфтор. %	K_2O
100	21,023	0,294	75,70	0,406	21,822	0,181	85,04	0,312
110	21,074	0,078	93,55	0,324	21,899	0,083	93,14	0,328
120	21,035	0,078	93,55	0,423	21,941	0,068	94,38	0,414
130	20,989	0,076	93,72	0,536	21,978	0,061	94,96	0,507
140	20,958	0,078	93,55	0,619	22,015	0,056	95,37	0,601
150	20,918	0,083	93,14	0,721	22,050	0,055	95,45	0,698
160	20,882	0,078	93,55	0,814	22,084	0,054	95,54	0,794
170	20,844	0,078	93,55	0,911	22,119	0,052	95,70	0,889
180	20,806	0,077	93,63	1,007	22,154	0,051	95,78	0,985
190	20,768	0,077	93,63	1,103	22,188	0,051	95,78	1,081
200	20,733	0,069	94,30	1,193	22,222	0,049	95,95	1,176

Дальнейшее увеличение нормы осаждающего агента повышает степень обесфторивания весьма незначительно. При обесфторивании гидрофосфатом калия в ЭФК дополнительно вводятся фосфат-ионы. С увеличением нормы гидрофосфата калия содержание P_2O_5 в ЭФК незначительно повышается

с 21,822% при норме 100% до 21,978% норме 130% и до 21,822% при норме 200%.

Исследование влияния продолжительности процесса взаимодействия гидрофосфата и сульфата калия со фтором исходной ЭФК в присутствии диоксида кремния показало, что основное

количество фтора связывается в течение первых 30 минут.

Таблица 2.

Влияние продолжительности процесса на химический состав и степень обесфторивания экстракционной фосфорной кислоты солями калия в присутствии диоксида кремния

Продолжительность перемешивания, мин	Химический состав ЭФК, масс. %							
	P ₂ O ₅	F	степень обесфтор. %	K ₂ O	P ₂ O ₅	F	степень обесфтор. %	K ₂ O
	Осадитель – K ₂ SO ₄				Осадитель – K ₂ HPO ₄			
10	20,889	0,154	87,27	0,779	22,018	0,128	89,42	0,758
20	20,901	0,124	89,75	0,755	22,031	0,098	91,90	0,734
30	20,909	0,105	91,32	0,739	22,042	0,074	93,88	0,713
40	20,912	0,098	91,90	0,737	22,044	0,072	94,05	0,710
50	20,921	0,075	93,85	0,713	22,052	0,046	96,20	0,694
60	20,922	0,072	94,05	0,711	22,054	0,044	96,36	0,689

При этом содержание фтора в ЭФК составляет 0,105% и 0,074%, соответственно, при использовании сульфата и фосфата калия, что соответствует степени обесфторивания 91,32% и 93,88%. Большое влияние на степень обесфторивания ЭФК оказывает температура процесса (табл. 3).

С повышением температуры процесса степень обесфторивания увеличивается ЭФК, что объясняется кинетикой процесса. При температуре

70-80°C, степень обесфторивания относительно выше, чем при 20°C.

Оптимальной температурой процесса обесфторивания является 70-80°C. Эта температура достигается при отстаивании ЭФК с температурой 80-90°C после фильтрации для осаждения взвеси кристаллов гипса, прошедших через фильтровальную ткань и выкристаллизовавшихся из ЭФК.

Таблица 3.

Влияние продолжительности процесса на химический состав и степень обесфторивания экстракционной фосфорной кислоты солями калия в присутствии диоксида кремния

Температура перемешивания, °C	Химический состав ЭФК, масс. %							
	P ₂ O ₅	F	степень обесфтор. %	K ₂ O	P ₂ O ₅	F	степень обесфтор. %	K ₂ O
	Осадитель – K ₂ SO ₄				Осадитель – K ₂ HPO ₄			
20	20,893	0,144	88,10	0,771	22,021	0,121	90,00	0,752
40	20,896	0,136	88,76	0,765	22,026	0,110	90,90	0,744
60	20,913	0,095	92,15	0,731	22,047	0,062	94,87	0,704
70	20,918	0,083	93,14	0,721	22,050	0,055	95,45	0,698
80	20,923	0,070	94,21	0,710	22,054	0,045	96,28	0,689

Также было изучено влияние температуры отстаивания на степень обесфторивания солями калия в присутствии двуоксида кремния (табл. 4).

При обесфторивании ЭФК сульфатом и гидрофосфатом калия с понижением температуры с 60 до 50°C степень обесфторивания увеличивается на

12,40 и 12,64%. С понижением температуры с 40 до 20°C этот показатель составляет 2,56-1,90% отн.

Химический и фазовый состав осадков аналогичен тем, которые образуются при обесфторивании в присутствии диоксида кремния. Осадок представлен, в основном кремнефторидом калия.

Таблица 4.

Влияние температуры отстаивания на состав и степени обесфторивания экстракционной фосфорной кислоты солями натрия

Температура отстаивания, °C	Состав очищенной ЭФК, масс. %							
	P ₂ O ₅	F	степень обесфтор. %	K ₂ O	P ₂ O ₅	F	степень обесфтор. %	K ₂ O
	Осадитель – K ₂ SO ₄				Осадитель – K ₂ HPO ₄			
20	20,925	0,064	94,71	0,706	22,056	0,040	96,69	0,685
30	20,918	0,083	93,14	0,721	22,050	0,055	95,45	0,698
40	20,913	0,095	92,15	0,731	22,046	0,063	94,79	0,704
50	20,896	0,135	88,84	0,764	22,026	0,110	90,90	0,743
60	20,835	0,285	76,44	0,888	21,960	0,263	78,26	0,869

В случае использования сульфата калия в осадке дополнительно присутствует дигидрат сульфата кальция. Результаты химического анализа подтверждены данными рентгенофазового анализа.

Таким образом оптимальными условиями процесса обесфторивания ЭФК сульфатом и гидрофосфатом калия в присутствии диоксида кремния следует признать следующие: норма солей калия – 120-130%, температура процесса обесфторивания – 70-80°C, продолжительность

процесса – 20-30 мин, температура отстаивания – 20-30°C, продолжительность отстаивания – не менее 90 мин.

Таким образом, степень обесфторивания ЭФК из термоконцентрата ЦК сульфатом и гидрофосфатом калия в присутствии оксида кремния составляет 91-95%. Эти данные приближаются к теоретически возможному пределу. Полученная степень обесфторивания является вполне приемлемой для внедрения данной технологии в промышленное производство.

Список литературы:

1. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов. / Винник М.М., Ермакова Л.Н., Зайцев Г.И. – М.: Химия, 1975. – 218 с.
2. Хужамкулов С.З., Асамов Д.Д., Бардин С.В., Мирзакулов Х.Ч. Обесфторивание экстракционной фосфорной кислоты солями натрия // Химия и химическая технология. – Ташкент, 2008. - № 2. –С. 16-19.
3. Хужамкулов С.З., Меликулова Г.Э., Мирмусаева К.С., Мирсаидов М.Х., Мирзакулов Х.Ч. Исследование процессов получения кремнефторида натрия из экстракционной фосфорной кислоты на основе фосфоритов Центральные Кызылкумов // Химическая технология. Контроль и управление. – Ташкент, 2016. - №1. – С. 34-40.
4. Шарилов Т.В., Мустафин А.Г. Разработка технологии производства кремнефтористого натрия на основе содо-бикарбонатной суспензии // Химическая промышленность сегодня. – Москва, 2011. - № 10. – С. 30-38.
5. Шаяхметов Д.И., Шарилов Т.В., Мустафин А.Г. Получение фторида натрия из побочного продукта производства ЭФК // Отраслевой научно-производственной конференции. – Уфа, 2013. – С. 72-73.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научный журнал

**UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№ 2(59)
Февраль 2019

Свидетельство о регистрации СМИ: ПИ № ФС 77 – 66236 от 01.07.2016
Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 – 54434 от 17.06.2013

Подписано в печать 25.02.19. Формат бумаги 60х84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 6,25. Тираж 550 экз.

Издательство «МЦНО»
125009, Москва, Георгиевский пер. 1, стр.1, оф. 5
E-mail: mail@7universum.com
www.7universum.com

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