7universum.com

UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научный журнал

Издается ежемесячно с декабря 2013 года

Является печатной версией сетевого журнала

Universum: технические науки

Выпуск: 8(53)

Август 2018

Москва
2018

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. – № 8(53). М., Изд. «МЦНО», 2018. – 72 с. – Электрон. версия печ. публ. – <http://7universum.com/ru/tech/archive/category/853>

ISSN (печ.версии): 2500-1272

ISSN (эл.версии): 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2018.53.8

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2018 г.

Содержание

Безопасность деятельности человека	5
ОФИСНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО: СЕРВИС БЕЗОПАСНОСТИ	5
Мишустин Михаил Тимофеевич	
Бурак Василий Евгеньевич	
Машиностроение и машиноведение	9
УПРАВЛЕНИЕ ТОЧНОСТЬЮ ОБРАБОТКИ ЭВОЛВЕНТНОГО ПРОФИЛЯ ПО ВЫСОТЕ	9
ЗУБА КОЛЕСА	
Мардонов Бахтиёр Тешаевич	
Технология продовольственных продуктов	13
ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЛУФАБРИКАТОВ	13
ФРУКТОВЫХ И ОВОЩНЫХ СОУСОВ И РАЗРАБОТКА ШКАЛЫ ЧАСТНЫХ КАЧЕСТВ	
Атаханов Шухратжон Нуритдинович	
Дадамирзаев Музаффар Хабибуллаевич	
Акрамбоев Расулжон Адашевич	
Маллабоев Одилжон Тохиржанович	
Исраилов Рустам Ибрагимович	
ПИЩЕВЫЕ ДОСТОИНСТВА, ПРЕДПОСЫЛКИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ	17
КАПЕРСОВ	
Ниезов Хусан Ниезович	
Додаев Кучкор Одилевич	
Ахмедова Захро Рахматовна	
Химическая технология	20
ОЧИСТКА ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ ИЗ МЫТОГО ОБОЖЖЕННОГО	20
ФОСФОКОНЦЕНТРАТА С ПОМОЩЬЮ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ	
Каршиев Бекзод Носирович	
Кахаров Эркинжон Махмуджонович	
Намазов Шафоат Саттарович	
Сейтназаров Атаназар Рейпназарович	
ПОЛУЧЕНИЕ ХЛОРИРОВАННОГО ПОЛИАЦЕТИЛЕНА НА ОСНОВЕ ПОЛИАЦЕТИЛЕНА	28
И ГАЗООБРАЗНОГО ХЛОРА	
Сафаров Тойир Турсунович	
Мирзакулов Холтура Чориевич	
Бекназаров Хасан Сойибназарович	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ОБЕСФТОРЕННОГО	33
МОНОКАЛЬЦИЙФОСФАТА ИЗ ФОСФОРИТОВ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ	
Мирзакулов Холтура Чориевич	
Шаймарданова Мохичехра Алмардановна	
Меликулова Гавхар Эшбоевна	
Хужамкулов Сахомиддин Зоирович	
ИССЛЕДОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ	37
Джахонгирова Гулноза Зинатуллаевна	
Акбарова Нодира Абдувасиковна	
Агзамова Нозима Атабековна	
ОДНОСТОРОННИЕ ФОСФОРНЫЕ УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ РАЗЛОЖЕНИЯ	41
ЗАБАЛАНСОВОЙ РУДЫ ФОСФОРИТОВ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ УПАРЕННОЙ	
ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТОЙ В ЖИДКОФАЗНОМ РЕЖИМЕ	
Нуъмонов Бахтиёржон Омонжонович	
Холмуродов Жамшидбек Эркинович	
Алимов Умарбек Кадырбергенович	
Намазов Шафаат Саттарович	
Отабоев Хусан Абдусобирович	
ТЕРМИЧЕСКИЕ И РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЕ СВОЙСТВА	49
МИКРОЭЛЕМЕНТСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ	
Уктамов Дилмурод Аминжанович	
Таджиев Сайфиддин Мухиддинович	

КОЛЛАГЕН – КОМПОНЕНТ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ОГНЕЗАЩИТНОЙ ОБРАБОТКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	56
Йулдошева Озода Мухаммадсодик Кизи	
Хакимова Мукаддас Шамуратовна	
Рейимов Азимбай Файзуллаевич	
Рафиков Адхам Салимович	

Энергетика	60
-------------------	-----------

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕНЕРАЦИИ ВТОРОЙ ГАРМОНИКИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СОЛНЕЧНЫХ ЛУЧЕЙ	60
Насиров Тулкун Закирович	
Юсупов Джавдат Бакиджанович	
Хожиев Фаррух Аминович	
Маматкосимов Мирзасултон Абдураимович	
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ	67
Ковалев Алексей Анатольевич	
Старцев Иван Михайлович	
Шаюхов Тимур Талгатович	

БЕЗОПАСНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**ОФИСНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО: СЕРВИС БЕЗОПАСНОСТИ****Мишустин Михаил Тимофеевич***Генеральный директор ООО «АМ-стандарт»**РФ, г. Москва**E-mail: Mikhail.mishustin@mtm-net.ru***Бурак Василий Евгеньевич***канд. с.-х. наук, доцент, руководитель испытательной лаборатории ООО «АМ-стандарт»**РФ, г. Москва**E-mail: web_b@rambler.ru***OFFICE WORKPLACE: SECURITY SERVICE****Mikhail Mishustin***CEO, AM-standard Limited Liability Company**Russia, Moscow***Vasily Burak***Head of testing laboratory, AM-standard Limited Liability Company candidate of agricultural sciences,**Associate Professor**Russia, Moscow***АННОТАЦИЯ**

Необходимость проведения лабораторных исследований при оценке условий труда офисных работников часто подвергается сомнению. Основанием служит утверждение, что в офисах не может быть вредных и опасных производственных факторов. В статье опровергается это мнение. Работа в офисах оказывает негативное действие на работника, вплоть до появления специфических заболеваний вследствие нарушения санитарно-гигиенических нормативов, режима труда и отдыха, а также под влиянием социальных и психоэмоциональных факторов. Предложен полный сервисный набор лабораторных исследований, позволяющий в комплексе оценить условия труда на офисном рабочем месте.

ABSTRACT

The need for laboratory research in assessing the working conditions of office workers is often questioned. The basis is the statement that in offices there can be no harmful and dangerous production factors. The article refutes this opinion. The work in offices influences an employee in a negative way causing the emergence of specific diseases due to violations of sanitary and hygienic standards, the regime of work and leisure, as well as under the influence of social and psycho-emotional factors. A full service set of laboratory studies is offered, which makes it possible to assess the working conditions at the office workplace completely.

Ключевые слова: офис, офисное рабочее место, исследование (измерение) факторов производственной среды, производственный контроль.

Keywords: office, office workplace, research (measurement) of factors of the production environment, production control.

В последнее время широкое распространение в сфере охраны труда получили понятия «офис» и «офисное рабочее место».

Офис (англ. office) – нежилое помещение, в котором работают служащие. Несколько ранее такие помещения назывались конторами (нем. Kontor).

В международной практике бизнес-операций существует классификация офисной недвижимости, по которой выделяют три класса (А, В, С) в зависимости от местоположения и комфортности помещений [1].

В отечественной практике критериям этой классификации соответствуют не более 20% помещений.

Однако и все остальные в настоящее время называют офисами, а рабочие места – офисными.

Нормативная база по охране труда на данный момент времени не разъясняет понятие «офисное рабочее место».

С учётом нововведений и формулировок принятой в 2014 году «Методики проведения специальной оценки условий труда ...» [2], можно считать что **офисное рабочее место – рабочее место служащего** в т. ч. инженерно-технического работника, на котором ни в одной зоне не используется им производственное оборудование, за исключением персональных компьютеров и (или) аппаратов копировально-множительной техники для внутренних нужд, иной офисной оргтехники, а также бытовой техники, не используемой в технологическом процессе производства.

Многие руководители и специалисты считают, что на офисных рабочих местах (раз они «офисные») «вредностей» нет. Опыт практических исследований показывает, что это не так.

Здоровье офисных работников, полный рабочий день находящихся в помещении, подвергается не только действию вредных и опасных производственных факторов, таких как шум, освещение, микроклимат, но и весьма специфических, характерных для замкнутых пространств с искусственно регулируемым микроклиматом и особыми формами психоэмоциональных нагрузок.

Медицинская статистика свидетельствует – заболеваемость офисных работников несколько не ниже, чем заболеваемость иных работников, а диагностирование и их лечение представляет особую сложность.

С учётом вышеизложенного, **цель** проведения настоящих исследований формулируется как сохранение здоровья наёмных работников в условиях офисных помещений.

Объект исследований – помещения в офисной недвижимости классов А – F по [1].

Методологическая основа – совокупность действующих санитарно-гигиенических нормативов и методик проведения исследований в области охраны труда.

Актуальность исследований определяется значительным количеством офисных работников в структуре должностей (профессий) и необходимостью заботы об их здоровье.

Задачи:

1. Дать оценку нормативной документации о необходимости проведения лабораторных исследований условий труда в офисных помещениях.

2. Предложить полноценный сервисный набор лабораторных исследований (измерений) для офисных помещений.

Результаты исследований.

Вопрос необходимости проведения лабораторных исследований (измерений) условий труда для офисных работников актуален как никогда в связи с введением специальной оценки условий труда [3] и необходимостью расчётов профессиональных рисков.

Нормативная документация по охране труда содержит неоднозначную информацию на эту тему.

В частности, в письме Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителя и благополучия человека «О типовых программах производственного контроля» от 13.04.2009 г № 01/4801-9-32 [4] перечислены 28 объектов, на которых не требуется выполнение лабораторно-инструментальных исследований в рамках производственного контроля. Это - кинотеатры, спортивные комплексы, объекты розничной торговли непродовольственными товарами и т.д. В т.ч. названы «офисные помещения».

Вместе с тем ряд нормативных документов требует неукоснительного обеспечения нормальных условий труда для всех работников:

1. Конституция Российской Федерации [5].

В ст.37 сказано: «Каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены...». Одним из методов оценки соответствия указанным требованиям, который невозможно заменить другими методами, является проведение лабораторных исследований (измерений) условий производственной среды.

2. СП 1.1.1058-01 «Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» (утв. Главным санитарным врачом РФ 10.07.2001г) [6].

В п.2.3. определены объекты производственного контроля. Это производственные, общественные помещения, здания, сооружения, ... рабочие места, используемые для выполнения работ. И далее в п. 2.4. - производственный контроль включает «осуществление (организацию) лабораторных исследований и испытаний в случаях, установленных настоящими санитарными правилами и другими государственными санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами». Из сказанного следует, что данный документ по офисным помещениям с ПЭВМ однозначно отсылает нас к указанному ниже СанПиН [6].

3. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» [7].

В разделе 14 «Требования к проведению государственного санитарно-эпидемиологического надзора и производственного контроля» определено, что для офисных рабочих мест с ПЭВМ «инструментальный контроль ... осуществляется в соответствии с действующей нормативной документацией».

Указанные нормативные документы показывают, что **проведение инструментальных исследований является необходимым условием для полноценного производственного контроля в офисных помещениях.**

Анализ причин заболеваемости офисных работников показал, что они подразделяются на три основные группы – заболевания, вызванные неблагоприятными физическими, химическими и биологическими факторами, обусловленными недостатками в работе

инженерных систем, заболевания, связанные с нарушениями режима труда и отдыха, а также социальными и психоэмоциональными факторами личности, коллектива и общества (таблица 1).

Таблица 1.

Основные виды заболеваний офисных работников

№ п/п	Основные виды заболеваний
1	Остеохондроз и др. скелетно-мышечные заболевания
2	Головная боль, мигрени
3	Сердечно-сосудистые заболевания
4	Заболевания желудочно-кишечного тракта
5	Заболевания дыхательной системы
6	Заболевания органов малого таза, геморрой
7	Варикозное расширение вен, тромбофлебит
8	Ожирение
9	Туннельный синдром (синдром компьютерной мыши)
10	Синдром «сухого глаза»
11	Снижение остроты и качества зрения (в т.ч. близорукость, дальнозоркость)
12	Синдром профессионального выгорания
13	Сонливость
14	Депрессия
15	Синдром хронической усталости
16	Аллергия
17	Пограничное состояние психики (пограничные психические расстройства)

Биологическая предрасположенность к тем или иным заболеваниям, влияние условий внешней среды, в т.ч. социально-экономической обстановки в государстве (работа в режиме санкций и т.п.) могут усиливать действие неблагоприятных офисных факторов.

Часть факторов, указанных выше, может быть подвергнута регулированию инженерными методами.

Так, например, в офисных помещениях класса А и В практически полностью регулируются параметры микроклимата, запылённости и, в определённой степени, содержание в воздухе вредных химических веществ и биологических объектов. В помещениях иных классов достаточно часто наблюдаются отклонения от гигиенических нормативов.

Проанализировав весь спектр условий труда офисных работников и причины заболеваемости, мы пришли к необходимости предложить перечень основных лабораторных исследований, позволяющий контролировать нарушения санитарно-гигиенических нормативов:

1. Микроклимат (температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха).

2. Шум (эквивалентный уровень звука).

3. Освещение (КЕО, освещённость, коэффициент пульсации, яркость, неравномерность яркости рабочего поля экрана, объединённый показатель дискомфорта).

4. ЭМИ (напряжённость переменного магнитного поля промышленной частоты (50 Гц), напряжённость переменного электрического поля промышленной частоты (50 Гц), напряжённость магнитного и электрического полей в диапазоне от 5 Гц до 400кГц.

5. Статическое электричество (напряжённость электростатического поля).

6. АПДФ (пыль растительного и животного происхождения с примесью диоксида кремния от 2 до 10%).

7. Химические вещества от офисной техники, мебели, отделочных материалов (озон, азота оксид, аммиак, стирол, ацетон, селенистый водород, эпихлоргидрин, кислоты, бензин, этилена оксид, формальдегид, бензол, фенол и т.д.).

8. Микробиологическое загрязнение систем вентиляции и очистки воздуха (сальмонеллёз, легионеллёз, общее микробное число, дрожжи, бактерии группы кишечных палочек, плесень).

9. Токсичность воздуха (интегральный показатель позволяющий оценить степень проявления вредного действия разнообразных химических соединений и их смесей в воздухе офисных помещений).

10. Аэроионы (аэроионный состав воздуха).

11. Цветная осадочная реакция Кимбаровского (экспресс-метод диагностики предпатологического состояния здоровья работников, факультативно).

Выбор факторов производственной среды для исследований (измерений) в конкретных условиях осуществляется исходя из:

- особенностей помещения, набора офисной техники, расположения рабочих мест и т. д.;
- предписаний контролирующих органов;
- пожеланий и жалоб сотрудников офиса;
- рекомендаций и указаний, содержащихся в нормативной документации.

Заболеваемость офисных работников, вызванная нарушениями условий труда и отдыха, а также различными социальными и психоэмоциональными

факторами также подлежат исследования. Для этого применяются специфические методы, такие как анализ статистических данных, фотография рабочего дня, анкетирование, исследование показателей тяжести и напряжённости трудового процесса.

Т.о. для практического осуществления исследований (измерений) факторов производственной среды и трудового процесса на офисных рабочих местах следует применять специфический подход, сочетающий в себе все требования законодательства и

здоровый смысл, позволяющий решить вопросы, не урегулированные нормативными документами или имеющие по этим документам разнонаправленные требования.

В общем виде сервисный набор необходимых исследований по основным производственным факторам для офисных помещений классов А-Е можно представить следующим образом (таблица 2).

Таблица 2.

Рекомендуемый перечень исследований (измерений) факторов производственной среды для офисных помещений

№ п/п	Класс офисных помещений	Показатели										
		1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	А					+			+	+	+	+
2	В			+		+			+	+	+	+
3	С	+		+		+	+		+	+	+	+
4	Д	+	+	+	+	+	+	+	+			+
5	Е	+	+	+	+	+	+	+		+		+
6	Е	+	+	+	+	+	+	+		+		+

Примечание: * - нумерация показателей дана по представленному выше перечню.

Указанные исследования (измерения) могут выполнять действующие в законном порядке лаборатории, имеющие в своей области аккредитации необходимые показатели. По результатам анализов выдаются протоколы.

Выводы:

1. Проведение исследований (измерений) по выбранным факторам должно осуществляться в рамках производственного контроля с учётом действующей нормативной документации.

2. Выбор факторов производственной среды для проведения лабораторных исследований (измерений) определяется, прежде всего, техническими особенностями офисного помещения.

Список литературы:

1. Стерник Г.М. Классификация офисной недвижимости // [Электронный ресурс]. URL: http://www.realtymarket.ru/docs/met_14.htm (дата обращения: 31.07.2018).
2. Об утверждении «Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению»: Приказ Минтруда России от 24.01.2014г № 33н; ред. от 14.11.2016г: Зарегистрировано в Минюсте России 21.03.2014г № 31689 // [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 31.07.2018).
3. О специальной оценке условий труда: федер. закон РФ от 28.12.2013 г № 426-ФЗ; ред. от 01.05.2016г // [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 31.07.2018).
4. О типовых программах производственного контроля: Письмо Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителя и благополучия человека от 13.04. 2009г № 01/4801-9-32. // [Электронный ресурс]. URL: http://www.csmrm.ru/userfiles/Pismo_01_4801-9-32.pdf (дата обращения: 31.07.2018).
5. Конституция Российской Федерации. – М.: Айрис Пресс. – 2017. – 64с.
6. СП 1.1.1058-01. Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий (утв. Главным санитарным врачом РФ 10.07.2001г) // [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 31.07.2018).
7. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы (утв. Главным санитарным врачом РФ 30.05.2003г) // [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 31.07.2018).

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

УПРАВЛЕНИЕ ТОЧНОСТЬЮ ОБРАБОТКИ ЭВОЛЬВЕНТНОГО ПРОФИЛЯ
ПО ВЫСОТЕ ЗУБА КОЛЕСА

Мардонов Бахтиёр Тешаевич

канд. тех. наук, доцент, Навоийский государственный горный институт,
кафедра Технологии машиностроения,
210100, Узбекистан, Навои, пр. Галаба, 170
E-mail: mbt69@mail.ru

CONTROLLING THE ACCURACY OF PROCESSING THE INVOLUTE PROFILE
OF THE HEIGHT OF THE GEAR TOOTH WHEELS

Baxtiyor Mardonov

Associate professor, Navoi State Mining Institute, Department of Technology of mechanical engineering,
210100, Uzbekistan, Navoi, Galaba ave., 170

АННОТАЦИЯ

В данной статье приводятся возможность управления технологическими факторами и повышения надежности технологического процесса зубообработки путем комплексного управления точностью обработки на основе функциональных зависимостей систематических технологических факторов и отклонений параметров зубчатых колес, где аргументом функциональных зависимостей является отклонение единого параметра зубчатых колес – отклонение радиусов эвольвент профилей.

ABSTRACT

This article describes the possibilities controlling technological factors and increasing the reliability of the technological process of tooth processing through integrated management accuracy processing based on the functional dependencies of systematic technological factors and deviations of the parameters of gears, where the argument of functional dependencies is the deviation of a single parameter of the gears deviation of the radius of the involute profiles.

Ключевые слова: зубчатые колеса, эвольвентная поверхность зубьев, шероховатость, твердость, расположение припусков, управление точностью обработки, управление технологическими факторами.

Keywords: toothed wheels, involute tooth surface, roughness, hardness, positioning of allowances, control of the accuracy of processing, management of technological factors.

Погрешность профиля зуба колеса можно оценивать не только по величине отклонения от эвольвенты, но и по характеру изменения величины отклонения по высоте зуба. Нами было установлено, что каждый систематический технологический фактор приводит к образованию погрешности профиля с определенным характером изменения по высоте профиля зуба колеса [1].

В основу поиска доминирующего технологического фактора по структурной схеме, приведенной на рис.1. положен регрессионный анализ исследования связей между величинами погрешностей профиля f_{jr} в каждом угловом положении по высоте зуба с полнее определенными значениями f_f , которые должны образоваться от действия одного из доминирующих технологических факторов. Такой подход к

поиску технологических факторов позволил выявлять систематические технологические факторы и управлять влиянием отдельных из них на величину и характер изменения f_{jr} по высоте зуба.

При зубообработке обкатным-инструментом (шевером-прикатником) доминирующим технологическим фактором, вызывающим погрешность эвольвентного профиля, нередко является радиальное биение j . Радиальное биение шевера-прикатника приводит к образованию погрешностей профилей с синусоидальным законом изменения. Характер расположения погрешности профиля по высоте зуба зависит от взаимного фазового положения направления геометрического эксцентриситета относительно режущей гребенки, расположенной в калибрующей плоскости.

При исследованиях факторов, вызывающих погрешности профилей, учеными и производственными работниками основное внимание уделялось расчетам и определению абсолютных значений f_{fr} , характеризующихся по ГОСТ 1643-81 как расстояние по нормам между двумя ближайшими друг к другу номинальными торцовыми профилями зуба, между которыми размещается действительный торцовый активный профиль зуба зубчатого колеса.

Исследования значений и характера расположения погрешностей профилей по высоте зуба в зависимости от фазы действия различных систематических технологических факторов.

Для решения проблемы управления точностью зубообработки необходимо было решить вопросы, связанные с управлением величиной и характером расположения погрешностей профилей.

Ниже описаны результаты исследований по управлению точностью профилей зубьев зубчатых колес.

Управление характером расположения погрешностей профилей было проведено при зубообработке прямозубых цилиндрических колес обкатными инструментами.

Таблица 1.

Параметры технологической настройки при зубообработке прямозубых цилиндрических зубчатых колес

Номер партии	Параметры колеса		Заданные радиальные биения обкатного инструмента	Теоретическое значение	Угол развернутости между	Номер установки	Осевые перемещения обкатного инструмента	Сторона профиля зуба	Теоретические значения угловых положений точек	
	2	3							10	11
I	4	17	0,20	73	10°36'	1		Лев	15° 33'	26°09'
								Прав	15° 33'	26°09'
						2		Лев	26°09'	15° 33'
								Прав	26°09'	15° 33'
						3		Лев	20°51'	31°027'
								Прав	20°51'	31°027'
						4		Лев	15° 33'	26°09'
								Прав	15° 33'	26°09'
II	4	23	0,24	87	7°30'	1		Лев	16°56'	24°046'
								Прав	16°56'	24°046'
						2		Лев	13°01'	20°041'
								Прав	13°01'	20°041'
						3		Лев	24°046'	16°056'
								Прав	24°046'	16°056'
III	3	45	0,10	36	4°	1		Лев	18°0'	22°0'
								Прав	18°0'	22°0'
						2		Лев	16°0'	20°0'
								Прав	16°0'	20°0'
						3		Лев	18°0'	22°0'
								Прав	18°0'	22°0'
IV	4	23	0,06	22	7°50'	1		Лев	16°56'	24°046'
								Прав	16°56'	24°046'
						2		Лев	13°01'	20°041'
								Прав	13°01'	20°041'
						3		Лев	24°046'	16°056'
								Прав	24°046'	16°056'

Управление осуществлялось путем изменения фазового положения направления геометрического эксцентриситета относительно режущей гребенки. В таблице 1 приведены значения параметров технологической настройки при зубообработке прямозубых цилиндрических зубчатых колес. Значения радиальных биений настраивались с помощью специальных

эксцентричных втулок, а также теоретические значения погрешности профиля, развернутости угла между min и max и также теоретические значения угловых положений точек профилей с отклонениями min и max для каждой из осевых установок обкатного инструмента.

Таблица 2.

Результаты экспериментальных исследований по управлению характером расположения погрешностей профилей зубьев

Номер партии	Номер установки	Сторона профиля зуба	Действительные значения угловых положений точек в градусах		Отклонения угловых положений от теор. значений		Значение	Отклонения от теор. значений в %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	1	лев	16	25	0°27	1°9	73	0
		прав	15	26	0°33	0°9	64	12,3
	2	лев	15	26	0°33	0°9	74	1,3
		прав	15	26	0°33	0°9	65	10,9
	3	лев	21	31	0°51	0°27	63	13,7
		прав	31	21	0°27	0°51	55	24,4
	4	лев	31	21	0°27	0°51	75	2,6
		прав	21	31	0°51	0°33	70	3,9
II	1	лев	15	22	1°56	2°46	83	4,6
		прав	17	25	0°04	0°14	84	3,4
	2	лев	11	19	2°1	1°41	87	0
		прав	21	12	0°19	1°1	80	8,0
	3	лев	13	16	1°46	1°56	68	24,1
		прав	24	15	0°46	1°56	68	25,2
III	1	лев	16	24	1°	2°	23	36,1
		прав	18	24	0°	2°	17	52,8
	2	лев	20	14	0°	2°	31	13,3
		прав	14	22	2°	2°	23	36,1
	3	лев	24	16	2°	2°	21	41,7
		прав	24	18	2°	0°	24	33,3
IV	1	лев	19	26	2°4	1°14	24	9,1
		прав	19	26	2°4	1°14	19	13,6
	2	лев	14	22	0°59	1°19	21	4,5
		прав	22	16	1°19	2°59	37	68,7
	3	лев	26	19	1°14	2°14	16	27,2
		прав	225	19	0°14	2°14	24	18,2

В таблице 2 приведены результаты экспериментальных исследований по управлению характером расположения погрешностей профилей зубьев зубчатых колес. В таблице приведены действительные значения угловых положений точек профилей с отклонениями *min* и *max*, значения погрешностей профилей, а также сравнительные данные между заданным теоретическим и полученным в действительности угловыми положениями экстремальных точек и величинами погрешностей профилей.

Из сравнительных данных в таблице 2 видно, что угловые положения точек с экстремальными отклонениями погрешностей профилей, полученные экспериментальными исследованиями, практически совпадают с рассчитанными теоретическими значениями. Из таблицы также видно, что величины погрешностей профилей полученных экспериментальным путем при заданном радиальном биении зубообрабатывающего инструмента для большинства случаев практически близки к теоретическим значениям погрешностей профилей для тех же значений радиальных биений инструмента.

V_{prfn}, V_{prfn} – отклонение радиусов эвольвент
 левых и правых профилей по высоте зуба
 Π – суммарная погрешность инструмента

e_{pi} – геометрический эксцентриситет
 e_{ti} – торцовый эксцентриситет
 f_{pi} – колебание радиальных отжатий фрезерного шпинделя
 f_{ti} – колебание торцовых отжатий фрезерного шпинделя

Рисунок 1. Структурная схема поиска доминирующих технологических факторов, вызывающих отклонения радиусов эвольвент по высоте профиля зуба колеса

Наблюдаемая разница в величинах погрешностей профилей, которая имела место в отдельных случаях, объясняется, по-видимому, нестабильностью процесса резания при зубообработке.

Результаты экспериментальных исследований показали, что при зубообработке обкатными инструментами можно получить заданный характер расположения погрешности профилей путем управления величиной и фазовым положением биения обкатного инструмента.

Экспериментальными исследованиями установлено также, что возможно решение обратной задачи – по характеру изменения погрешности профиля, по

высоте зуба путем регрессионного анализа определить доминирующий систематический технологический фактор.

Выводы

1. Экспериментальные исследования регрессионных связей, смоделированных при заданной величине и фазовом положении радиального биения шевра-прикатника, показали;

а) расхождения по величине отклонения при радиальном биении $a = 0,20$ мм были в среднем равны 9%. При $a = 0,06$ мм были равны 29%.

б) расхождения углов развернутости точек с экстремальными значениями отклонений радиусов эвольвент лежала в пределах $\pm 1^\circ$.

Список литературы:

1. Аликулов Д.Е. Исследование влияния центрирования червячных фрез на точность нарезаемых зубчатых колес. – Дис...канд.техн.наук. – Ташкент, 1966. – 268 с.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ**ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЛУФАБРИКАТОВ
ФРУКТОВЫХ И ОВОЩНЫХ СОУСОВ И РАЗРАБОТКА ШКАЛЫ ЧАСТНЫХ КАЧЕСТВ**

Атаханов Шухратжон Нуритдинович

канд. техн. наук, Наманганский инженерно-строительный институт,
160003, Республика Узбекистан, Наманганская область, г. Наманган, ул. И. Каримова, 12
E-mail: atahanovshn@mail.ru

Дадамирзаев Музаффар Хабибуллаевич

преподаватель, Наманганский инженерно-строительный институт,
160003, Республика Узбекистан, Наманганская область, г. Наманган, ул. И. Каримова, 12
E-mail: d_muzaffar@inbox.ru

Акрамбоев Расулжон Адашевич

ст. преподаватель, Наманганский инженерно-строительный институт,
160003, Республика Узбекистан, Наманганская область, г. Наманган, ул. И. Каримова, 12

Маллабоев Одилжон Тохиржанович

преподаватель, Наманганский инженерно-строительный институт,
160003, Республика Узбекистан, Наманганская область, г. Наманган, ул. И. Каримова, 12
E-mail: omallabayev@mail.ru

Исраилов Рустам Ибрагимович

канд. экон. наук, Наманганский инженерно-технологический институт,
160115, Республика Узбекистан, Наманганская область, г. Наманган, ул. Касансай, 7

**INVESTIGATION OF ORGANOLEPTIC INDICATORS OF SEMI-FINISHED FRUITS
AND VEGETABLE SAUCES AND DEVELOPMENT OF THE SCALE OF PRIVATE QUALITY**

Shukhratjon Atakhanov

candidate of technical sciences, Namangan Engineering-Construction Institute,
160003, Republic of Uzbekistan, Namangan region, Namangan, I. Karimova, 12

Muzaffar Dadamirzaev

teacher, Namangan Engineering-Construction Institute,
160003, Republic of Uzbekistan, Namangan region, Namangan, I. Karimova, 12

Rasuljon Akramboev

Art. teacher, Namangan Engineering-Construction Institute,
160003, Republic of Uzbekistan, Namangan region, Namangan, I. Karimova, 12

Odiljon Malaboev

teacher, Namangan Engineering-Construction Institute,
160003, Republic of Uzbekistan, Namangan region, Namangan, I. Karimova, 12

Rustam Israilov

Cand. econ. Sciences, Namangan Engineering-Construction Institute,
160115, Republic of Uzbekistan, Namangan region, Namangan, Kasansay, 7

АННОТАЦИЯ

В статье дается подробный анализ органолептических показателей соусов. Приведены технологии приготовления новых полуфабрикатов овощных и фруктовых соусов. Разработана шкала частных качеств для новых полуфабрикатов, и раскрыты преимущества организации централизованного производства полуфабрикатов соусов для снабжения ими предприятий общественного питания.

ABSTRACT

The article provides a detailed analysis of the organoleptic parameters of sauces. The technology of preparation of new semi-finished products with vegetable and fruit sauces is given. A scale of particular qualities for new semi-finished products has been developed and the advantages of organizing a centralized production of semi-finished sauces for supplying them to public catering establishments are disclosed.

Ключевые слова: полуфабрикат, овощной соус, фруктовый соус, вторичное сырье, сахар-песок, мед, мука.

Keywords: semi-finished product, vegetable sauce, fruit sauce, secondary cheese, granulated sugar, honey, flour.

Правительством Республики Узбекистан в первые годы ее независимости особое внимание уделялось развитию сельского хозяйства. Внедрение новейших агротехнологий выращивания в садоводство и овощеводство начало давать результаты – сегодня в стране получают огромное количество плодового и овощного сырья.

Созревание плодов и овощей носит сезонный характер, и во время сбора урожая цены на эти виды сырья снижаются. А из-за отсутствия технологии переработки и хранения большая часть урожая практически не перерабатывается и пропадает.

Еще одной из проблем является недостаточное обеспечение населения лечебными продуктами и употребление ими плодов и овощей. По нашему мнению, эту проблему можно решить с помощью сети общественного питания, включив в рацион различные фруктовые и овощные соусы. Как показал анализ меню сети кафе, ресторанов и столовых, в настоящее время ассортимент потребляемых фруктовых и овощных соусов очень узок. С нашей точки зрения, это связано с тем, что соусы используют как наполнитель и в малых количествах, а технология приготовления трудоемкая и требует много времени.

Но добавление соусов даже в малых количествах способствует повышению пищевой ценности потребляемых блюд. Соусы обогащают пищу белком, углеводами, минеральными веществами, пищевыми волокнами. А иногда и скрывают маленькие недоработки поваров. Соусы придают блюдам сочность, особый вкус и аромат, часто обогащают состав блюд и повышают их калорийность. Соусы также улучшают органолептические показатели, вкус, запах, цвет, внешний вид и консистенцию потребляемых блюд. Они возбуждают аппетит и способствуют лучшему усвоению основных продуктов блюд. Обусловлено это содержащимися в них экстрактивными ароматическими и вкусовыми веществами, которые возбуждают секрецию пищеварительных желез.

Из всего вышесказанного следует, что соусы по органолептическим показателям должны отвечать требованиям соответствующих стандартов. При оценке органолептических показателей соусы оценивают по следующим показателям: внешнему виду (в том числе по цвету), консистенции, запаху и вкусу.

Внешний вид соусов – общее зрительное впечатление, и оно в практике имеет решающее физиологическое и психологическое значение.

Несоответствие внешнего вида стандартам свидетельствует о небрежном приготовлении или хранении соусов, а появление несвойственного цвета может указывать на их порчу.

Консистенция является основным показателем качества соусов. Ее определяют по следующим характеристикам: агрегатному состоянию (жидкая, твердая), степени однородности (однородная, хлопьевидная, творожистая), механическим свойствам (хрупкая, эластичная, упругая, пластичная) и др. – с помощью зрительного впечатления (жидкая, пюреобразная) или органов осязания. Консистенция различных продуктов характеризуется несколькими параметрами.

Запах – ощущения, возникающие при возбуждении обонятельных рецепторов. В кулинарной практике различают аромат – естественный привлекательный запах, соответствующий исходному продукту, и букет – запах, формирующийся в процессе технологической переработки продукта под влиянием сложных химических превращений.

Запах, не свойственный данному виду продукта, свидетельствует о его порче при хранении или нарушении технологии приготовления.

По органолептическим показателям соусы должны соответствовать требованиям стандартов и технических условий. По внешнему виду соусы должны иметь вид однородной массы, без пленок и жира на поверхности, т. к. неоднородная консистенция ухудшает внешний вид блюд и снижает вкусовые качества пищи, а появление пленок и жира на поверхности ухудшает вкусовые качества блюда. Фрукты и овощи, использованные для приготовления соусов, должны быть равномерно в них распределены. Цвет соусов должен соответствовать требованиям нормативно-технической документации. Консистенция соусов должна быть жидкой, поскольку их применение делает блюдо сочным. Компоненты, входящие в состав соусов, находятся в легкоусвояемой форме, вследствие чего соусы усваиваются организмом без дополнительных энергетических затрат. Запах соусов должен соответствовать исходному сырью, используемому для приготовления соусов, с ароматом приправ и специй.

С учетом вышеприведенных условий нами были разработаны технологии приготовления полуфабрикатов овощных и фруктовых соусов.

Технология приготовления полуфабриката томатного соуса включает варку бульона для соусов (1) и пассеровку подготовленных овощей на этом бульоне, добавление томатной пасты и пюре красного перца, параллельно с этим пассеруют муку до 110-120°C, охлаждают и добавляют к ней сахар-песок и поваренную соль, полученную смесь разводят охлажденным бульоном, а смесь пассерованных овощей, томатной пасты и пюре красного перца протирают, после чего все подготовленные компоненты перемешивают до получения однородной консистенции, расфасовывают в белкозиновые оболочки и охлаждают.

Разработаны технологии полуфабрикатов безглютинового овощного, морковного и тыквенного соусов.

При приготовлении полуфабриката абрикосового соуса абрикосы моют, инспектируют, удаляют косточки, половинки выдерживают в слабом растворе аскорбиновой кислоты, после чего нагревают и отделяют сок и мякоть. В отделившемся соке растворяют крахмал и вводят, перемешивая, сухое молоко, добавляют натуральный мед и смешивают его с мя-

котью абрикоса, затем протирают и добавляют лимонный сок, перемешивают, упаковывают в белкозиновые оболочки и охлаждают.

Из этих полуфабрикатов соусов на предприятиях общественного питания готовят производные соусов, разводя их водой в соотношении 1:3, 1:5, 1:7, перемешивают, делают тепловую обработку в течение 10-15 минут, добавляют специи.

При организации централизованного производства в связи с увеличением объемов можно запустить непрерывную производственную линию, используя серийно выпускаемое оборудование, или эти соусы-полуфабрикаты можно производить на предприятиях пищевой промышленности. При налаживании производства этих полуфабрикатов соусов будет расширен ассортимент, т. к. мы ранее подчеркивали, что соусы используют в малых количествах и рестораны или кафе, заказывая эти полуфабрикаты в различном ассортименте по 1 кг, могут подготовить в среднем 5-6 кг готового к употреблению соуса. Централизованное производство полуфабрикатов соусов также позволяет контролировать качество соусов, механизировать производственные процессы, расширить ассортимент и переработать вторичное сырье, образующееся при производстве этих полуфабрикатов.

Нами разработана шкала частных качеств полуфабрикатов соусов по степени важности (табл. 1, табл. 2).

Таблица 1.

Шкала частных качеств полуфабриката соуса томатного

№	Наименование частных качеств	Коэффициент важности	Характеристика частных качеств, балл			
			5	4	3	2
1	Внешний вид	2	Однородная масса, без пленок и жира на поверхности	Однородная масса, без пленок, наблюдается отделение жировых капель на поверхности	Однородная масса, с отдельными комочками пассерованной муки, отделившегося жира на поверхности	Неоднородная масса, с комочками пассерованной муки
2	Консистенция	1	Пастообразная, слегка вязкая	Пастообразная, вязкая	Пастообразная, уплотненная	Пастообразная, жесткая
3	Цвет	2	Темно-красный	Красный	Ярко-красный	Бледно-красный
4	Вкус, запах	5	Свойственные данному виду полуфабриката, с характерным запахом и вкусом томатов, мясного бульона	Свойственные данному виду полуфабриката, запах и вкус томатов и бульона выражены нечетко	Свойственные данному виду полуфабриката, с привкусом пассерованной муки	Свойственные данному виду полуфабриката, с резким запахом пригоревшей муки, с наличием посторонних примесей

Таблица 2.

Шкала частных качеств полуфабриката абрикосового соуса

Наименование частных качеств	Коэффициент важности	Характеристика частных качеств, балл			
		5	4	3	2
Внешний вид	2	Однородная, равномерно протертая, без частиц косточек и семян	Однородная, равномерно протертая масса, наблюдаются частицы косточек и семян	Масса с отдельными комочками крахмала, с частицами косточек и семян	Неоднородная масса, с комочками крахмала, с частицами косточек и семян
Консистенция	1	Пастообразная, слегка вязкая	Пастообразная, вязкая	Пастообразная, уплотненная	Плотная, жесткая
Цвет	2	Темно-желтый	Желтый	Светло-желтый	Желтоватый, с белым оттенком
Вкус, запах	5	Свойственные данному виду полуфабриката, с запахом и вкусом фруктов	Свойственные данному виду полуфабриката, вкус и запах фруктов выражены нечетко	Свойственные данному виду полуфабриката, с легким привкусом крахмала	Неприятный, с наличием посторонних примесей, крахмальным привкусом

Список литературы:

1. А. С. № 1734656. Способ производства концентрированного бульона для соусов.
2. Сборник рецептов блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания. – М.: Экономика, 1982. – 720 с.

ПИЩЕВЫЕ ДОСТОИНСТВА, ПРЕДПОСЫЛКИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ КАПЕРСОВ

Ниезов Хусан Ниезович

*соискатель, Ташкентский химико-технологический институт,
100011, Узбекистан, г. Ташкент, ул. Навои, 32*

Додаев Кучкор Одилович

*д-р техн. наук, проф., Ташкентский химико-технологический институт,
100011, Узбекистан, г. Ташкент, ул. Навои, 32
E-mail: dodoev@rambler.ru*

Ахмедова Захро Рахматовна

*д-р биол. наук, проф., Институт микробиологии АН РУз,
100011, Узбекистан, г. Ташкент, ул. А. Кадыри, 7*

FOOD ADVANTAGES, PRECONDITIONS FOR INDUSTRIAL PROCESSING OF KAPERS

Xusan Niyozov

*researcher Tashkent chemical-technological institute
100011, Uzbekistan, Tashkent, Navoi st., 32*

Kuchkor Dodaev

*Doctor of technical sciences, prof. Tashkent chemical-technological institute
100011, Uzbekistan, Tashkent, Navoi st., 32*

Zaxro Axmedova

*Doctor of biological sciences, prof. Institute microbiology of Academy of Sciences RUz
100011, Uzbekistan, Tashkent, A. Kadiri st., 7*

АННОТАЦИЯ

Исследованы показатели растения «*Cappari spinosa* L.», плодов, листьев и стеблей с точки зрения сырья для пищевой промышленности и источника лечебных компонентов для фармакопейной промышленности. Исследованы химический состав компонентов и некоторые аспекты технологии производства консервных изделий из цветочных бутонов, незрелых, зеленых плодов и мякоти спелых каперсов.

ABSTRACT

The parameters of the plant «*Cappari spinosa* L.», fruits, leaves and stems from the point of view of raw materials for the food industry and the source of medicinal components for the pharmacopeia industry were studied. The chemical composition of components and some aspects of the technology of production of canned goods from flower buds, immature green fruits and pulp of ripe capers are investigated.

Ключевые слова: каперсы, лист, стебель, ягода, семена, белковые вещества, жиры, масла, тиогликозиды, стероидные сапонины, рутин, аскорбиновая кислота, красящие вещества, гликозид каппаридин, алкалоид стахидрин, йод, мякоть, бутон, азотистые вещества, эфирное масло, пектин, маринады, горчично-масляные гликозиды, приправы, вяжущие свойства, мочегонные свойства, антисептические и обезболивающие свойства, кровоостанавливающие свойства, настойки, сок, стимулирующее средство, аллергия, чесотка, ипохондрия, паралич, ревматизм, бруцеллез, сахарный диабет, кора, невроз, истерия, зубная боль, раны, язва, зоб, каппаридин, бета-каротин, калий, кальций, магний, цинк, селен, медь, марганец, железо, йод, фосфор, натрий, флавонол, моцарелла, метеоризм, тошнота, онкологические заболевания, кверцетин.

Keywords: capers, leaf, stem, berry, seeds, protein substances, fats, oils, thioglycosides, steroid saponins, rutin, ascorbic acid, colorants, glycoside, caparidine, alkaloid stachydrin, iodine, pulp, bud, nitrogenous substances, essential oil, pectin, marinades, mustard-oil glycosides, seasonings, astringent properties, diuretic properties, antiseptic and analgesic properties, hemostatic properties, tinctures, juice, stimulant, allergies, scabies, hypochondria, paralysis, rheumatism, brucellosis, diabetes mellitus, cortex, neurosis, hysteria, toothache, wounds, ulcer, goiter, kapparidine, beta-carotene, potassium, calcium, magnesium, zinc, selenium, copper, manganese, iron, iodine, phosphorus, sodium, flavonol, mozzarella, flatulence, nausea, oncological diseases, quercetin.

Изыскание нетрадиционного сырья и налаживание производства новых экологически чистых, натуральных, содержащих биологически ценные и целебные вещества, богатых витаминами, микро- и макроэлементами видов консервных изделий становится все более актуальной проблемой пищевой промышленности.

Одним из таковых является «*Cappari spinosa L.*», именуемый в народе каперсы. Это многолетнее растение – вьющийся или стелющийся полукустарник. Он имеет слегка опушенные стелющиеся ветви, яйцевидно-овальные и заостренные листья с мелкими колючими трилистниками желтого цвета. Длина растения достигает 1-2 м. Плоды ягодообразные, грушевидные или округло-продолговатые, длиной до 6-7 см и диаметром до 3 см, содержат мякоть, цвет кожуры зеленый. При созревании раскрываются четырьмя закручивающимися створками, мякоть, содержащее внутри ярко-красного цвета, в которой находятся многочисленные семена круглой формы [2].

Плоды каперсов содержат около 18% белковых веществ и 36% жиров, в семенах – до 30% масел. В плодах обнаружены тиогликозиды, стероидные сапонины, рутин (до 0,3%), аскорбиновая кислота (до 136 мг/%), красящие вещества; в корнях – гликозид каппаридин и алкалоид стахидрин. В плодах имеется довольно большое количество йода (до 27 мг/‰ в пересчете на сухую массу). Спелые плоды каперсов употребляют в пищу, сочная мякоть ярко-красного цвета по вкусу и степени сладости напоминает арбуз [1; 4].

Листья, стебель и корень каперсов обладают лечебными свойствами и успешно используются в народной медицине. В цветочных бутонах содержится аскорбиновая кислота (100-150 мг/‰), рутин (0,32%), азотистые вещества (21-29%), жировые вещества (3,8-4,6%), эфирное масло, пектин. Употребляют в пищу маринованные бутончики каперсов. Цветочные бутончики и почки сортируют, подсушивают в тени и выдерживают в течение трех месяцев в соли или смеси соли и растительного масла. После такой обработки бутончики и почки приобретают темно-зеленый цвет и уменьшаются до размера горошины. Плоды каперсов консервируют и употребляют в маринованном виде.

Цветочные почки каперсов содержат горчично-масляные гликозиды, благодаря чему обладают своеобразным запахом и вкусом, используются в качестве приправы к мясным блюдам.

В семенах имеется до 18% белка (полувывсыхающее жирное масло красного цвета (25-35%), состоящее из насыщенных (12%) и ненасыщенных (олеиновой – 22-24%, линолевой – 34-51%) жирных кислот) [1].

Свежие части растения обладают вяжущим, мочегонным, антисептическим и обезболивающим действием. В кулинарных и медицинских целях используют почки, плоды и кору корней каперсов. Экспериментально установлены кровоостанавливающие свойства настойки и отвара корней каперсов. В народной медицине настой листьев, отвар побегов и

корней растения, сок плодов применяют как стимулирующее средство. Корни употребляют при аллергии, чесотке, ипохондрии, параличе, ревматизме, бруцеллезе, цветки – при сахарном диабете. Отвары коры каперсов рекомендуют при неврозах, особенно в случаях истерии. Свежую кору корней полезно жевать при зубной боли. Сухой порошок коры корней и отвар ее используют наружно для лечения ран и язв, ревматизма и бруцеллеза. Ветки и листья применяют при сахарном диабете, а семена – при головной боли. Плодами каперсов лечат зоб. Каппаридин, который присутствует в этом продукте, действует в качестве натурального противоаллергенного препарата [2].

Зеленые, незрелые плоды или нераскрывшиеся бутончики маринуют для употребления. Маринад готовят из только что закипевшей воды. В 0,5 л кипятка растворяют 0,5-1 столовой ложки соли по вкусу, 0,5-1 столовой ложки сахарного песка и наливают 1-3 столовой ложки 9%-ного уксуса. Добавляют также 2-3 горошины душистого перца и 2 шт. гвоздики. Лавровый лист – для любителей. Можно использовать огуречный маринад.

Есть еще один способ, при котором зеленые плоды или бутончики каперсов нужно засыпать солью и оставить на сутки в эмалированной, фаянсовой или стеклянной миске. За это время их несколько раз перемешивают. После этого бутончики перекладывают в стеклянные банки и заливают 6%-ным столовым уксусом. Вместо него можно использовать сок красной смородины. Через две недели уксус сливают и заливают бутончики (плоды) маринадом, который готовят как для маринования огурцов или грибов [5].

Калорийность маринованных каперсов составляет 23 кКал на 100 г продукта. Энергетическая ценность продукта каперсы консервированные: белки: 2,36 г (9 кКал), жиры: 0,86 г (8 кКал), углеводы: 1,69 г (7 кКал). Энергетическое соотношение б|ж|у: 41|34|29%.

Химический состав маринованных каперсов включает в себя: бета-каротин, витамины B1, B2, B5, B6, B9, B12, C, E, H и PP, а также калий, кальций, магний, цинк, селен, медь, марганец, железо, йод, фосфор и натрий. Белый налет, который иногда выступает на поверхности каперсов, – самый настоящий рутин.

Употребляют в основном в супах, домашних майонезах и заправках для мясных салатов, в сэндвичах и бутербродах, в блюдах типа моцарелла. В случае их чрезмерного употребления глубокое перенасыщение может вызвать в организме человека метеоризм и тошноту.

Официальная медицина сегодня тоже признает лечебные свойства каперсов и других частей растения. Особенно полезны каперсы для женщин, и к тому же их употребление защищает организм от развития онкологических заболеваний. Кверцетин – полезный флавоноид в составе каперсов, он заметно улучшает состояние кожи: снимает воспалительные процессы и нейтрализует аллергические реакции. Защиту от рака тоже обеспечивает кверцетин, так как он поддерживает в норме структуру ДНК (известно, что многие онкологические заболевания изменяют

эту структуру, и тогда справиться с ними бывает трудно или даже невозможно) [1; 4].

По содержанию кверцетина каперсы являются абсолютным лидером.

В связи с обоснованием, приведенным выше, в Республике Узбекистан проводятся работы по культивированию растения с улучшением его агротехни-

ческих и сельскохозяйственных показателей. Совместными усилиями ученых создан сорт каперсов «Узбекистан-20», достигнуто увеличение всхожести семян каперсов и размножение кустов через рассаду с применением биотехнологических способов. Пищевая и биологическая ценность, химический состав, а также агротехнические показатели плодов каперсов намного улучшены [3].

Список литературы:

1. Аиса Н.А., Абдузалим М. Химический состав плодов «*Capparis spinosa*» // Химия природных соединений. – 2007. – № 6. – С. 120
2. Закиров К.З., Худойбергганов Р. Каперс и перспективы его использования. – Ташкент: Фан, 1972. – С. 120.
3. Патент Uz № IAP 20150077. Способ выращивания растения каперсы (*Capparis spinosa* L.) / А.Т. Мерганов, С.А. Солихов, Х.Б. Шоумаров и др. – Ташкент, 2018.
4. Углеводы и липиды корней «*Capparis spinosa*» / А. Вили, Ву Тао, Б.Т. Сагдуллаев и др. // Химия природных соединений. – 2006. – № 5. – С. 115
5. Шомиров Б.А., Додаев К.О. Промышленная переработка каперс // Умидли кимёгар-2017: Труды XXV науч.-техн. конф. молодых ученых, магистрантов и студентов бакалавриата. – Ташкент: ТХТИ, 2017. – С. 523.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ**ОЧИСТКА ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ ИЗ МЫТОГО
ОБОЖЖЕННОГО ФОСФОКОНЦЕНТРАТА С ПОМОЩЬЮ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ****Каршиев Бекзод Носирович**

мл. науч. сотр., Институт общей и неорганической химии АН РУз,
100170, г. Ташкент, Узбекистан, ул. Мирзо Улугбек, 77-а;
E-mail: qarshiyevb@mail.ru

Кахаров Эркинжон Махмуджонович

мл. науч. сотр., Институт общей и неорганической химии АН РУз,
100170, г. Ташкент, Узбекистан, ул. Мирзо Улугбек, 77-а;
E-mail: igic@rambler.ru

Намазов Шафоат Саттарович

д-р техн. наук, проф., акад., заведующий лабораторией, Институт общей и неорганической химии АН РУз,
100170, г. Ташкент, Узбекистан, ул. Мирзо Улугбек, 77-а;
E-mail: igic@rambler.ru

Сейтназаров Атаназар Рейпназарович

д-р техн. наук, гл. н. с., Институт общей и неорганической химии АН РУз,
100170, г. Ташкент, Узбекистан, ул. Мирзо Улугбек, 77-а;
E-mail: igic@rambler.ru

**PURIFICATION WET-PROCESS PHOSPHORUS ACID FROM WASHED
AND BURNED PHOSPHORIC CONCENTRATE BY MEANS OF ACETIC ACID****Bekzod Karshiev**

Junior scientific staff-researcher Institute of General and Inorganic Chemistry of Academy of Science of Uzbekistan
100170, Uzbekistan, Tashkent, 77-a, Mirzo Ulugbek str

Erkinzhon Kaharov

Junior scientific researcher, Institute of General and Inorganic Chemistry of Science of Uzbekistan,
100170, Uzbekistan, Tashkent, 77-a, Mirzo Ulugbek str

Shafzat Namazov

Head of laboratory, Institute of General and Inorganic Chemistry of Science of Uzbekistan
100170, Uzbekistan, Tashkent, 77-a, Mirzo Ulugbek str

Atanazar Seytnazarov

Main scientific researcher, Institute of General and Inorganic Chemistry of Science of Uzbekistan
100170, Uzbekistan, Tashkent, 77-a, Mirzo Ulugbek str

АННОТАЦИЯ

Проанализированы различные методы очистки технической экстракционной фосфорной кислоты (упарка и осаждение, экстракция органическими растворителями, ионный обмен, адсорбция, перекристаллизация). Изучен процесс очистки экстракционной фосфорной кислоты, получаемой из мытого обожженного фосфоконцентрата фосфоритов Центральных Кызылкумов дигидратным способом. Найдены оптимальные условия: массовое соотношение $\text{H}_3\text{PO}_4 : \text{CH}_3\text{COOH} = 1 : 4$, продолжительность перемешивания – 30 минут и температура процесса – 25 °С, при которых фосфорная кислота очищена от примесных компонентов CaO ; MgO ; Al_2O_3 ; Fe_2O_3 и SO_3 на 69,29; 79,44; 81,41; 82,9 и 85,66% соответственно.

ABSTRACT

There were analyzed different methods of purification of technical wet-processed phosphorus acid (evaporation and deposition, extraction organic solvents, ion exchange, adsorption, recrystallization). The process of purification of technical wet-processed phosphorus acid was studied through a dihydrate method, using washed and burned phosphoric concentrate of phosphorites of Central Kyzyl-Kum. There were found optimal conditions: mass correlation $\text{H}_3\text{PO}_4 : \text{CH}_3\text{COOH} = 1 : 4$, mixing time - 30 minutes and the temperature of the process – 25 °C, where in phosphoric acid was refined from foreign components as CaO; MgO; Al_2O_3 ; Fe_2O_3 and SO_3 on 69.29; 79.44; 81.41; 82.9 and 85.66% accordingly.

Ключевые слова: экстракционная фосфорная кислота, уксусная кислота, осадок, очищенная фосфорная кислота, состав.

Keywords: wet-process phosphorus acid, acetic acid, sludge, cleaned phosphoric acid, composition.

АО «Аммифос-Махат» в Узбекистане производит фосфорсодержащие удобрения, ассортимент которых состоит из аммофоса (10% N; 46% P_2O_5), супрефоса-NS (8-15% N; 20-24% P_2O_5), аммоний сульфатфосфата (15-19% N; 4-23% P_2O_5), PS-Агро (4-6% N; 34-41% P_2O_5), кормового фосфата аммония (12% N; 53-55% P_2O_5) и обогащенного суперфосфата (2,5% N; 18-26% P_2O_5). Из них лидирующую позицию занимает аммофос как водорастворимое, высококонцентрированное удобрение, необходимое для выращивания растений с коротким вегетационным периодом и на бедных почвах с малой сорбционной способностью, а также для продажи за рубеж. Согласно TSh 6.6-09:2008 состав аммофоса из мытого обогащенного фосфоконцентрата (26% P_2O_5): $46 \pm 1\%$ $\text{P}_2\text{O}_{5\text{усл.}}$, $33 \pm 1\%$ $\text{P}_2\text{O}_{5\text{водн.}}$, $11 \pm 1\%$ N, не более 1,0% H_2O с прочностью гранул не менее 3,0 МПа. Он пригоден для всех способов внесения: основного, припосевного и для подкормки. Однако продукт в воде полностью нерастворим ($\text{P}_2\text{O}_{5\text{водн.}} : \text{P}_2\text{O}_{5\text{усл.}}$ менее 80%), что объясняется загрязнением состава экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК) различными примесями.

Для получения концентрированного и полностью водорастворимого фосфорного удобрения подходящим сырьевым материалом является термическая фосфорная кислота (ТФК), которая в мире перерабатывается в пищевые сорта фосфорных кислот, технические и пищевые фосфаты. Крупнейшими производителями пищевых марок фосфорных кислот в мире являются «Prayon» (Бельгия), «Thermphos» (Нидерланды), «PCS» (США), «Rhodia» (Франция), «Rotem» и «HaifaChemicals» (Израиль), как правило, для их получения используют ТФК. Последняя более чистая, чем ЭФК, но процесс её получения представляется весьма энергоёмким и дорогостоящим. Известно, что энергопотребление при производстве ТФК в 13 раз больше, чем ЭФК. К тому же ТФК в Узбекистане нет. Спрос на неё удовлетворяется за счёт зарубежных поставок.

На АО «Аммифос-Махат» кормовой фосфат аммония производится путем осаждения нерастворимых примесей от аммонизированных растворов ЭФК и предназначен для минеральной подкормки лошадей, крупного рогатого скота, овец, свиней, коз, рыб, птиц. Согласно TSh 6.6-28:2011 продукт содержит $53 \pm 1\%$ P_2O_5 , $12 \pm 1\%$ N, не более 2% H_2O , массовое отношение фосфора к фтору (F : P_2O_5) не более 0,0045%, pH не менее 4,5. Однако она производится в малом количестве. Для обеспечения сельского хозяйства высокомарочным

фосфатом аммония, отвечающим для капельного орошения необходимо налаживать производство очищенной фосфорной кислоты.

Чтобы получить из ЭФК качественные фосфаты аммония необходимо провести процесс её очистки от примесей: тяжелых металлов, мышьяка, кальция, магния и фтора. Преимуществом очистки ЭФК является низкая себестоимость, высокая технологичность процесса и возможность получения кислоты любого качества (технического, кормового, пищевого).

Основные методы очистки фосфорнокислых растворов: метод упарки, осаждения, очистка органическими растворителями, ионный обмен, перекристаллизация.

Если для апатитовой кислоты процесс обесфторивания идет довольно полно при осуществлении её упарки, то для кислоты из рядовой руды Каратау поступить таким же образом не удастся из-за сильного её загустевания уже в самом начале упаривания. Так как с повышением температуры выше 80 °C происходит распад кремнефторида магния: $\text{MgSiF}_6 \rightarrow \text{SiF}_4 + \text{MgF}_2$. Выпадающий в осадок тонкодисперсный MgF_2 резко увеличивает вязкость фосфорной кислоты. Поэтому для кислот из бедных фосфатных руд обесфторивание можно осуществить только химическим осаждением с помощью соединений щелочных металлов. Добавляя в экстрактор сульфат либо карбонат натрия можно достичь степени обесфторивания кислоты в пределах 70-90% [1].

Совмещение осаждения с нейтрализацией кислоты аммиаком обеспечивает более глубокую очистку не только от фтора, но почти от всех присутствующих в растворе катионов. При этом скорость фильтрации аммофосной пульпы возрастает при этом в шесть раз, а аммофос по содержанию фтора и других примесей отвечает самым высоким современным требованиям [2-4].

Наиболее реальный путь получения моно- и диаммонийфосфатов высшего качества – это осуществление двухступенчатой нейтрализации ЭФК газообразным аммиаком [5]. На первой ступени кислота нейтрализуется до pH = 2,5-4,5, большинство примесей при этом выпадает в осадок, его отделяют, а чистую фосфорную кислоту подвергают дальнейшей аммонизации с получением либо моноаммонийфосфата, либо диаммонийфосфата. Отделяемый осадок может использоваться как самостоятельное азотнофосфорное удобрение, так и

перерабатываться в другие виды удобрений. Недостатком способа является необходимость проведения предварительного удаления сульфатов из фосфорной кислоты.

В работе [6] на основании графического анализа диаграмм растворимости в системах $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-NH}_3\text{-H}_2\text{O}$ при 25 и 75 °C и $\text{NH}_3\text{-P}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$ при 25 °C установлено содержание нерастворимых примесей в дигидрофосфате аммония. Найдены оптимальные условия доочистки от соединений фтора предварительно обесфторенной кислоты в присутствии добавок солей кальция [$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, CaCO_3 или CaHPO_4] при нейтрализации её аммиаком до различных значений pH.

В работе [7] дан физико-химический и практический анализ глубокой очистки апатитовой ЭФК от соединений фтора, алюминия, железа мышьяка и кадмия. Путем комбинированного способа очистки были получены различные фосфорсодержащие соли. При этом процесс очистки ЭФК необходимо провести в три стадии. На первой стадии с применением карбоната бария в осадок выделяют сульфат-ионы, затем кислота без отделения сульфата бария обрабатывается сульфидом натрия для осаждения более чем наполовину примесей мышьяка и кадмия. На второй стадии (грубая очистка) выделяется часть фторид ионов путем введения 15 %-ного раствора сульфида натрия (0,1% от массы). При введении на эту стадию CaCO_3 в количестве 1% от массы обеспечивает степень выделения соединений мышьяка в твердую фазу до 66,7%, а кадмия 61,0%. Практически полная очистка от фтористых соединений и солей железа и алюминия производится на третьей стадии посредством аммонизации (до pH=5) фосфорсодержащих растворов. Полученные очищенные растворы пригодны для производства чистых солей. Осадки от очистки ЭФК могут быть переработаны в концентрированные фосфорные удобрения. Но такой метод характеризуется многостадийностью.

Второй путь очистки ЭФК от нежелательных примесей – это экстракция фосфорной кислоты с помощью органических растворителей. Так, французская фирма Soc. Azote et Produits Chimiques (A.P.C.) осуществила в полужавовском масштабе процесс азотнокислотного разложения природного фосфата с получением фосфорной кислоты, соответствующей по качеству термической фосфорной кислоте. Для экстракции фосфорной кислоты она применила бутанол и спирты, получаемые при оксосинтезе [8]. Естественно, что из такой кислоты получается моноаммонийфосфат наивысшего качества.

Американская фирма Dow Chemical Co. запатентовала процесс получения фосфатов аммония, по которому из соляно-, серно- или азотнокислотной вытяжки природного фосфата фосфорная кислота экстрагируется триалкилфосфатом, железо из органической фазы удаляется с помощью трикаприлиламина, затем органическая фаза обрабатывается безводным аммиаком при температуре 20-90 °C [9].

Немецкая фирма Friedrich Uhde GmbH техническую фосфорную кислоту очищает от примесей с помощью кетонов, в частности ацетона и метилэтилкетона. После этого получается фосфат аммония состава 13,5% N, 51% P_2O_5 , 6,1% SO_3 , 2,42% F [10].

По изобретениям РФ [11-14] фосфорную кислоту, полученную от разложения апатитового концентрата серной кислотой, многоступенчато извлекают органическим растворителем – трибутилфосфатом (ТБФ). Очищенная концентрированная кислота предназначена для производства пищевых, кормовых и технических фосфатов, а также для производства жидких комплексных удобрений. В другом способе [15] предлагается проводить очистку ЭФК из бедного сырья Каратау с содержанием 18,1-18,5% P_2O_5 от примесей металлов, фтора и сульфат-ионов с помощью ТБФ. Для этого сперва осуществляется предварительное упаривание исходной ЭФК до концентрации 36-39% P_2O_5 и затем экстракция упаренной ЭФК с ТБФ. Далее реэкстракция фосфорной кислоты из органической фазы и её упаривание под вакуумом до концентрации 50-53% P_2O_5 . Способ от предыдущих отличается тем, что экстракцию ведут в смесителях-отстойниках при количестве ступеней экстракции 4-5.

На ОАО "Воскресенский НИУИФ" в России начато опытно-промышленное производство очистки ЭФК с применением ТБФ [16]. ТБФ обладает более высокой селективностью к фосфорной кислоте. Процесс осуществлен с использованием пульсационных колонн. Это производство является единственным на территории России. Технология производства очищенной фосфорной кислоты состоит из следующих этапов: I – концентрирование; II – обессульфачивание; III – осветление; IV – очистка органическими экстрагентами; V – концентрирование и отдувка соединений фтора (паром, воздухом или топочными газами). В процессе его эксплуатации были выявлены следующие недостатки: низкая производительность (10 тыс. т P_2O_5 в год), утилизация промывных растворов со стадии регенерации экстрагента в рафинат, и, как следствие этого, превышение допустимых концентраций ТБФ в рафинате. К тому же высокая стоимость ТБФ делает технологический процесс малоэкономичным. Поэтому целесообразно поиск наиболее дешевых экстрагентов.

Третий путь повышения качества фосфатов аммония из ЭФК – это применение, так называемых маскирующих агентов. Эти агенты образуют с металлами (Fe, Al), содержащимися в кислоте, растворимые внутрикомплексные соединения. Тем самым предупреждается образование нерастворимых солей при аммонизации. Вводятся они в кислоту в небольших количествах от 0,1 до 1,5% от веса моноаммонийфосфата. Американская фирма Dow Chemical Co. предложила в качестве таких маскирующих агентов этилендиаминтетрауксусную кислоту, её соли щелочными металлами – производные этилендиаминтриуксусной кислоты [17]. Японская фирма Сэнтору гасу предлагает триполифосфат натрия, перманганат калия [18], этилендиаминтетрауксусную кислоту, пирофосфат натрия, гексаметафосфат натрия, конденсированные фосфаты аммония [19], периодат калия или натрия [20], водорастворимые соли полиаминокарбоновой кислоты [21].

По патенту японской фирмы Тохоку хирё [22] экстракционную фосфорную кислоту нейтрализуют аммиаком до pH=4-4,2, образовавшийся осадок, содержащий примеси Fe, Al и другие, удаляют фильтрацией. К

фильтрату добавляют аммиак до pH 4,5-6 и кристаллизуют образовавшийся моноаммонийфосфат в присутствии циклического соединения, например, этилендиаминтетрауксусной кислоты, нитрилотриуксусной кислоты, щавелевой кислоты и её солей. Этот агент, добавляемый в количестве 0,1-0,6 масс. % от массы фильтрата, захватывает остаток вышеуказанных примесей и фтор-ион. Что особенно интересно «и фтор-ион».

Это многообещающее направление не может быть реализовано на наших заводах из-за отсутствия таких маскирующих агентов.

Четвертый путь – это ионообменная очистка ЭФК. Пропуская кислоту состава 20,19% P_2O_5 , 2,73% MgO , 0,15% CaO , 1,09% SO_3 через катионит КУ-2 при 40°C, в работе [23] была достигнута степень очистки от ионов магния 95% (MgO в фильтрате 0,1%) при производительности 3,2 т кислоты на 1 т катионита.

Авторы работы [24] рассмотрели возможность глубокой очистки ортофосфорной кислоты ООО «Балаковские минеральные удобрения» путем использования двух видов катионитов: сульфокатионит типа КУ-2 и катионит с фосфорсодержащими активными группами – КРФ-20Т-40. Сочетание двух видов ионообменников позволяет получить раствор кислоты, практически очищенной от примесей кальция, меди, марганца и трехзарядных катионов железа и алюминия. Лабораторная технология апробирована на установке, согласно технологической схеме которой осуществляются стадии: обессульфачивание фосфорной кислоты с углекислым барием или стронцием, фильтрование, ионообменная очистка через колонки, одна из которых содержит сульфокатионит КУ-2, а две последующие – ионит КРФ-20Т-40 и регенерация ионообменных колонок, содержащих последовательно воду марки «ос.ч», 5% HCl , 3%-ные растворы оксалаты аммония и щавелевой кислоты.

Ионообменная очистка ЭФК не используется в промышленности по двум причинам: из-за низкой производительности и из-за сложности переработки слабоконцентрированных растворов после регенерации ионитов.

Есть и другие пути получения высококачественных моно- и диаммонийфосфатов из ЭФК. Так, по [25] обессульфачивание ЭФК осуществляется с достаточной эффективностью на импортных активных углях марок FILTRASORB 300, 400, 207C и 607C фирмы «Chemviron Carbon». Примеси неорганических соединений Al , Fe , Si абсорбируются на активных углях по механизму катионного обмена, при этом приемлемым условием является использование углей кислого характера (pH=4-6), например сульфоугля или углей, модифицированных кремнефтористо-водородной или азотной кислотами [26, 27].

В работе [28] исследован процесс адсорбционной очистки ЭФК, совмещающая процессы её упаривания (концентрирования) и отдувки фтористых соединений горячим воздухом при интенсивном перемешивании в реакторе, в который одновременно помещен адсорбент. Установлено, что для удаления соединений фтора наибольшей эффективностью обладают уголь марки БАУ, сульфоуголь марки КУ-11 и БАУ, модифицированный фосфорной кислотой. Очистка от соединений

металлов наиболее эффективно протекает на сорбентах, модифицированных кислотами. А модифицирование сорбента щелочью повышает степень очистки от соединений кремния.

Так, по [29] кормовой моноаммонийфосфат получают растворением технического моноаммонийфосфата в воде, отделением нерастворимого остатка, обработкой фильтрата активированным углем, упаркой вторичного фильтрата и кристаллизацией фосфата аммония при охлаждении упаренного раствора. Но этот путь совершенно нереален. Стоило ли затрачивать столько энергии для получения твердого технического моноаммонийфосфата, чтобы затем опять растворять его в воде? К тому же необходима регенерация угля термическими способами: промывкой горячей водой (90-100 °C), пропусканием водяного пара (130-140 °C) либо прокаливанием (400-450 °C).

Из вышеприведенных работ следует, что для очистки ЭФК более подходящими являются методы осаждения и экстракции органическими растворителями.

Цель настоящей работы – уксуснокислотная очистка ЭФК, полученной при сернокислотном разложении мытого обожженного фосфоконцентрата (26% P_2O_5) из фосфоритов Центральных Кызылкумов. Уксусная кислота в Узбекистане производится на АО «Навонозот» порядка 8 тыс. т в год, хотя мощность её производства составляет 25 тыс. т в год. После очистки уксусная кислота регенерируется и возвращается в голову процесса.

В литературе имеются данные по очистке технических растворов фосфорной кислоты с помощью уксусной кислоты. Так, в патенте Хиксона [30] описывается способ очистки 20 %-ной фосфорной кислоты, полученной из фосфоритов Флориды, которая содержала 1,3% примесей железа, алюминия, свинца и других. При обработке ледяной уксусной кислотой с соотношением 1 : 4 фосфорная кислота очищается от примесей до 95%. А в работе [31] изучен процесс очистки ЭФК из рядовой фосфорной муки Каратау состава (вес. %): P_2O_5 – 17,68, R_2O_3 – 0,22, SO_3 – 7,50, MgO – 3,23 и удельный вес $\rho^{25} = 1,305$ г/см³ ледяной уксусной кислотой с концентрацией 98%. При оптимальном соотношении 1 : 4 и времени 30 мин. кислота очищается от примесей в среднем на 80% (MgO – 94,7, SO_3 – 72,7, R_2O_3 – 84,4) и может быть упарена до содержания 67% P_2O_5 . Но эти кислоты не сравнимы между собой. Поэтому результаты этих работ, нельзя автоматически перенести на другую.

Для разработки технологии уксуснокислотной очистки ЭФК из мытого обожженного фосфоконцентрата и получения на основе очищенной кислоты водорастворимых фосфатов аммония, и отвечающих требованиям капельного внесения в тепличном хозяйстве, необходимо решить научные задачи по очистке загрязненной примесями фосфорной кислоты.

Для лабораторных экспериментов нами были взяты ЭФК состава (вес. %): 18,23 P_2O_5 ; 0,60 CaO ; 0,38 MgO ; 0,12 Al_2O_3 ; 0,35 Fe_2O_3 ; 0,23 SO_3 ; плотность $\rho = 1,18$ г/см³; pH = 0,72 и 99 %-ная ледяная уксусная кислота.

Процесс очистки проводили в зависимости от массового соотношения H_3PO_4 : CH_3COOH (1 : 1; 1 : 2; 1 :

3; 1 : 4; 1 : 5), температуры (25; 30; 40; 50; 60; 70°C) и продолжительности перемешивания (5; 10; 30; 60; 120 минут). После процесса смешивания выпадающие желеподобные осадки отделяли фильтрованием на воронке Бюхнера с использованием колбы Бунзена, при разряжении 0.65 мм рт. ст. через один слой фильтровальной бумаги «белая» лента. Осадок на фильтре промывали уксусной кислотой и сушили при 100-105 °C. Высушенный осадок анализировали на содержание P_2O_5 , CaO, MgO, Al_2O_3 , Fe_2O_3 и SO_3 . Анализ фосфорной кислоты и выделенных осадков проводили по методикам [32]. Коэффициент осаждения того или иного компонента рассчитывали по их содержанию в осадке по отношению к содержанию в кислоте в процентах. Результаты приведены в таблицах 1-3.

Из табл. 1 видно, что чем больше вводится уксусной кислоты в состав ЭФК, тем выше коэффициент удаления примесных компонентов в осадок. Так, при 25 °C и 30-минутном перемешивании с увеличением массовой доли уксусной кислоты по отношению ЭФК с

1 : 1 до 1 : 5 степень осаждения примесных компонентов повышается: CaO от 34,46 до 80,31%, MgO от 26,55 до 78,71%, Fe_2O_3 от 18,54 до 82,39%, Al_2O_3 от 21,54 до 81,29%, SO_3 от 26,14 до 89,26%. При этом происходит потеря фосфорного компонента от 3,66 до 12,73%, то есть его выход в ЭФК снижается от 96,34 до 87,27%.

Оптимальным соотношением H_3PO_4 : CH_3COOH можно считать 1 : 4, при котором в осадок выпадает 69,26% CaO, 79,44% MgO, 82,9% Fe_2O_3 , 81,41% Al_2O_3 . При меньших не обеспечивается достаточное удаление примесей из состава ЭФК. Для окиси кальция и сульфатных ионов оптимальным соотношением является 1 : 5. При дальнейшем разведении процесс неэкономичен. Приходится манипулировать с громадным количеством растворов.

Увеличение продолжительности перемешивания с 5 до 60 мин. также оказывает влияние на степень осаждения примесных компонентов (табл. 2). Так, при 25 °C и соотношении H_3PO_4 : CH_3COOH = 1 : 4 коэффициент

Таблица 1.

Степень осаждения P_2O_5 , CaO, MgO, Al_2O_3 , Fe_2O_3 и SO_3 из экстракционной фосфорной кислоты в зависимости от количества уксусной кислоты ($t_{\text{процесса}} = 25$ °C, $t_{\text{перемешивания}} = 30$ минут)

Массовое соотношение H_3PO_4 : CH_3COOH	Содержание компонентов в сухом осадке, вес. %						Коэффициент осаждения компонентов из ЭФК, %					
	P_2O_5	CaO	MgO	Fe_2O_3	Al_2O_3	SO_3	P_2O_5	CaO	MgO	Fe_2O_3	Al_2O_3	SO_3
1 : 1	32,12	9,94	4,85	3,12	4,97	2,89	3,66	34,46	26,55	18,54	21,54	26,14
1 : 2	38,24	9,84	4,35	3,70	5,35	3,15	7,22	56,42	39,38	36,37	38,34	47,11
1 : 3	43,09	9,79	5,17	5,17	7,12	3,24	10,12	69,84	58,23	63,22	63,49	60,29
1 : 4	40,55	8,88	6,45	6,20	8,35	4,21	10,41	69,26	79,44	82,90	81,41	85,66
1 : 5	43,29	8,99	5,58	5,38	7,28	3,83	12,73	80,31	78,71	82,39	81,29	89,26

Таблица 2.

Степень осаждения P_2O_5 , CaO, MgO, Al_2O_3 , Fe_2O_3 и SO_3 из экстракционной фосфорной кислоты в зависимости от продолжительности перемешивания (H_3PO_4 : CH_3COOH = 1 : 4, $t_{\text{процесса}} = 25$ °C)

Время перемешивания, мин.	Содержание компонентов в сухом осадке, вес. %						Коэффициент осаждения компонентов из ЭФК, %					
	P_2O_5	CaO	MgO	Fe_2O_3	Al_2O_3	SO_3	P_2O_5	CaO	MgO	Fe_2O_3	Al_2O_3	SO_3
5	42,27	8,47	3,91	4,95	6,52	2,49	10,94	66,63	48,57	66,75	64,11	51,10
10	41,43	8,61	3,88	5,24	6,91	2,66	10,63	67,16	47,79	70,07	67,37	54,13
20	39,54	8,38	4,39	5,35	7,29	3,21	10,58	68,16	56,38	74,59	74,12	68,11
30	40,55	8,88	6,45	6,20	8,35	4,21	10,41	69,26	79,44	82,90	81,41	85,66
60	39,23	9,20	5,29	5,61	7,42	4,10	11,19	79,73	72,39	83,35	80,38	92,70

Таблица 3.

Степень осаждения P_2O_5 , CaO, MgO, Al_2O_3 , Fe_2O_3 и SO_3 из экстракционной фосфорной кислоты в зависимости от температуры процесса ($H_3PO_4 : CH_3COOH$, $\tau_{\text{перемешивания}} = 30$ минут)

Темпера-тура процесса, °C	Содержание компонентов в сухом осадке, вес. %						Коэффициент осаждения компонентов из ЭФК, %					
	P_2O_5	CaO	MgO	Fe_2O_3	Al_2O_3	SO_3	P_2O_5	CaO	MgO	Fe_2O_3	Al_2O_3	SO_3
25	40,55	8,88	6,45	6,20	8,35	4,21	10,41	69,26	79,44	82,90	81,41	85,66
30	40,12	9,23	6,51	6,24	8,65	2,98	10,21	71,38	79,49	82,72	83,62	60,12
40	40,04	9,67	6,11	6,26	9,11	2,31	10,10	74,14	73,96	82,27	87,30	46,20
50	40,01	10,13	5,71	6,52	9,59	2,01	9,74	74,96	66,72	82,71	88,71	38,80
60	40,53	10,58	5,69	6,74	9,91	1,82	9,60	76,18	64,69	83,19	89,19	34,18
70	40,62	11,39	5,78	7,20	10,61	1,89	9,00	76,69	61,45	83,11	89,22	33,20

осаждения CaO меняется от 66,63 до 79,73%, MgO – от 48,57 до 79,44%, Fe_2O_3 – от 66,75 до 83,35%, Al_2O_3 – от 64,11 до 81,41%, SO_3 – от 51,1 до 92,7%. Оптимальное время взаимодействия ЭФК с органической кислотой составляет 30 минут. При продолжительности обработки менее 30 минут не происходит достаточное удаление примесных компонентов. Дальнейшее увеличение времени, хотя приводит к существенному повышению степени осаждения CaO, Fe_2O_3 и SO_3 , но снижают осаждения MgO и Al_2O_3 . Во всех случаях степень потери P_2O_5 с осадком меняется незначительно, то есть выход P_2O_5 в ЭФК снижается с 89,06 до 88,81%.

Данные табл. 3 показывают, что при оптимальном соотношении $H_3PO_4 : CH_3COOH$ и времени перемешивания исходных растворов повышение температуры процесса выщелачивания от 25 до 70°C с одной стороны позволяет повысить степень осаждения CaO (от 69,26 до 76,69%) и Al_2O_3 (от 81,41 до 89,22%) но с другой приводит к значительному снижению эффективности осаждения MgO (от 79,44 до 61,45%) и SO_3 (от 85,66 до 33,2%). При этом коэффициент осаждения Fe_2O_3 почти не меняется (от 82,27 до 83,19%). Необходимо отметить, что высокая температура приводит к испарению уксусной кислоты. Поэтому оптимальной температурой процесса можно считать 25 °C.

Таким образом, при оптимальных условиях: массовое соотношение $H_3PO_4 : CH_3COOH = 1 : 4$, продолжительность перемешивания – 30 минут и температура процесса – 25°C экстракционная фосфорная кислота вышеуказанного состава очищается от CaO; MgO; Al_2O_3 ; Fe_2O_3 и SO_3 на 69,29; 79,44; 81,41; 82,9 и 85,66% соответственно. При этом 10,41% пятиоксида фосфора от общего содержания в исходной кислоте связываются в виде солей $CaHPO_4$, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, $MgHPO_4$, $MgSO_4 \cdot H_2O$, $MgSiF_6$, $AlPO_4$, $FePO_4$ и вследствие малой их растворимости переходят в осадок. А состав высушенного осадка выглядит следующим образом: 40,55% P_2O_5 , 8,47% CaO, 3,91% MgO, 6,52% Al_2O_3 , 4,95% Fe_2O_3 и 2,49% SO_3 и могут использоваться в качестве концентрированного фосфорсодержащего удобрения пролонгированного действия. Из жидкой фазы (уксусно-фосфорнокислотный раствор) уксусная кислота отгоняется методом упарки под вакуумом и тем самым фосфорная кислота концентрируется до необходимой концентрации.

Задачами дальнейшего исследования входит восстановление уксусной кислоты путем выпаривания смеси кислот и концентрирование очищенной ЭФК. Окончательной стадией процесса является изучение физико-химических свойств упаренной ЭФК и путем её нейтрализации аммиаком получение фосфата аммония.

Список литературы:

1. Алексеева Л.И., Антонова Т.Г., Гирдасова Л.М., Казак В.Г., Кармышов В.Ф., Каштан Г.Е., Франчук Н.П., Шелехова Г.Л. Обесфторивание экстракционной фосфорной кислоты солями щелочных металлов // Химическая промышленность. - 1976. - №7. - С.515-517.
2. Баранцева Г.И., Дмитриевский Б.А., Ярош Е.Б., Головина З.М. Использование экстракционной фосфорной кислоты для получения чистых фосфорных солей // Минеральные, удобрения. Новые исследования и разработки. - Л., 1987. - С.81-84.
3. Гафарова А.Ф., Павлинов Р.В., Шевко З.Л., Шалагина Л.В. Получение аммофоса из обесфторенной экстракционной фосфорной кислоты при переработке рядовых высокомагнезиальных фосфоритов Каратау. - Чимкент, 1983. - 4 с. - Деп. в ОНИИТЭХИМ г. Черкасы 09.02.83, № 179 хп-Д83.
4. Патент №3420623 США. Manufacture of purified ammonium phosphates from wet process phosphoric acid. / J.E.Barker (USA). - Заявл. 1.06.67; Оpubл. 7.01.69 // РЖХим. 1970, 13Л249П.
5. Нурмурадов Т.И. Разработка технологии получения моно- и диаммонийфосфатов высшего качества из Каратауской экстракционной фосфорной кислоты. // Дисс. канд. техн. наук. - Ташкент: Институт удобрений АН Уз, 1998. - 117с.
6. Дмитриевский Б.А., Баранцева Г.Н., Ярош Е.Б. О получении чистого дигидрофосфата аммония из экстракционных фосфорсодержащих растворов. // Журнал прикладной химии. - 1995. - т.68, вып. 3. - С.366-371.

7. Дмитриевский Б.А., Ярош Е.Б., Белкина Е.И., Цветков С.К. Теоретические и технологические аспекты очистки экстракционной фосфорной кислоты от примесей. // Химическая промышленность. - 2006. - т.83, №9. - С.416-420.
8. Cousserans G. Procédé nouveau de fabrication d'acide phosphorique et de phosphate ammonium purs // Chim. Et. ind. - Gen.Chim.-1968. - v.100, N 9. - pp.1431-1436.
9. Патент №3415619 США. Process for making ammonium phosphate. / D.M.Young (США). - Оpubл. 10.12.68. // РЖХим. 1970, 11Л188П.
10. Патент №2204779 ФРГ. Verfahren zur Herstellung von kristallisierten ammonphosphaten. / G. Semel, E. Schibilla (BDR). - Оpubл. 9.08.73. // РЖХим. 1974, 20Л132П.
11. Патент №2214361 Россия. Кл. C01B25/234. Способ очистки экстракционной фосфорной кислоты. / Ю.Д. Черненко, А.А. Бродский, А.В. Гриневич, З.Н. Корнева, В.Г. Мошкова, Л.В. Ракчеева, Т.В. Токмакова, В.И. Родин. - от 20.10.2003.
12. Патент №2233239 Россия. Кл. C01B25/46. Способ очистки экстракционной фосфорной кислоты. / А.В. Гриневич, Б.В. Левин, В.Г. Мошкова, З.Н. Корнева, Т.В. Токмакова. - от 27.07.2004.
13. Патент № 2301198 Россия. Кл. C01B25/234, C01B25/46. Способ очистки экстракционной фосфорной кислоты. / А.В. Гриневич, В.Г. Мошкова, А.М. Кержнер, В.А. Гриневич, В.С. Шавалиев. - от 20.06.2007.
14. Патент №2326814 Россия. Кл. C01B25/234 (2006.01). Установка для очистки экстракционной фосфорной кислоты. / В.М.Лембриков, Б.В.Левин, Л.В.Коняхина, В.В.Волкова, Е.П.Парфенов, В.Г.Никитин. - от 20.06.2008.
15. Патент №2452685 Россия. Кл. C01B25/234, C01B25/46, B01D11/04 (2006.01). Способ очистки экстракционной фосфорной кислоты. / М.И. Ковалев, С.Ф. Идрисова, Т.И. Муллаходжаев, А.Л. Олифсон. - от 10.06.2012.
16. Кочетков С.П., Смирнов Н.Н., Ильин А.П. Концентрирование и очистка экстракционной фосфорной кислоты. / ГОУВПО Ивановский гос.хим.-техн.ун-т. - Иваново, 2007. - 304 с.
17. Патент №3076701 США. Ammonium phosphate fertilizer and preparation thereof. / F.C. Bersworth, A.E. Frost (USA). - опубл. 05.02.63. // РЖХим. 1964, 19Л99П.
18. Патент №55-32752 Япония. Получение кристаллов однозамещенного фосфата аммония. / Асакао Сойти, Накатани Кацу, Накагава Нобусукэ, Такахара Йосиюки, Окада Наоки (Япония). - №53-104866; опубл. 7.03.80. // РЖХим. 1981, 9Л47П.
19. Патент №55-32750 Япония. Получение белого кристаллического моноаммонийфосфата. / Асакао Сойти, Накатани Кацу, Накагава Нобусукэ, Такахара Йосиюки, Окада Наоки (Япония). - № 53-104864, опубл. 7.03.80. // РЖХимия 1981, 9Л172П.
20. Патент №55-32751 Япония. Получение кристаллов моноаммонийфосфата. / Асакао Сойти, Накатани Кацу, Накагава Нобусукэ, Такахара Йосиюки, Окада Наоки (Япония). № -53-104865; опубл. 7.03.80. // РЖХим. 1981, 9Л173П.
21. Патент №426814 США. Process for preparing crystalline ammonium dihydrogen phosphate. / Asagao Soichi, Nakatani Masaru, Nakagawa Shinsuke, Takahara Yoshiyuki, Okada Naoki. - опубл.26.05.81. // РЖХим. 1982, 5Л48П.
22. Патент №56-84308. Япония. Получение моноаммонийфосфата. / Сайто Синсаку, Иmano Кадзухиса (Япония). - №54-159323; опубл. 9.07.81. // РЖХим. 1982, 13Л157П.
23. Гафуров К. Обесфторенные удобрения из фосфоритов Каратау. - Ташкент: ФАН, 1992. - 199с.
24. Филатова Л.Н., Вендило А.Г., Ковалева Н.Е., Ретивов В.М. Проблема получения ортофосфорной кислоты особой чистоты. // Химическая промышленность сегодня. - 2013. - №10. - С.10-18.
25. Тихонов С.В., Перевалов Т.Ю., Пагалешкин Д.А., Кочетков С.П., Михайличенко А.И. Сорбционная очистка технической экстракционной фосфорной кислоты на активированных углях. // Успехи химии и химической технологии. - 2005. - Том XIX, №10 (58). - С.27-29.
26. Смирнов Н.Н., Кочетков С.П., Хромов С.В., Ильин А.П. Исследование адсорбционно-химического взаимодействия при очистке экстракционной фосфорной кислоты на угольных адсорбентах. // Химическая технология. - 2004. - №1. - С.14-18.
27. Кочетков С.П. Использование механохимических методов для комплексной переработки твердых и жидких фосфатов на целевые продукты. // Труды НИУИФ. -2004. - Юбил. Выпуск. - С.142-157.
28. Семенов А.Д., Смирнов Н.Н., Кочетков С.П., Хромов С.В., Ильин А.П. Влияние способа модификации угля на степень очистки ЭФК от соединений Si, F, Fe и Al. // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. - 2008. - том 51, вып. 7. - С. 69-72.
29. А.с. 182691. ЧССР. Zpusob vyroby dihydrogenfosforec-nanu amonneho / F.Solta, S.Schole, L.Dolezalova (ЧССР). - №4418-76; опубл. 15.04.80 // РЖХим. 1980, 24Л151П.
30. Патент США №2202526, 1940.

31. Айыпов Р.П., Литвиненко В.И. Очистка технических растворов фосфорной кислоты. // Труды Ордена трудового знамени института химических наук АН КазССР. – 1973. Том. 36. – С.43-45.
32. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов / М.М. Винник, Л.Н. Ербанова, П.М. Зайцев и др. – М.: Химия, 1975. - 218 с.

ПОЛУЧЕНИЕ ХЛОРИРОВАННОГО ПОЛИАЦЕТИЛЕНА НА ОСНОВЕ ПОЛИАЦЕТИЛЕНА И ГАЗООБРАЗНОГО ХЛОРА

Сафаров Тойир Турсунович

канд. техн. наук, Ташкентский химико-технологический институт,
100011, Республика Узбекистан, г. Ташкент, ул. Навои, 32
E-mail: hasan74@mail.ru

Мирзакулов Холтура Чориевич

профессор Ташкентского химико-технологического института
100011, Республика Узбекистан, г. Ташкент, ул. Навои, 32
E-mail: khchmirzakulov@mail.ru

Бекназаров Хасан Сойибназарович

д.т.н. Ташкентский химико-технологический институт,
100011, Республика Узбекистан, г. Ташкент, ул. Навои, 32
E-mail: hasan74@mail.ru

PRODUCTION OF CHLORINATED POLYACETHYLENE BASED ON POLYACETHYLENE AND GAS CHLORINE

Toir Safarov

cand. tech. sciences, Tashkent institute of chemical technology,
100011, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Navoi st., 32

Kholtura Mirzakulov

professor of Tashkent institute of chemical technology,
100011, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Navoi st., 32

Hasan Beknazarov

doctor of sciences, Tashkent institute of chemical technology,
100011, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Navoi st., 32

АННОТАЦИЯ

В статье изучено хлорирование полиацетилена которое получено из отходящих ацетиленсодержащих газов. Установлено, что на ход хлорирования и свойства образующегося хлорированного полиацетилена оказывают влияние скорость подачи хлора, природа и количества растворителя. Состав и структура хлорированного полиацетилена изучено ИК-спектроскопией и методом ЭПР.

ABSTRACT

The article deals with the chlorination of polyacetylene, which is obtained from the effluent acetylene-containing gases. It has been established that the rate of chlorination and the properties of the chlorinated polyacetylene formed are influenced by the rate of chlorine supply, nature and amount of solvent. The composition and structure of chlorinated polyacetylene was studied by IR spectroscopy and EPR.

Ключевые слова: полиацетилен, хлорирование, хлорированный полиацетилен, диметилформамид.

Keywords: polyacetylene, chlorination, chlorinated polyacetylene, dimethylformamide.

Введение. В настоящее время использование промышленных отходов и решение вопросов охраны окружающей среды стоят в ряду наиболее важных проблем, поставленных перед учеными-специалистами, работающих в области химической техноло-

гии. Использование ацетиленсодержащего вторичного сырья АО «Навоиазот» способствует, получению на их основе полиацетилена и его хлорпроизводных, а также позволяет сэкономить использование ценнейших природных ресурсов [5,1,6].

В результате органического синтеза возможно получение ряда производных ацетилена, полиацетилена и других веществ с высокими специфическими физико-химическими свойствами.

Экспериментальная часть. В настоящей работе изучены хлорирование полиацетилена газообразным хлором. Характеристическую вязкость полимеров определяли при 298 К с помощью вискозиметра Уббелюде, обеспечивающего последовательное многократное разбавление исходного раствора. Растворителем служил диметилформамид. Характеристическую вязкость определяли графической экстраполяцией значений $\eta_{уд}/C$ к нулевой концентрации [3].

Определение двойных связей полимеров проводилось с помощью определения бромного числа по методу Кнопфа. В качестве растворителя использован толуол. Бромное число (БЧ) вычисляют по формуле:

$$БЧ = \frac{(a - b) \cdot 0,008 - 100}{g}$$

где: a - количество раствора израсходованного на титрование в контрольном опыте, мл; b - количество раствора израсходованного на титрование испытуемого раствора, мл; 0,008 - количество брома, соответствующее 1 мл 0,1 Н раствора тиосульфата, г; g - навеска. Термомеханические свойства полимера определялись по методике на весах Каргина [2].

Хлорирование полиацетилена следующим образом: готовая паста полиацетилена разбавляется четыреххлористым углеродом с целью образования суспензии полиацетилена в органическом растворителе. При температуре около 0°C через суспензии полиацетилена пропускается сухой газообразный хлор до получения прозрачного раствора. Затем содержимое реакционной колбы обрабатывается горячей водой с целью осаждения полученного полимера. Осадок промывают несколько раз холодной дистиллированной водой и полученный продукт сушат при комнатной температуре.

ДТА и ДТГ образцов проводили в воздушной среде на дериватографе системы «Паулик, Паулик и Эрдей» в интервале температур 303 - 853 К со скоростью нагрева 0,6 град/мин. **Спектры ЭПР** синтезированных полимеров снимали на спектрометре типа SE/2543 в трехсантиметровом диапазоне длин волн. **ИК спектры** синтезированных продуктов производилось на спектрофотометре марки UR-20. Образцы брали в виде порошков на подложке из бромистого калия. Смесь помещали в пресс-форму и спрессовали в виде таблеток.

Результаты и их обсуждение. Процесс хлорирования полиацетилена протекает также свободно в среде органического растворителя. В общем схема реакций получения полиацетилена и его хлорированного аналога можно представить следующим образом:

В процессе переработки хлорированный полиацетилен смешивается с многочисленными добавками (термостабилизаторы, пластификаторы, пигменты и т. д.), в состав которых входят токсичные тяжелые металлы. Но эти добавки при переработке и при эксплуатации подобных полимерных изделий не выделяют в атмосферу токсичных веществ. А также при сжигании отходов из хлорированных полимеров в мусоросжигательных печах позволяет в ряде случаев перевести эти металлы в форму нетоксичных соединений.

В экспериментальных работах газообразный хлор был получен на установке, состоящей из колбы Вюрца с рассчитанным количеством марганцовокислого калия, снабженной делительной воронкой с концентрированной соляной кислотой. Газообразный хлор, образующийся в результате взаимодействия соляной кислоты с перманганатом калия, обезвоживали пропуская его через колонку с концентрированной серной кислотой.

Хлорированный полиацетилен представляет собой порошок от белого до кремового цвета. Растворяется в диметилформамиде, ацетоне хлороформе, дихлорэтано, хлорбензоле и ароматических углеводородах. Стоек к действию растворов кислот и щелочей, минеральных масел, бензина и спиртов. Температура размягчения 90-110°C. При 130-150°C хлорированный полиацетилен начинает разлагаться. Хлорированный полиацетилен имеет хорошие адгезионные свойства. Как известно пленки из хлорсодержащего полимера обладают высокой термостойкостью.

Процесс получения хлорированного полиацетилена основан также на реакциях полимераналогичных превращений. На ход хлорирования и свойства образующегося хлорированного полиацетилена оказывают влияние скорость подачи хлора, природа и количества растворителя. В качестве растворителя использовали хлорбензол, хлороформ, тетрахлорэтан, дихлорэтан, четыреххлористый углерод.

Процесс хлорирования проводили по методике [4,7] в среде хлороформа (или четыреххлористый углерод) пропусканием сухого газообразного хлора при температуре 0 - +5°C до исчезновения темной окраски суспензии, т.е. практически до содержания хлора, 56-65% в полимере, где протекает насыщение кратных связей полиацетилена.

Из образованного прозрачного раствора хлорированного полиацетилена непрореагировавший хлор удаляли методом отгонки. Далее, полученный продукт выделяли осаждением в горячую (80-90°C) воду, (возможно в этанол и метанол), фильтровали и сушили до постоянного веса в вакууме.

В ИК-спектрах хлорированного полиацетилена наблюдается в основном два явных изменения, это уменьшение кратных сопряженных связей при 1640 см⁻¹ и 770 см⁻¹, появление новых сигналов C-Cl связи в области 1265 (слабый) см⁻¹, 1130 (интенсивный) см⁻¹ и 960 (средний) см⁻¹, а также смещение сигналов при длине волны 3020, 1800 см⁻¹ наблюдается в области коротких волн (рис. 1.). Эти факты подтверждают о свободном вовлечении таких соединений, как хлор и кислород в основную цепь полиацетиленов.

Рисунок 1. ИК-спектры полиацетилена (1) и хлорированного полиацетилена (2)

Рисунок 2. Зависимость сигналов ЭПР от угла поворота ампулы хлорированного полиацетилена

Были сняты спектры ЭПР при различных углах поворота ампулы образца, и установлено их существенная зависимость от внешнего магнитного поля (рис. 2). Также, следует отметить зависимость спектра ЭПР для этого же образца от степени измельчения полимера, с измельчением образцов до мелкодисперсного сигнала становится более гладким. Введение хлора в цепь полиацетилена приводит к появлению нового сигнала с характеристиками: $g = 1,9788$, $H = 21,7$ Гс, $N = 2,8 \cdot 10$ спин/г. Форма линии имеет Дайсоновский характер, который часто наблюдается в металлах.

Наряду с этим, вопросы эффективных материалов и их технологии производства является актуальным. К такому классу соединений относится хлорированный полиацетилен – хлорированное производное полиацетилена.

В дальнейших исследованиях было уделено внимание процессом хлорирования полиацетилена, изучению основных физико-химических свойств полученных продуктов и использование этих особенностей при получении ценных новых продуктов, например, лаков и красок на их основе, отличающиеся высокими эксплуатационными показателями.

С целью установления основных физико-химических и прикладных свойств полученных хлорированных полиацетиленов были также рассмотрены реологические свойства их растворов в органическом растворителе, количество введенного хлора, термомеханические свойства и др.

Для количественного определения связанного хлора в зависимости от природы растворителя и температуры среды проводили элементный анализ полученных полимерных образцов. Полученные данные приведены в таблице 1.

Как видно из таблице 1 количества связанного хлора зависит от условий процесса хлорирования. Например, с повышением температуры итерирования от -5 до 0°C в среде четыреххлористого углерода количество введенного хлора колеблется 56 до 65%, однако при этом растворимая часть хлорированного полиацетилена находится в пределах от 85 до 90%. Это свидетельствует о том, что чрезмерно высокое содержание хлора в полимере нежелательно, вместе с этим этот факт является немаловажным при технологическом оформлении данного производства с целью получения лаков и красок на его основе.

Таблица 1.

Результаты элементного анализа хлорированного полиацетилена

Условия полимеризации полиацетилена		Содержание элементов, %		
Растворитель	Температура °С	Cl	C	H
1	2	3	4	5
Диоксан	0	56.52	33.64	3.73
	-5	58.12	32.83	3.13
ДМФА	0	61.23	29.46	3.58
	-5	63.71	28.91	3.31
N-МП	0	62.80	27.13	3.56
	-5	65.11	30.21	3.19

Известно, что при нарушении режима хлорировании может получиться материал, из-за недостаточной химической стойкости, непригодный для образования защитных покрытий. Стабильность хлорсодержащего полимера определяли нагреванием при 100°C нескольких граммов продукта в пробирке, у открытого конца которой помещали универсальную лакмусовую бумажку. Как было установлено лакмусовая бумага начинает краснеть через 10 - 11 минут, т.е. под воздействием температуры происходит отщепление хлористого водорода, установленный индукционный период дегидрохлорирования полимера считается достаточным, считать его изготовления химостойких лакокрасочных материалов. Естественно, данные результаты является предварительными и неокончательными, а конкретные выводы следующие: степени пригодности хлорированного полиацетилена хотя химостойких покрытий следует делать на основе данных испытаний по химической стойкости полученных пленок покрытий.

Было установлено, что хлорированный полиацетилен практически хорошо растворяется в сухих вышеперечисленных растворителях, присутствие влаги в последних приводит к незначительному помутнению их растворов.

При рассмотрении реологических свойств раствора хлорированного полиацетилена в деметилформамиде установлено, что зависимость приведенной вязкости раствора от концентрации носит прямолинейный характер и характеристическая вязкость, найденная по этой зависимости (рис. 3.) находится около 0,4 - 0,42 дл/г, что говорит о достаточно большой молекулярной массы образующихся полимеров, что составляет примерно для этого класса полимеров 80000 - 100000.

Количество остаточных двойных связей в полимере после хлорирования было найдено с помощью метода Кноппа определением бромного числа в толуоле. Найдено, что воспроизводимые результаты получаются практически в растворе (рис. 4.). Этот факт также свидетельствует о сравнительно высокой молекулярной и

сложности надмолекулярной структуры исследуемого высокомолекулярного соединения.

Рисунок 3. Зависимость приведенной вязкости раствора хлорированного полиацетилена от его концентрации в ДМФА при температуре 25°C

Рисунок 4. Зависимость бромного числа в растворе хлорированного полиацетилена при определении его остаточных двойных связей в толуоле от времени

Рисунок 5. Термомеханические кривые хлорированного полиацетилена снятые на весах Каргина

Имея в виду большое практическое значение влияния температуры на механические свойства были сняты термомеханические кривые полученного хлорполиацетилена, т. е. механизм высокоэластической деформации, который имеет ясно выраженный

релаксационный характер (рис. 5.). Термомеханическая кривая, снятая на весах Каргина имеет три четко выраженных участков, стеклообразное (в области температур 30-120°C), высокоэластическое 120-150°C и вязкотекучее начиная от 130°C и выше, присущее для линейных типичных аморфных полимеров.

Таким образом, из приведенных данных можно подчеркивать о достаточно большом молекулярном весе испытуемых образцов полимера, что дает предпосылки на возможность получения покрытий их основе с высокими механическими характеристиками.

Выводы. Состав и структура хлорированного полиацетилена изучена методом ИК-спектроскопии и ЭПР. Процесс хлорирования удовлетворительно проводить в среде хлороформа (или четыреххлористый углерод) пропусканием сухого газообразного хлора при температуре 0 - +5°C до исчезновения темной окраски суспензии, т.е. практически до содержания хлора, 56-65% в полимере, где протекает насыщение кратных связей полиацетилена. Установлено, что чрезмерно высокое содержание хлора в полимере нежелательно, вместе с этим этот факт является немаловажным при технологическом оформлении данного производства с целью получения лаков и красок на его основе.

Список литературы:

1. Benedict A. San Jose and Kazuo Akagi. Liquid crystalline polyacetylene derivatives with advanced electrical and optical properties // J. Polymer Chemistry, 2013, Issue 20, P. 5131 to 5370.
2. Kenji Watari and Hiroaki Kouza. Synthesis and Properties of Substituted Polyacetylenes Containing a Photosensitive Moiety in the Side Group // Polymer Journal, Vol. 38, No. 3, 2006, pp. 298-301.
3. Matnishyan A.A., Grigoryan L.C. Syntetic features of structure formation of polyacetylene //J. Mol. Electron. 1989.- 5.- 1.-P. 57-62.
4. Min-Hua Chen and Tse-Chuan Chou. Synthesis of polyacetylene chloride conducting polymer by using an electro-polymerization // J. Synthetic Metals, 100, 1999, p. 61.
5. Patent: USA 2014/0288243 A1 Garry L. Fields. Polyacetylene and chlorinated polyacetylene and production processes thereof. 2014.
6. Seth C. Rasmussen. The path to conductive polyacetylene // Bull. Hist. Chem., volume 39, Number 1. 2014. P. 64-72.
7. Tiwari, M., Noordermeer, J. W. M., Ooij, W. J., & Dierkes, W. K. Plasma Polymerization of Acetylene onto silica: and Approach to control the distribution of silica in single elastomers and immiscible blends. // Polymers for advanced technologies, 19(11), 2008, pp. 1672-1683.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ОБЕСФТОРЕННОГО МОНОКАЛЬЦИЙФОСФАТА ИЗ ФОСФОРИТОВ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ

Мирзакулов Холтура Чориевич

профессор Ташкентского химико-технологического института
100011, Республика Узбекистан, г. Ташкент, ул. Навои, 32
E-mail: khchmirzakulov@mail.ru

Шаймарданова Мохичехра Алмардановна

ассистент Термезского государственного университета
190100, Республика Узбекистан, г. Термез, улица Ф. Хужаев, 43

Меликулова Гавхар Эшбоевна

старший преподаватель Ташкентского химико-технологического института
100011, Республика Узбекистан, г. Ташкент, ул. Навои, 32

Хужамкулов Сахомиддин Зоирович

доцент Термезского государственного университета
190100, Республика Узбекистан, г. Термез, улица Ф. Хужаев, 43

RESEARCH OF PROCESS OF RECEPTION DEFLUORINATION MONOCALCIUMPHOSPHATE FROM PHOSPHORITES OF CENTRAL KYZYLKUM

Kholtura Mirzakulov

professor of Tashkent institute of chemical technology
100011, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Navoi st., 32

Mohichehra Shaymardanova

teacher of Termez state of university
190100, Republic of Uzbekistan, Termez, F. Khodjaev st., 43

Gavkhar Melikulova

senior lecturer of Tashkent institute of chemical technology
100011, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Navoi st., 32

Sakhomiddin Khujamkulov

associate professor of Termez state of university
190100, Republic of Uzbekistan, Termez, F. Khodjaev st., 43

АННОТАЦИЯ

Приведены результаты по получению обесфторенного монокальцийфосфата из обесфторенной и обессульфаченной экстракционной фосфорной кислоты на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов и известняка.

Приведены данные по составу и обесфторенных, обессульфаченных и упаренных экстракционных фосфорных кислот из фосфоритов Центральных Кызылкумов, их плотности и вязкости при температурах 20-80°C. Плотности фосфорных кислот с концентрацией 17-45% P₂O₅ изменяются с 1,184 г/см³ до 1,613 г/см³, вязкости с 2,252 мПа·с до 31,112 мПа·с.

Показано, что независимо от исходной концентрации кислоты (17-45% P₂O₅) монокальцийфосфат содержит не менее 53,00% P₂O₅ общ. и 27,11% CaO. С повышением концентрации исходной фосфорной кислоты с 17% до 40-45% P₂O₅ содержание фтора снижается с 1,02% до 0,24-0,28%.

ABSTRACT

Results on reception monocalciumphosphate from defluorination and desulfonation extraction phosphoric acid on the basis of phosphorites Central Kyzylkum and limestone are resulted.

Data on structure desulfonated, defluorinated and evaporated extraction phosphoric acids from phosphorites Central Kyzylkum, their density and viscosity are cited at temperatures 20-80°C. Density of phosphoric acids with concentration of 17-45% P₂O₅ change about 1,184 g/sm³ to 1,613 g/sm³, viscosity with 2,252 mPa·s to 31,112 mPa·s.

It is shown, that irrespective of initial concentration of acid (17-45% P_2O_5) monocalciumphosphate contains not less than 53,00% P_2O_5 общ., 27,11% CaO. With increase of concentration of initial phosphoric acid from 17% to 40-45% P_2O_5 the fluorine maintenance decreases 1,02% to 0,24-0,28%.

Ключевые слова: экстракционная фосфорная кислота, плотность, вязкость, известняк, обесфторенный монокальцийфосфат, пульпа, сушка.

Keywords: extraction phosphoric acid, density, viscosity, limestone, defluorination monocalciumphosphate, pulp, calcination.

Нормальная жизнедеятельность животных и птицы, их рост, развитие и продуктивность обуславливаются полноценными кормовыми рационами, сбалансированными как по энергетической и протеиновой составляющим, так и по минеральному составу [2, 3]. Фосфор занимает особое место среди химических элементов. Он входит в состав многих минералов, прежде всего, фосфатов кальция [1]. Мировое потребление кормовых фосфатов кальция превысило шесть миллионов тонн в год и продолжает ежегодно увеличиваться [5]. В связи с этим наши исследования были направлены на получение обесфторенного монокальцийфосфата из экстракционной фосфорной кислоты на основе фосфоритов Центральные Кызылкумов, которая сильно загрязнена полутормыми окислами и фтором [8, 4].

Исследования по получению обесфторенного монокальцийфосфата приводили в стеклянном реакторе, снабженном механической мешалкой и установленном в термостат. Экстракционную фосфорную кислоту предварительно очищали от сульфатов и фтора, используя фосконцентрат и соли натрия – карбонат и метасиликат [9, 6, 7]. Очищенная кислота имела состав (масс. %): P_2O_5 -16,98; SO_4 -0,23; CaO-1,58; Fe_2O_3 -0,25; Al_2O_3 -0,38; F - 0,32. В качестве кальцийсодержащего сырья использовали природный известняк Кутарминского месторождения, содержащий (масс. %): CaO -- 54,88; MgO – 0,47; SiO_2 – 0,49; Fe_2O_3 – 0,10; Al_2O_3 - 0,21; ппп – 43,76.

Концентрированные фосфорные кислоты с содержанием 25-45% P_2O_5 получены путем упарки обесфторенной и обессульфаченной экстракционной фосфорной кислоты. Составы упаренных кислот представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Химический состав упаренных фосфорных кислот

№	Химический состав, масс. %						
	P_2O_5	CaO	MgO	Fe_2O_3	Al_2O_3	SO_4^{2-}	F
1	17	2,09	0,80	0,25	0,38	0,23	0,32
2	25	2,93	1,17	0,37	0,56	0,34	0,23
3	35	4,31	1,64	0,52	0,78	0,48	0,21
4	40	4,93	1,88	0,60	0,90	0,54	0,21
5	45	5,54	2,11	0,67	1,01	0,61	0,21
6	50	6,16	2,36	0,75	1,12	0,68	0,21
7	55	6,78	2,59	0,82	1,23	0,75	0,21
8	60	7,40	2,83	0,90	1,34	0,82	0,21

Из таблицы видно, что с повышением содержания P_2O_5 в упаренных кислотах пропорционально увеличиваются содержания и других компонентов. Так содержания оксида кальция повышается с 2,09% до 5,54% при содержании 45% P_2O_5 , магния с 0,80% до 2,11%, оксида железа с 0,25% до 0,67%, оксида алюминия с 0,38% до 1,00%, сульфат ионов с 0,23% до 0,61%. Содержание фтора снижается с 0,32% до 0,21%.

Упаренная до содержания 45% P_2O_5 и выше фосфорная кислота при охлаждении до 25-30°C превращается в малоподвижную массу. Для установления реологических свойств упаренных кислот опреде-

лены плотности и вязкости обесфторенных и обессульфаченных фосфорных кислот различных концентраций. Полученные данные по плотности и вязкости приведены в таблице 2.

С увеличением содержания P_2O_5 в упаренной фосфорной кислоте плотности и вязкости повышаются, а с повышением температуры снижаются. Если исходная 17% по P_2O_5 обесфторенная и обессульфаченная экстракционная фосфорная кислота имеет плотность 1,184 г/см³ при 20°C, то кислота с содержанием 45% P_2O_5 имеет плотность 1,613 г/см³. Повышение температуры с 20°C до 80°C приводит к снижению плотности кислоты с содержанием 45% P_2O_5 с 1,613 г/см³ до 1,584 г/см³.

Таблица 2.

Влияние концентрации и температуры на плотность и вязкость упаренных фосфорных кислот

№	Концентрация ЭФК	Плотность, г/см ³				Вязкость, мПа·с			
		20°C	40°C	60°C	80°C	20°C	40°C	60°C	80°C
1	17	1,184	1,173	1,166	1,163	2,252	1,490	1,036	0,828
2	25	1,320	1,308	1,300	1,297	3,992	2,641	1,836	1,468
3	35	1,434	1,421	1,412	1,409	9,510	6,292	4,375	3,497
4	40	1,527	1,513	1,504	1,500	18,687	12,364	8,597	6,871
5	45	1,613	1,598	1,588	1,584	31,112	20,585	14,313	11,439
6	50	1,687	1,671	1,661	1,657	65,767	43,514	30,256	24,181

Изменения вязкости упаренных кислот аналогичны изменениям плотности. Вязкость кислоты с содержанием 17% P_2O_5 составляет 2,252 мПа·с, а с содержанием 45% P_2O_5 31,112 мПа·с при температуре 20 °С и снижаются до 0,828 мПа·с и 11,439 мПа·с, соответственно при температуре 80 °С.

Для разложения известняка использовали обесфторенные, обессульфаченные и упаренные до со-

держания 25-45% P_2O_5 кислоты. Исследовано влияние концентрации и нормы фосфорной кислоты на химический состав пульпы и обесфторенного монокальцийфосфата.

Влияние нормы фосфорной кислоты с концентрацией 17-45% P_2O_5 на состав пульп монокальцийфосфата приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Влияние нормы и концентрации фосфорной кислоты на химический состав пульпы монокальцийфосфата

№	Норма кислоты, %	ЭФК, % P_2O_5	Химический состав, масс. %						
			P_2O_5	CaO	MgO	Fe_2O_3	Al_2O_3	SO_4^{2-}	F
1	95	17	15,76	8,48	0,94	0,23	0,35	0,21	0,30
	100		15,88	8,22	0,94	0,24	0,36	0,22	0,30
	110		15,98	7,65	0,93	0,24	0,38	0,22	0,30
2	95	25	22,45	11,95	1,35	0,34	0,50	0,31	0,20
	100		22,69	11,60	1,35	0,34	0,51	0,31	0,21
	110		22,88	10,88	1,33	0,34	0,51	0,31	0,21
3	95	35	30,19	16,25	1,82	0,45	0,68	0,41	0,18
	100		30,64	15,85	1,82	0,46	0,69	0,42	0,19
	110		31,06	14,96	1,81	0,46	0,70	0,42	0,19
4	95	40	33,85	18,22	2,04	0,51	0,76	0,46	0,18
	100		34,40	17,80	2,04	0,51	0,77	0,47	0,18
	110		34,85	16,78	2,03	0,52	0,78	0,47	0,18
5	95	45	37,36	20,10	2,26	0,56	0,84	0,51	0,17
	100		38,04	19,68	2,26	0,57	0,85	0,52	0,18
	110		38,58	18,58	2,24	0,58	0,86	0,53	0,18

С повышением нормы кислоты с 95% до 110% незначительно повышаются содержания P_2O_5 и CaO, содержания примесных компонентов повышаются на десятки доли процента, независимо от концентрации фосфорной кислоты. При концентрации кислоты 25% P_2O_5 содержание P_2O_5 повышается с 22,45% при

норме 95% до 22,88% при норме 110% на образование монокальцийфосфата. После сушки содержание P_2O_5 в монокальцийфосфате изменяется с 51,97% до 54,99% (табл. 4). При этом содержание CaO составляет 25,63-28,24%, фтора 0,25-1,02%.

Таблица 4.

Влияние нормы и концентрации кислоты на состав монокальцийфосфата

№	Норма кислоты, %	ЭФК, % P_2O_5	Химический состав монокальцийфосфата, масс. %						
			P_2O_5	CaO	MgO	Fe_2O_3	Al_2O_3	SO_4^{2-}	F
1	95	17	52,32	28,16	3,14	0,78	1,17	0,71	0,98
	100		53,23	27,55	3,16	0,79	1,19	0,72	1,00
	110		54,53	26,27	3,18	0,82	1,22	0,74	1,02
2	95	25	52,18	27,77	3,13	0,78	1,17	0,71	0,47
	100		53,01	27,11	3,15	0,79	1,19	0,72	0,47
	110		53,88	25,63	3,14	0,81	1,20	0,73	0,48

3	95	35	51,97	27,98	3,12	0,77	1,16	0,70	0,31
	100		53,02	27,44	3,15	0,79	1,18	0,72	0,32
	110		54,94	26,46	3,20	0,82	1,22	0,74	0,33
4	95	40	52,22	28,11	3,14	0,78	1,16	0,71	0,27
	100		53,04	27,45	3,15	0,79	1,18	0,72	0,27
	110		54,86	26,43	3,20	0,82	1,22	0,74	0,28
5	95	45	52,47	28,24	3,15	0,78	1,17	0,71	0,24
	100		53,01	27,43	3,15	0,79	1,18	0,72	0,25
	110		54,99	26,49	3,20	0,82	1,23	0,74	0,26

Повышение концентрации фосфорной кислоты способствует снижению содержания фтора в готовом продукте. Однако, этого недостаточно для получения монокальцийфосфата кормовой чистоты.

Таким образом, проведенные исследования показали возможность получения монокальцийфосфата на основе обесфторенной и обессульфаченной экстракционной фосфорной кислоты из фосфоритов Центральных Кызылкумов. Монокальцийфосфат

независимо от исходной концентрации кислоты содержит 51,97-54,99% P_2O_5 , 25,63-28,24% CaO. Содержание фтора составляет 0,24-1,02%. Чем выше концентрация исходной фосфорной кислоты, тем ниже содержание фтора в монокальцийфосфате. Для получения монокальцийфосфата кормовой чистоты необходимо проводить более глубокую очистку экстракционной фосфорной кислоты из фосфоритов Центральных Кызылкумов от фтора.

Список литературы:

1. Дегтярёв В. Эффективность монокальцийфосфата при кормлении животных. //Молочное и мясное скотоводство. 2003. 2. с 7-10.
2. Кальницкий Б.Д. Минеральные вещества в кормлении животных. Л.: Агропромиздат, 1985.
3. Кармышов В.Ф., Соболев Б.П., Носов В.Н. Производства и применение кормовых фосфатов. М.: Химия, 1987.
4. Кочетков С.П., Смирнов Н.Н., Ильин А.П. Концентрирование и очистка экстракционной фосфорной кислоты. Иваново, 2007. 304 с.
5. Литусова Н.М. Технология получения кормовых фосфатов кальция в гранулированном виде на основе мела и экстракционной фосфорной кислоты. Дисс. ... канд. техн. наук. Москва, 2004. 136 с.
6. Мирмусаева К.С. Технология производства ортофосфатов натрия на основе экстракционной фосфорной кислоты из фосфоритов Центральных Кызылкумов. Дисс. ... канд. тахн. наук. Ташкент. 2011. 169 с.
7. Патент № IAP 05054 (UZ). C05B3/00. Способ получения кормового преципитата. Х.Ч.Мирзакулов, И.И.Усманов, Б.Б.Садыков, Н.В.Волынскова, Г.Э.Меликулова, Ш.И.Умаров. Опубл. 2015. Бюл. № 7.
8. Tsh 6.6-21:2013. Кислота ортофосфорная экстракционная. Технические условия. Ташкент, 2013. 5 с.
9. Хужамкулов С.З. Разработка технологии обесфторивания экстракционной фосфорной кислоты из термоконцентрата Центральных Кызылкумов с получением фторидов натрия и кальция. Дисс. ... канд. техн. наук. Ташкент, 2009. 135 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**Джахангирова Гулноза Зинатуллаевна***д-р философии, (PhD) техника, Ташкентский химико-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент, ул. Навои, 32
E-mail: djaxangirova77@mail.ru***Акбарова Нодира Абдувасиковна***старший преподаватель, Ташкентский химико-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент, ул. Навои, 32***Агзамова Нозима Атабековна***старший преподаватель, Ташкентский химико-технологический институт
1011, Республика Узбекистан, г. Ташкент, улица Навои, дом 32***RESEARCH OF PLANT WASTES AS ENERGY SOURCES****Gulnoza Djakhangirova***Doctor of Philosophy (PhD) Technics, Tashkent chemical-technological institute,
Republic of Uzbekistan, Tashkent, Navoi st. 32***Nodira Akbarova***senior lecturer, Tashkent chemical-technological institute,
Republic of Uzbekistan, Tashkent, Navoi st. 32***Nozima Agzamova***senior lecturer, Tashkent Institute of Chemistry and Technology
1011, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Navoi str., 32***АННОТАЦИЯ**

В данной работе отражены исследования по биоконверсии лигноцеллюлозных субстратов соломы пшеницы и ячменя с целью подготовки ценных кормов для животноводства и этанола путем биоконверсии термофильными ассоциатами микроорганизмов, культивируемых на среде, содержащих пшеничные отруби и рисовую лузгу. При осахаривании целлюлозы наличие нежелательных компонентов – не только лигнина, но и гемицеллюлозы и протопектина и других соединений – существенно влияет на эффективность биоконверсии целлюлозы. Проблема делигнификации целлюлозы решается различными физическими, химическими и биохимическими способами. Делигнификация отходов сельского хозяйства имеет важное значение в использовании лигниноцеллюлозного сырья Узбекистана при производстве биоэтанола.

ABSTRACT

Nowadays, the problem of renewable fuel has reached hundreds of billions liters, which of course cannot cover the needs of civilization, even by 10%. The Republic of Uzbekistan is rich in cellulose containing raw materials, it is agricultural waste, as well as food industry, which are currently used as fuel. Wastes from the food industry of agriculture and other industries have not found effective applications. Bioconversion of lignocellulosic substrates of wheat and barley straw is being studied in this work with the aim of preparing valuable feeds for livestock and ethanol by bioconversion with thermophilic associates of microorganisms cultivated on medium containing wheat bran and rice husk. In the saccharification of cellulose, the presence of undesirable components of not only lignin, but also hemicellulose and protopectin and other compounds significantly affect the bioconversion efficiency of cellulose. The problem of delignification of cellulose is solved by various physical, chemical and biochemical methods. Delignification of cotton waste is important in the use of lignocellulosic raw materials of Uzbekistan in the production of bioethanol.

Ключевые слова: биоконверсия, биоэтанол, лигноцеллюлозные субстраты, микроорганизм, осахаривание, стебель, целлюлоза.

Keywords: bioconversion, lignocellulosic substrates, cotton boxes, stem, bioethanol, microorganism, cellulose.

Основными положениями энергетической программы всех стран планеты предусмотрено на первом этапе ее реализации создать материально-техническую базу для широкого применения нетрадиционных источников энергии. Существует несколько путей вовлечения растительных отходов в целевые процессы биоконверсии. Так, возможно более полное усвоение жвачными животными грубых целлюлозосодержащих кормов после их соответствующей физической, химической или ферментативной предобработки. Получение легкоусвояемых сахаров из лигноцеллюлозных отходов – этот путь утилизации растительных полимеров предполагает разработку эффективной технологии непрерывного получения глюкозы из целлюлозы. В дальнейшем возможна конверсия глюкозы во фруктозу и использование ее в пищевой промышленности или в качестве сырья для микробиологического синтеза различных целевых продуктов. Особого внимания, по мнению специалистов, заслуживает получение из ферментативных гидролизатов целлюлозы биоэтанола. В качестве основного сырья для производства биоэтанола до последнего времени использовали кукурузу и сахарный тростник. Традиционно эти культуры более распространены в США и Бразилии, поэтому именно эти страны производят в настоящее время биоэтанол.

Установлено, что обычный спирт и «целлюлозный спирт» являются одинаковым продуктом, полученным с использованием различного сырья и технологических процессов. Обычный этанол добывают из крахмала, содержащегося в зерновых культурах. «Целлюлозный спирт» производят из разнообразного целлюлозосодержащего сырья, главным образом из отходов сельского хозяйства (стебли, корочки хлопчатника, солома, опилки, отходы бумажной целлюлозы и др.). Целлюлозная биомасса состоит из целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина и небольшого количества белков, липидов и минеральных веществ. Приблизительно 60-65% сухих веществ целлюлозной биомассы представлено целлюлозой и гемицеллюлозой. Среди многочисленных методов производства этанола из целлюлозы можно выделить два основных варианта переработки, позволяющие получить пригодные для брожения простые сахара, необходимые для получения спирта: это производство гидролизного спирта на гидролизных заводах и ферментативный гидролиз. Существует два наиболее часто используемых процесса кислотного гидролиза: гидролиз разбавленной и концентрированной кислотой. Процесс гидролиза разбавленной кислотой (1,0 %-ной серной кислотой) происходит при высокой температуре (215°C) и давлении в течение нескольких минут.

При гидролизе концентрированной кислотой применяют сравнительно мягкие температурные режимы (60°C) и давление. Продолжительность значительно дольше, чем с применением разбавленной кислоты (2-6 час). Использование при гидролизе концентрированной серной кислоты обеспечивает быстрое расщепление целлюлозы до глюкозы, а гемицеллюлоз – до пентозы с небольшим разложением саха-

ров. Процесс позволяет минимизировать потери сахаров и проводить восстановление кислоты для повторного ее использования.

Недостатки гидролизных способов производства этанола:

В первом варианте при применении для гидролиза разбавленной кислоты (1,0% раствор H_2SO_4) и высокой температуры (215°C) в течение нескольких минут отмечаются следующие недостатки:

- большие затраты тепла на гидролиз;
- большие потери моносахаридов за счет их разложения в реакционной зоне до фурфурола, оксиметил фурфурола, образовавшаяся глюкоза уплотняется до ди-, трисахаридов (ревертоз). Происходит карамелизация и потеря сбраживаемых сахаров, эти вещества ингибируют дрожжи при спиртовом брожении.

Во втором варианте при гидролизе целлюлозы концентрированной (70%) серной кислотой процесс происходит при низком давлении и низкой температуре – 60°C.

Недостатки: в этом варианте необходимо высушивать растительное сырье, регенерировать кислоту, применять дефицитные материалы для защиты оборудования от коррозии и сложное металлоемкое оборудование.

Кислотный гидролиз связан с большим расходом воды, тепла, экономически малоэффективен и не является экологически чистой технологией.

Получение легкоусвояемых сахаров из лигноцеллюлозы отходов сельского хозяйства, хлопководства, зернового производства и пищевой промышленности – этот путь утилизации растительных полимеров предполагает разработку эффективной технологии непрерывного получения глюкозы из целлюлозы. В дальнейшем возможна конверсия глюкозы во фруктозу и использование ее в пищевой промышленности или в качестве сырья для микробиологического синтеза различных целевых продуктов. Особого внимания, по мнению специалистов, заслуживает получение из ферментативных гидролизатов целлюлозы биоэтанола. Биоэтанол (или топливный этанол) в отличие от спирта, из которого изготавливаются алкогольные напитки, не содержит воды и производится путем укороченной дистилляции, поэтому содержит метанол и сивушные спирты, а также бензин, что делает его непригодным для питья. Биоэтанол – возобновляемое топливо, сырье для снабжения этанолом можно выращивать каждый год, тогда как для производства энергетических источников на основе окаменелого топлива требуются миллионы лет.

В настоящее время основные положения энергетической программы всех стран планеты нацелены на создание материально-технической базы для широкого применения нетрадиционных источников энергии. Важным фактором, определяющим расщепление высокоорганизованных лигноцеллюлозных субстратов, является их надмолекулярная структура, которая представляет собой сложный матрикс, состоящий из лигнина, гемицеллюлозы, связанных ковалентной связью между собой и целлюлозой и протопектином. Целлюлозные фибриллы погружены в

лигногемицеллюлозный матрикс. Лигнин делает целлюлозу и гемицеллюлозу плохо перевариваемыми животными. Таким образом, проблема биоконверсии целлюлозы и гемицеллюлозы связана с процессом делигнификации.

Существуют различные способы разрушения лигногемицеллюлозного матрикса: химические, физические, ферментативные. Наиболее приемлемым способом является ферментативный способ гидролиза лигнина. С целью выделения лигнина используют способ «парового взрыва». В данной работе исследовали влияние химического способа на расщепление лигнина в качестве контроля за ферментативным гидролизом [1].

Биоконверсию лигнина проводили базидальными грибами, характеризующимися лигниназной, ксиланазной и целлюлолитической активностью.

При обмолоте зерна злаковых и бобовых культур получают грубый корм – солому. В ней много клетчатки (33-42%), мало протеина (3-7%) и жира (1,3-2,3%). Питательные вещества, содержащиеся в соломе, заключены в прочный лигнин-целлюлозный

комплекс, который слабо разрушается в желудочно-кишечном тракте животных. Например, жвачные животные переваривают органические вещества соломы на 40-50%, лошади – на 20-30%. Чем выше содержание в соломе клетчатки, тем ниже ее кормовое достоинство. Поэтому целесообразно использовать солому для производства биотоплива: из целлюлозы, содержащейся в соломе, может производиться биоэтанол; биотопливо может производиться из соломы методом газификации; солому можно спрессовывать в топливные гранулы.

В соломе определяли количество целлюлозы и лигнина. Исследованы два образца отходов, которые высушивали, размалывали до частиц размером 1 мм, после чего определяли целлюлозу по модифицированному методу Ермакова А.И., лигнин – по Вильштетеру и Цехмейстеру [2]. Полученные данные приведены в таблице 1. Исследовали 2 образца соломы пшеницы и 2 образца соломы ячменя. Результаты приведены в таблице 1 (анализ на содержание целлюлозы и лигнина проводили в трех повторностях, в таблице приведены средние данные).

Таблица 1.

Содержание целлюлозы и лигнина в соломе пшеницы и ячменя

Субстрат	Количество соломы в грам.	Количество целлюлозы в %	Количество лигнина в %
Образец 1. Солома пшеницы	3	44,8	24,7
Образец 2. Солома пшеницы	3	45,2	24,5
Образец 1. Солома ячменя	3	38,4	22,2
Образец 2. Солома ячменя	3	39,3	21,9

Как видно из результатов анализа, в соломе ячменя содержание целлюлозы и лигнина значительно меньше, чем в соломе пшеницы, что, по-видимому, зависит от вида растений, климата, способов уборки, обмолота, хранения и других факторов. Процесс биоконверсии лигноцеллюлозных отходов в соломе пшеницы и ячменя проводили базидальными микроскопическими грибами.

Исследованиями установлено, что добавление к 15 г соломы 5 г пшеничных отрубей почти в 5 раз

увеличило степень гидролиза целлюлозы и составило 22,3%; 21,2% по сравнению с опытом 1; 3, куда не добавляли.

Исследования показали неполноценность питательной среды, разбавленной в 2 раза, для культивирования базидальных грибов при использовании только стеблей, и в последующих опытах было необходимо добавлять отходы пищевой промышленности – пшеничные отруби или рисовую лузгу.

Таблица 2.

Биоконверсия лигноцеллюлозных отходов соломы пшеницы и ячменя базидальными грибами

№	Субстрат: солома пшеницы и ячменя	Количества соломы в г	Количество целлюлозы в г	Р. В. г/л	Степень гидролиза целлюлозы в %
1.	Глубин. культ.: солома пшеницы (стебли)	20	5,0	0,240	4,2
2.	Глубин. культ.: солома пшеницы (стебли) 15 г с добавлением 5 г пшеничных отрубей	20	5,0	1,165	22,3
3.	Глубин. культ.: солома ячменя (стебли)	20	5,0	0,240	3,8
4.	Глубин. культ.: солома ячменя (стебли) 15 г с добавлением 5 г пшеничных отрубей	20	5,0	1,165	21,2

В ходе исследований появился высокостабильный целлюлозный комплекс для высокоэффективного гидролиза лигноцеллюлозной биомассы, что позволит ускорить процессы биоконверсии растительной биомассы. Базидиомицеты являются хоро-

шим продуцентом внеклеточных ферментов в постэкспоненциальную фазу роста. Дальнейшее их культивирование в заданных условиях позволит значительно ускорить процесс биоконверсии целлюлозы в связи с поддержанием их в условиях «сверхсинтеза» целлюлаз и др. ферментов.

Список литературы:

1. Ахмедова З.Р. Целлюлолитические, ксилитолитические и лигнинолитические ферменты базидальных грибов и их взаимосвязь в разложении лигниноцеллюлозных субстратов: Дисс. на соиск. уч. ст. д-ра биол. наук. – Ташкент, 1999. – С. ?
2. Петров К.П. Практикум по биохимии пищевого растительного сырья. – М.: Пищепром, 1965. – С. 214-216.

**ОДНОСТОРОННИЕ ФОСФОРНЫЕ УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ РАЗЛОЖЕНИЯ
ЗАБАЛАНСОВОЙ РУДЫ ФОСФОРИТОВ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ
УПАРЕННОЙ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТОЙ
В ЖИДКОФАЗНОМ РЕЖИМЕ**

Нуъмонов Бахтиёржон Омонжонович

*младший научный сотрудник лаборатории фосфорных удобрений
Институт общей и неорганической химии АН Республики Узбекистан
100170, г. Ташкент, Узбекистан, ул. М.Улугбека, 77-а,
E-mail: kimyojar1985@mail.ru*

Холмуродов Жамшидбек Эркинович

*младший научный сотрудник, лаборатории фосфорных удобрений
Институт общей и неорганической химии АН Республики Узбекистан
100170, г. Ташкент, Узбекистан, ул. М.Улугбека, 77-а,
E-mail: igic@rambler.ru*

Алимов Умарбек Кадырбергенович

*кандидат технических наук, Тяньзинский университет науки и технологии,
300457, г. Тяньзинь, Китайская Народная Республика,
E-mail: umaralihonalimov@mail.ru*

Намазов Шафаат Саттарович

*заведующий лабораторией «Фосфорные удобрения»,
Институт общей и неорганической химии АН Республики Узбекистан
100170, г. Ташкент, Узбекистан, ул. М.Улугбека, 77-а,
E-mail: igic@rambler.ru*

Отабоев Хусан Абдусобирович

*младший научный сотрудник лаборатории фосфорных удобрений
Институт общей и неорганической химии АН Республики Узбекистан
100170, г. Ташкент, Узбекистан, ул. М.Улугбека, 77-а,
E-mail: igic@rambler.ru*

**UNARY PHOSPHATE FERTILIZERS BASED ON BALANCED
OFF ORE CENTRAL KYZYL KUM PHOSPHORITE DECOMPOSITION
WITH EVAPORATED WET PROCESS PHOSPHORIC ACID IN LIQUID PHASE REGIME**

Bakhtiyorjon Numonov

*Junior scientific fellow of Phosphate Fertilizer laboratory of Institute of General and Inorganic Chemistry,
Uzbek Academy of Sciences,
100170, Uzbekistan, Tashkent, 77-a, Mirzo Ulugbek str.*

Jamshidbek Holmurodov

*Junior scientific fellow of Phosphate Fertilizer laboratory of Institute of General and Inorganic Chemistry,
Uzbek Academy of Sciences,
100170, Uzbekistan, Tashkent, 77-a, Mirzo Ulugbek str.*

Umarbek Alimov

*PhD, Tianjin University of Science and Technology, Tianjin
300457, P. R. China*

Shafaat Namazov*Head of Phosphate fertilizer laboratory, Institute of General and Inorganic Chemistry of Uzbek Academy Science,
100170, Uzbekistan, Tashkent, 77-a, Mirzo Ulugbek str.***Husan Otaboyev***Junior scientific fellow of Phosphate Fertilizer laboratory of Institute of General and Inorganic Chemistry,
Uzbek Academy of Sciences,
100170, Uzbekistan, Tashkent, 77-a, Mirzo Ulugbek str.*

АННОТАЦИЯ

В работе изучен процесс получения двойного суперфосфата путем разложения минерализованной массы 400; 450 и 500%-ной нормой концентрированной 40,76% - ной экстракционной фосфорной кислотой. Определены коэффициенты разложения фосфатного сырья и химический состав готового продукта. Установлена степень распределения составных компонентов кальцийфосфатной пульпы по недоразложенной части, кислого монокальцийфосфата и маточного раствора. Показано, что на основе нейтрализации кислого монокальцийфосфата из фосфоритов Центральных Кызылкумов природным мелом можно получить двойной суперфосфат, содержащий 51,79-53,57 % P_2O_5 и имеющий прочность гранул не менее 2 МПа. Полученный продукт по качеству соответствует требованиям ГОСТ на двойной суперфосфат марки А.

ABSTRACT

Preparation process of triple superphosphate using decomposition of mineralized mass with 400; 450 and 500% amount of wet-process phosphoric acid containing 40.76% of P_2O_5 has studied in this article. Decomposition coefficient of phosphate raw and chemical composition of final product have determined. Distribution extent of calcium phosphate slurry's component on undecomposed part, acid mono basic calcium phosphate and mother solution was established. It was shown that on the basis of the neutralization of acid mono basic phosphate obtained from Central Kyzyl Kum phosphorite with natural chalk can produce triple superphosphate possessing 51.79-53.57 % total P_2O_5 and strength no less 2 MPa. The product obtained meet requirement of State standard quality to triply superphosphate brand A.

Ключевые слова: фосфорит, минерализованная масса, экстракционная фосфорная кислота, кристаллизация, монокальцийфосфат, нейтрализация.

Keywords: phosphorite, mineralized mass, wet-process phosphoric acid, crystallization, monobasic calcium phosphate, and neutralization.

В настоящее время развитие основных отраслей сельского хозяйства Республики Узбекистан базируется на выращивании хлопка-сырца, пшеницы и овощебахчевых культур. Эти виды сельхоз культур требуют внесения значительного количества минеральных удобрений, включая фосфорных. Известно, что односторонние удобрения - простой и двойной суперфосфаты наиболее эффективны, когда их вносят под зябь. Поэтому 60-70% от годовой нормы внесения фосфорных удобрений под хлопчатник нужно вносить под зябь, под овощные культуры 75%, а под зерновые культуры – все 100% [13]. Если иметь ввиду, что АО «Аммофос-Максам» производит аммофос (10% N; 46% P_2O_5), супрефос-NS (8-15% N; 20-24% P_2O_5), аммоний сульфатфосфат (15-19% N; 4-23% P_2O_5), PS-Агро (4-6% N; 34-41% P_2O_5), кормовые фосфаты аммония (12% N; 53-55% P_2O_5), обогащенный суперфосфат (2,5% N; 18-26% P_2O_5) и сульфат аммония (21% N), доля односторонних фосфорных в них составляет всего лишь 85% от валового.

Производимые промышленностью азотнофосфорные удобрения никак не вписываются в научно-обоснованное распределение годовой нормы минеральных удобрений по агротехническим срокам их внесения. Азотные удобрения необходимо вносить перед севом, с севом и при подкормке. Азот не должен вноситься под осеннюю зяблевую пахоту, по-

тому что до сева он вымывается из почвы талыми водами, а фосфорные удобрения наиболее эффективны, когда они вносятся именно под зяблевую пахоту.

Кроме того, причина обостряется нехваткой качественного фосфатного сырья, при потребности сельского хозяйства в фосфорных удобрениях 746 тыс.т в год 100%-ного P_2O_5 . Тогда как все три ныне действующие в республике химические предприятия: АО «Аммофос-Максам», «Самаркандкимё» и «Кокандский суперфосфатный завод» ежегодно производят около 135-140 тыс.т. в год фосфорных удобрений в виде 100 %-ного P_2O_5 . Это обусловлено тесной связью с низким качеством исходной руды.

Фосфориты Центральных Кызылкумов по своему минералогическому и химическому составу резко отличаются от зарубежных аналогов [16]. Фосфориты крупнейших месторождений Африкано-Аравийской фосфоритовой провинции, перерабатываемые на предприятиях Марокко, Алжира, Туниса, Иордании, Израиля, Египта и Ирана содержат 20-30% P_2O_5 , а товарные концентраты 30-35% P_2O_5 [14]. Данный вид сырья легко обогащается термическим способом, согласно которому после обжига при 680-980 °С оно обрабатывается водой или соевыми растворами (можно использовать и морскую воду) с последующим отделением гидроксида кальция [4; 16; 17; 18; 19]. Однако тесное вкрапление кальцитового минерала с мелкими фосфатными фаунами делает

руды из фосфоритов Центральных Кызылкумов труднообогатимой известными способами. В данном случае руду с высоким содержанием карбонатов (до 17% CO_2) с 2005 по 2014 года и до сегодняшнего дня на Кызылкумском фосфоритовом комбинате (КФК) перерабатывают согласно действующей комбинированной технологической линии сухого и мокрого грохочения фосфорита по классу 5 мм с выводом в отвал фракции +5 мм (забалансовая руда с содержанием 12-14% P_2O_5), что составляет 9,6% от исходной руды; обесшламливанием потока -0,5 мм в три приема на гидроциклонах. Обесшламливание осуществляется по граничному зерну 0,02 мм. При этом в отвал удаляются бедные шламы, а в качестве концентрата готовится фракция -0,5 +0,02 мм (содержание P_2O_5 - 23-25%) далее следуют стадии фильтрования мытого концентрата с отмывкой от хлора; сушка мытого концентрата до влажности менее 7%, направляемого в отделение обжига для получения мытого обожженного концентрата с выходом 58% от исходной руды (25-26% P_2O_5), при котором образуется 4,1% пылевидной фракции (18-20% P_2O_5) в виде отхода; сгущение шламов, возврат осветленной воды (слив сгустителя), удаление сгущенных шламов в количестве 28,3% от общего, так называемых шламовых фосфоритов (8-10 % P_2O_5) в хвостохранилище.

Исходя из вышеуказанного видно, что объем отхода составляет около 42%, из которого забалансовая руда – минерализованная масса достигает 13 млн. тонн.

В связи с нехваткой фосфорных удобрений в Республике данный вид отхода может стать альтернативой для выхода из острой ситуации. При этом вопрос выбора методов его переработки становится наиболее актуальным.

Дело в том, что существующие традиционные методы переработки этой руды, такие как азотно- и сернокислотные, не приемлемы. Но если сырье является нетрадиционным, то и для него необходимо найти нетрадиционный подход, который со временем станет классическим.

В последнее время относительно переработки бедных фосфатных руд в стандартные фосфорные удобрения разрабатывается циклический жидкофазный способ. Данный способ не требует качественного сырья, т.е., любой вид фосфата может перерабатываться в ожидаемый продукт с высокими технико-экономическими показателями и низкими теплоэнергетическим и материальными затратами.

Сущность циклического способа заключается в максимальном разложении (91-96%) природного фосфорита фосфорной кислотой при ее высокой норме $\geq 300\%$ от стехиометрии с последующим охлаждением и отделением монокальцийфосфата (МКФ) в фосфорной кислоте, нейтрализацией последнего и возврата маточного раствора в цикл разложения очередной партии фосфорита [9].

В работе [5] представляется принципиальная возможность получения двойного суперфосфата марки А путем разложения Чилисайского бедного фосфорита (17,7% P_2O_5) высокой 450-550%-ной нормой термической фосфорной кислоты концентрацией 40-

42% P_2O_5 при температуре 80-95 °С. Кристаллизация МКФ проводилась при 40 °С в течение 90 мин. Затем кристаллы МКФ с содержанием 28,7-31,3% свободной H_3PO_4 были нейтрализованы известняком и гранулированы на лабораторном чашевом грануляторе. Готовый продукт содержит (масс. %): $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ}}$ 51,50; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{свб}}$ 49,30; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{водн}}$ 47,20; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{своб}}$ 0,7; влаги 2,80.

В работе [12] предлагается жидкофазный способ получения МКФ на основе графических расчетов. Найдены следующие оптимальные условия ведения процесса: норма термической фосфорной кислоты – 450-500%; концентрация кислоты – 40% P_2O_5 ; температура разложения – 95 °С; температура кристаллизации – 40 °С. В качестве вторичного фосфатного сырья были использованы Каратауские фосфориты месторождения Кокджон и Коксу. Для нейтрализации кислого продукта предлагается использовать аммиачную воду и оксид кальция. При этом химический состав продуктов составляет (масс. %): $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ}}$ 54,28; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{свб}}$ 52,23; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{водн}}$ 52,14; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{своб}}$ 3,01 и $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ}}$ 54,53; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{свб}}$ 51,11; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{водн}}$ 51,13; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{своб}}$ 3,97 соответственно. В отличие от второго продукта, в первом содержится 3,54% азота. Выявлено, что гранулы двойного суперфосфата, полученные при нейтрализации оксидом кальция, оказались менее твердыми, чем гранулы аммонизированного монокальцийфосфата.

В работе [9] приводятся результаты исследования процесса разложения Кингиссепского флотоконцентрата состава (масс. %): P_2O_5 – 28,90; CaO – 43,00; R_2O_3 – 1,5; MgO – 1,90, как термической, так и экстракционной фосфорной кислотами с концентрациями 55-65% P_2O_5 , взятыми в количестве 400-600% от стехиометрии на образование монокальцийфосфата. При этом температура процесса разложения сырья поддерживается около 110-130 °С в течение 1-1,5 часов. После кристаллизации, аммонизации и сушки твердого осадка получен двойной суперфосфат следующего состава (масс. %): $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ}}$ – 51-54; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{свб}}$ – 50-52,5; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{водн}}$ – 39-50,7; N – 2,0-5,9; CaO – 13-14.

Следует отметить, что все вышеописанные циклические способы получения двойного суперфосфата базируются лишь только на дорогостоящую термическую фосфорную кислоту, либо требуется предварительная очистка экстракционной фосфорной кислоты, что отрицательно сказывается на себестоимости готового продукта.

Однако поводом вовлечения забалансовой руды в циклический способ стали ранее изученные работы [1-3]. Процесс разложения фосфоритов Центральных Кызылкумов осуществляется упаренной ЭФК концентрацией 35,69; 41,2 и 44,98% P_2O_5 при нормах 200-600% от стехиометрии на монокальцийфосфат в течение 60 мин и температуре 95 °С. Результаты исследований показали о возможности получения высококонцентрированных односторонних и комплексных фосфорсодержащих удобрений, полученных на основе нейтрализации кислого монокальцийфосфата мелом и водным (25%) раствором аммиака, с составом в пределах 50,51-53,56% P_2O_5 ; 44,15-49,05% P_2O_5 и 53,01-57,40% P_2O_5 ; 9,31-11,41% N . Данные виды

продуктов обладают высокой статической прочностью от 1,92 до 4,86 МПа и 3,24 до 4,31 МПа соответственно для односторонних и комплексных фосфорсодержащих удобрений. По установленному составу их можно рекомендовать для использования под зябь, при посеве и подкормке, т.е. они пригодны для всех агрохимических сроков внесения минеральных удобрений.

Целью настоящего исследования явилось получение одностороннего фосфорного удобрения стандартного качества путем разложения минерализованной массы из фосфоритов Центральных Кызылкумов избыточной нормой ЭФК по рециркуляционной схеме.

В исследовании была использована минерализованная масса состава (вес. %): 14,33 P₂O₅; 43,02 CaO; 1,19 MgO; 1,38 Fe₂O₃; 1,18 Al₂O₃; 2,22 SO₃; 14,70 CO₂ и не упаренная ЭФК (вес. %): 18,44 P₂O₅; 0,21 CaO; 0,44 MgO; 0,33 Fe₂O₃; 0,79 Al₂O₃; 1,50 SO₃. ЭФК концентрировали методом упарки. Полученную фосфорную кислоту охлаждали до комнатной температуры и отделяли из нее выпавший осадок. Концентрированная ЭФК имела следующий состав (масс. %): 40,76 P₂O₅; 0,035 CaO; 0,74 MgO; 0,81 Fe₂O₃; 0,84 Al₂O₃; 3,84 SO₃общ.

Циклический способ получения концентрированных фосфорных удобрений базируется на следующих стадиях:

1. Разложение фосфатного сырья упаренной экстракционной фосфорной кислотой;
2. Отделение недоразложенной части фосфатного сырья от жидкой фазы;
3. Охлаждение жидкой фазы для кристаллизации монокальцийфосфата;
4. Отделение кислого монокальцийфосфата от маточного раствора;
5. Нейтрализация кислого монокальцийфосфата.

Лабораторные опыты были проведены в термостатированном реакторе, снабженном лопастной мешалкой. Температура в термостате составляла 90°C. Норму ЭФК варьировали в пределах 400-500% от стехиометрии на образование МКФ согласно ниже следующей реакции, где фосфорная кислота вначале реагирует с карбонатом кальция,

а затем с основными фосфатными составляющими:

Фосфатное сырье вносили в реактор с навеской ЭФК. Продолжительность процесса разложения с момента окончания загрузки фоссырья – 30 минут. После завершения процесса разложения содержимое в реакторе разделяли на твердую и жидкую фазы методом фильтрации на воронке Бюхнера при разрежении 160 мм.рт.ст. или 0,02 атм.

В ходе эксперимента определена скорость фильтрации фосфатной пульпы по жидкой и твердой фазам. Также рассчитан коэффициент разложения сырья в зависимости от нормы ЭФК при неизменной температуре - 90°C. Для этого твердую фазу трехкратно промывали горячей водой, а затем ацетоном. Определением в промытом сухом осадке общей и водной форм P₂O₅ рассчитывали коэффициент разложения сырья (K_p) по формуле:

$$K_p = 100 - \frac{(\text{P}_2\text{O}_5 \text{ общ.} - \text{P}_2\text{O}_5 \text{ вод.})_{\text{влажный осадок}}}{\text{P}_2\text{O}_5 \text{ общ. в фос. сырье}} \cdot 100, \%$$

где P₂O₅общ. – P₂O₅водн. – содержание общей и водной форм P₂O₅ в недоразложенном сухом фосфатном осадке, г;

P₂O₅общ. в фос. сырье – содержание общего P₂O₅ в исходном фосфатном сырье, г.

Основные результаты проведенных исследований приведены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1 при изучаемых нормах кислоты коэффициент разложения фосфатного сырья достигает 93,75-98,57%.

При этом скорость фильтрации по жидкой и твердой фазам составляет 385,63-447,76 и 211,75-241,01 кг/м²·ч соответственно.

Таблица 1.

Влияние нормы фосфорной кислоты концентрации 40,76% P₂O₅ на коэффициент разложения фосфатного сырья и скорость фильтрации

Норма ЭФК от стехиометрии, %	Сухой осадок, %		Коэффициент разложения, %	Скорость фильтрации, кг/м ² ·ч, по жидкой фазе	Скорость фильтрации, кг/м ² ·ч, по твердой фазе
	P ₂ O ₅ общ.	P ₂ O ₅ вод.			
Н			K _p	G _{ж.ф.}	G _{т.ф.}
400	9,57	8,67	93,75	385,63	241,01
450	4,26	3,74	97,67	434,40	210,84
500	4,64	4,30	98,57	447,76	211,75

Далее нами были определены составные компоненты кальцийфосфатной пульпы – недоразложенного фосфатного осадка, кислого МКФ и маточного раствора. Условия опыта аналогичны предыдущим,

однако после фильтрации фосфорнокислотной суспензии отмывка недоразложенного фосфатного осадка не осуществлялась. Охлаждение фильтрата и кристаллизацию МКФ проводили при 40°C в течение

2 часов. Процесс кристаллизации был проведен самопроизвольно (без перемешивания) изогидрическим методом [10]. Во всех изученных нормах наблюдалось осаждение достаточного количества МКФ. Анализ недоразложенного фосфатного осадка, кислого МКФ и маточного раствора на содержание различных компонентов проводили согласно [11]. Результаты приведены в таблице 2.

Результаты анализа не отмытого недоразложенного фосфатного осадка показывают, что при нормах

400; 450 и 500% от стехиометрии содержание общей формы P_2O_5 составляет 34,02; 32,50 и 31,69% соответственно. Содержание водной и свободной форм P_2O_5 составляет 32,77; 30,65; 30,20 и 20,78; 20,45; 22,77% соответственно для изученных норм. При этом содержание SO_3 ; CaO ; MgO ; Fe_2O_3 и Al_2O_3 в нем меняется от 9,74 до 11,68%; от 10,99 до 12,25%; от 0,45 до 0,76%; от 0,78 до 1,02% и от 0,49 до 0,75% соответственно.

Таблица 2.

Показатели фосфатных составляющих, полупродуктов фосфорнокислотного разложения минерализованной массы фосфоритов Центральных Кызылкумов

Наименование фосфатных составляющих	Химический состав, %							
	P ₂ O _{5общ.}	P ₂ O _{5водн.}	P ₂ O _{5своб.}	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SO ₃
Норма от стехиометрии - 400%								
Недоразложенный фосфатный осадок	34,02	32,77	20,78	10,99	0,74	1,02	0,49	9,74
Монокальций-фосфат	41,78	41,17	24,81	4,62	1,0	0,82	1,11	-
Маточный раствор	40,69	-	-	2,10	0,77	0,96	1,35	-
Норма от стехиометрии - 450%								
Недоразложенный фосфатный осадок	32,50	30,65	20,45	12,25	0,76	0,78	0,75	11,68
Монокальций-фосфат	42,71	41,15	27,15	4,33	0,72	0,96	0,90	-
Маточный раствор	40,74	-	-	1,65	1,06	1,03	1,17	-
Норма от стехиометрии - 500%								
Недоразложенный фосфатный осадок	31,69	30,20	22,77	11,77	0,45	0,81	0,71	11,48
Монокальций-фосфат	42,85	42,38	28,24	4,06	1,16	0,95	0,91	-
Маточный раствор	42,40	-	-	1,62	0,86	1,01	1,17	-

В зависимости от нормы фосфорной кислоты содержание общей формы P_2O_5 и CaO в маточных растворах колеблется в пределах 40,69-42,40% и 1,62-2,10% соответственно.

Как следует из данных таблицы 2, кислый монокальцийфосфат является полупродуктом для получения двойного суперфосфата, и он содержит значительное количество питательного компонента (41,78-42,85% P_2O_5) при весьма высокой свободной кислотности (24,81-28,24% $P_2O_{5\text{своб.}}$).

Опираясь на данные таблицы 2 была рассчитана степень распределения компонентов по фазам (таблица 3). Установлено, что с увеличением нормы от

400 до 500% от всей массы введенных в процесс разложения компонентов, в неотмытом недоразложенном фосфатном осадке остается от 26,51 до 33,94% P_2O_5 ; от 64,63 до 66,45% CaO ; от 17,58 до 34,04% MgO ; от 28,71 до 42,31% Fe_2O_3 ; от 20,19 до 26,47% Al_2O_3 ; тогда как в маточный раствор переходит от 25,02 до 35,47% P_2O_5 ; от 7,72 до 9,18% CaO ; от 21,28 до 36,95% MgO ; от 24,04 до 35,64% Fe_2O_3 и от 34,62 до 41,58% Al_2O_3 ; остальное количество этих компонентов переходит в товарный МКФ. Все количество SO_4^{2-} иона практически находится в недоразложенном фосфатном осадке в виде гипса.

Таблица 3.

Степень распределения компонентов

Наименование фосфатных составляющих	Химический состав компонентов, %					
	P_2O_5	CaO	MgO	Fe_2O_3	Al_2O_3	SO_3
Норма от стехиометрии - 400%						
Недоразложенный фосфатный осадок	33,94	65,24	34,04	42,31	20,19	99,69
Монокальций-фосфат	41,03	27,03	44,68	33,65	45,19	-
Маточный раствор	25,02	7,72	21,28	24,04	34,62	-
Норма от стехиометрии - 450%						
Недоразложенный фосфатный осадок	26,84	64,63	29,35	27,45	26,47	99,35
Монокальций-фосфат	42,73	27,63	33,70	40,19	37,25	-
Маточный раствор	30,42	7,73	36,95	32,35	36,27	-
Норма от стехиометрии - 500%						
Недоразложенный фосфатный осадок	26,51	66,45	17,58	28,71	24,75	99,01
Монокальций-фосфат	38,02	24,37	48,35	35,64	33,66	-
Маточный раствор	35,47	9,18	34,07	35,64	41,58	-

На наш взгляд, наиболее оптимальной является норма 450%, при которой выделяется кислый МКФ с

содержанием 27,15% $P_2O_{5\text{своб.}}$. Он был нейтрализован природным мелом ($CaCO_3$). Химический и дисперсный состав, которого приведен в таблице 4.

Таблица 4.

Химический и дисперсный состав природного мела

Химический состав		Дисперсный состав	
Компоненты	%	Размер частиц, мм	%
CaO	55,65	-0,315	1,714
MgO	1,62	-0,315+0,25	4,514
Fe ₂ O ₃	0,24	-0,25+0,16	1,914
Al ₂ O ₃	0,30	-0,16+0,1	1,920
SO ₃	0,86	-0,1+0,063	21,914
CO ₂	41,44	-0,063+0,05	64,014
н.о.	0,89	+0,05	4,014

Норму природного мела брали в зависимости от содержания свободной формы P_2O_5 в МКФ от 70 до 100%.

Кислый МКФ нейтрализовали природным мелом при температуре 80 °С в течение 20 мин. В ходе эксперимента, полученную шихту увлажняли водой до определенной влажности, а затем без затруднений гранулировали и высушивали в лабораторной фарфоровой чашке при 90 °С. После сушки гранулы удобрений имели округлую форму. При проведении нейтрализации наблюдалось разложение карбоната

кальция с выделением CO_2 , при этом из-за большой плотности густой пульпы образующаяся в процессе пена быстро разрушалась. Высушенные продукты анализировались на содержание различных форм фосфора, азота и кальция по методикам [11].

Усвояемую форму P_2O_5 определяли по растворимости как в лимонной кислоте, так и в растворе трилона Б, усвояемую форму CaO – только по лимонной кислоте, pH продукта определяли по 10 %-ной водной суспензии после её часового взбалтывания. Результаты указаны в таблице 5.

Таблица 5.

Химический состав концентрированных фосфорсодержащих удобрений, полученных фосфорнокислотным разложением минерализованной массы фосфоритов Центральных Кызылкумов при 450% норме

Норма $CaCO_3$ на нейтрализацию P_2O_5 своб. в МКФ, %	рН 10% - ного р-ра	Химический состав, масс. %							$\frac{P_2O_{5\text{усв}}}{P_2O_{5\text{общ}}}$, в 2%- лим. к-те, %	$\frac{P_2O_{5\text{усв}}}{P_2O_{5\text{общ}}}$, по 0,2М трил.Б, %	$\frac{P_2O_{5\text{вод.}}}{P_2O_{5\text{общ}}}$, %	$\frac{CaO_{\text{усв}}}{CaO_{\text{общ}}}$, в 2%- лим. к-те, %	$\frac{CaO_{\text{вод.}}}{CaO_{\text{общ}}}$, %
		$P_2O_{5\text{общ}}$	$P_2O_{5\text{усв}}$ в 2 % лим. к-те	$P_2O_{5\text{усв}}$ в по 0,2М трил. Б	$P_2O_{5\text{вод.}}$	$CaO_{\text{общ}}$	$CaO_{\text{усв.}}$	$CaO_{\text{вод.}}$					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Нейтрализация кислого МКФ с природным мелом													
100	2,70	53,57	53,18	52,77	47,93	18,87	18,79	16,04	99,25	98,51	89,47	99,57	84,99
90	2,87	52,84	52,34	51,90	46,97	20,05	19,87	17,01	99,05	98,22	88,90	99,08	84,85
80	3,04	52,24	51,64	51,22	46,19	21,67	21,36	18,32	98,85	98,05	88,41	98,57	84,52
70	3,16	51,79	51,02	50,69	45,59	23,79	23,39	19,96	98,52	97,89	88,02	98,34	83,91

Продукты, полученные с использованием природного мела в качестве нейтрализующей добавки, имеют состав (масс. %): 51,79-53,57 $P_2O_{5\text{общ.}}$; 51,02-53,18 $P_2O_{5\text{усв.}}$ по лимонной кислоте; 50,69-52,77 $P_2O_{5\text{усв.}}$ по трилону Б; 45,59-47,93 $P_2O_{5\text{водн.}}$; $P_2O_{5\text{усв.}}$ по лимонной кислоте : $P_2O_{5\text{общ.}}$ = 98,52-99,25; $P_2O_{5\text{усв.}}$ по трилону Б : $P_2O_{5\text{общ.}}$ = 97,89-

98,51; $P_2O_{5\text{водн.}}$: $P_2O_{5\text{общ.}}$ = 88,02-89,47. Заключительной стадией исследований явилось определение статической прочности гранул продуктов на приборе МИП-10-1 [7]. Указанные в таблице 6 результаты свидетельствуют о показателях достаточной прочности гранул продукта, соответствующие пределу 2,14-4,21 МПа. По составу

и свойствам полученные односторонние фосфорные удобрения соответствуют требованиям ГОСТа на двойной гранулированный суперфосфат марки А [6]

Таблица 6.

Статическая прочность продуктов

Норма СаСО ₃ на нейтрализацию Р ₂ О ₅ своб. в МКФ, %	Р ₂ О ₅ общ., %	СаО _{общ.} , %	Прочность гранул с размерами частиц 2-3 мм		
			кг/гранул	кгс/см ²	МПа
Нейтрализация кислого МКФ природным мелом					
100	53,57	18,87	2,13	42,45	4,21
90	52,84	20,05	1,64	32,95	3,25
80	52,24	21,67	1,43	28,55	2,82
70	51,79	23,79	1,08	21,7	2,14

Таким образом, данные лабораторных исследований указывают на принципиальную возможность организации получения концентрированного одностороннего фосфорного удобрения. Установлена зависимость увеличения коэффициента разложения забалансовой руды с повышением нормы ЭФК от 450

до 500 % от стехиометрии на образование МКФ. Изучено влияние количества нейтрализующей добавки (природного мела) от 70 до 100% на P_2O_5 своб. в кислом МКФ и получен продукт- двойной суперфосфат с хорошим составом и свойствами, а также приемлемыми технико-экономическими показателями.

Список литературы:

- Алимов У.К., Намазов Ш.С., Реймов А.М. Нетрадиционный способ переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов в стандартные удобрения. // Химическая промышленность. – Санкт-Петербург, 2014. - т. 91. № 8. – С. 377-387.
- Алимов У.К., Намазов Ш.С., Сейтназаров А.Р., Беглов Б.М. Циркуляционный способ получения двойного суперфосфата из фосфоритов Центральных Кызылкумов.//Химическая промышленность. – Санкт-Петербург, 2013. - т. 90. № 8. – С. 375-381.
- Алимов У.К., Намазов Ш.С., Сейтназаров А.Р., Реймов А.М. Исследование процесса получения двойного суперфосфата из низкосортных фосфоритов Центральных Кызылкумов.//Химическая промышленность. – Санкт-Петербург, 2014. - т. 91. № 7. – С. 323-332.
- Аскарлов М.А., Хамидов Л.А., Ахтамов Ф.Э., Рахимов С.Н. Основные методы и проблемы переработки фосфоритовых руд // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2005. - №4. - С. 49-52.
- Ахметова С.О. Разработка технологии двойного суперфосфата из Чилисайских фосфоритов: Автореф. дисс. ...канд.техн.наук. - Шымкент, 1994.-18 с.
- ГОСТ 16306-75. Суперфосфат двойной гранулированный. -М.:
- ГОСТ 21560.2 – 82. Удобрения минеральные. Методы испытания. -М.: Госстандарт, 1982, 30 с.
- Двойной суперфосфат. Технология и применение / Шапкин М.А., Завертяева Т.И., Зинюк Р.Ю., Гуллер Б.Д. - Л.: Химия, 1987 – 216 с.
- Зинюк Р.Ю., Фомичева Т.И., Шапкин М.А., Позин М.Е. Исследование в области циркуляционного способа производства двойного суперфосфата // Журнал прикладной химии. – 1979.-Т.52.- №7.-С.1445-1450.
- Матусевич Л.Н. Кристаллизация из растворов в химической промышленности.-М.: Химия, 1968.-304 с.
- Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов / М.М. Винник, Л.Н. Ербанова, П.М. Зайцев и др. – М.: Химия, 1975, 218 с.
- Мырзахметова Б.Б. Разработка технологии производства комплексного органоминерального удобрения на основе гуматов местного происхождения. Диссер. канд.техн.наук. - Шымкент, 2012,-145 с.
- Практические рекомендации по сельскому хозяйству: земля, вода, удобрения. – Ташкент, 1996. - 108 с.
- Федянин С.Н. Управление качеством фосфоритов в потоке добычи // Труды Респ. научн.-техн. конф. «Актуальные проблемы химической переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов». – Ташкент, 2006. – С. 17-20.
- Шеметов П.А. Фосфоритовое производство Навоийского горно-металлургического комбината и перспективы его развития // Труды Респ. научн.-техн. конф. «Актуальные проблемы химической переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов». – Ташкент, 2006. - С. 7-12.

16. Asri S. E., Laghzizil A., Alaoui A., Saoiabi A., M'Hamdi R., Abbassi K. E, Hakam A. Structure and thermal behaviors of Moroccan phosphate rock (Bengurir) // *Journal of thermal analysis and calorimetry*. – Budapest, 2009. – vol. 95, N 1. – pp. 15-19.
17. Tonsuaadu K., Veyderma M., Koel M., Nathan Y. Thermal analysis of Israeli phosphorites // *Proceedings of the Estonian Academy of sciences – Chemistry*. – Tallin, 2000. – vol. 49, N 1. – pp. 44-52.
18. Mokhtar E., Ouadi E. Effect of temperature and residence time of calcination phosphate on the chemical reactivity: Application to the case of Bouchane phosphate (Morocco) // *International Journal of Innovation and Applied Studies*. - Rabat-Chellah (Morocco), 2013. – vol. 4, N 1. – pp. 387-407.
19. Knubovets R., Nathan Y., Shoval S., Rabinowitz I. Thermal transformations in phosphorites // *Journal of thermal analysis and calorimetry*. – Budapest, 1997. - vol. 50. - pp. 35-42.

**ТЕРМИЧЕСКИЕ И РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЕ СВОЙСТВА
МИКРОЭЛЕМЕНТСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ****Уктамов Дилмурод Аминжанович***младший научный сотрудник, Институт общей и неорганической химии АНРУз,
100170, Узбекистан, Ташкент, ул. Мирзо Улугбек, 77-а
E-mail: dilmurod.uktamov@mail.ru***Таджиев Сайфиддин Мухиддинович***главный научный сотрудник, Институт общей и неорганической химии АНРУз,
100170, Узбекистан, Ташкент, ул. Мирзо Улугбек, 77-а
E-mail: ionxanruz@mail.ru***THERMAL AND RENGEN-PROPER PROPERTIES
OF MICROELEMENT-CONTAINING FERTILIZERS****Dilmurod Uktamov***Junior researcher, Institute of General and Inorganic Chemistry ASRUz,
100170, Uzbekistan, Tashkent, Mirzo Ulugbek st., 77-a***Sayfiddin Tajiev***Chief researcher, Institute of General and Inorganic Chemistry ASRUz,
100170, Uzbekistan, Tashkent, Mirzo Ulugbek st., 77-a***АННОТАЦИЯ**

В данной статье приведены результаты исследований полученным микроэлементсодержащих удобрений путем ведения суспензию состоящей из микроэлементсодержащих вторичного сырья и фосфоритовой муки в суперфосфатную и нитрофосную пульпу. Изучено их состав, индивидуальности и термические поведение.

ABSTRACT

This article presents the results of studies of the obtained microelement-containing fertilizers by maintaining a suspension consisting of microelement-containing secondary raw materials and phosphorite flour into superphosphate and nitrophosphate pulp. Their composition, individuality and thermal behavior have been studied.

Ключевые слова. Промышленные микроэлементсодержащие отходы, фосфориты, суперфосфат, нитрофос, рентгенофазовый анализ, термический анализ.

Keywords. Industrial microelement-containing wastes, phosphorites, superphosphate, nitrophos, X-ray phase analysis, thermal analysis.

Введение. Улучшение качества и повышение агрохимической эффективности минеральных удобрений является актуальной проблемой современной химической технологии. Несмотря на положительные стороны микроудобрений они практически не применяются в нашей Республике. Основными причинами этого являются малая изученность запасов местного микроэлементсодержащего сырья, а также недостаточность научных основ и технологических разработок по получению микроудобрений.

Сельскохозяйственные культуры получают необходимые для своего развития биогенные питательные элементы через корни и листья. При корневом питании растения поглощают из почвенного раствора многочисленные элементы, растений их обнаружено более 70. Для нормального развития расте-

ниям особенно необходимы наряду с углеродом, кислородом, водородом также азот, фосфор, калий, кальций, магний и сера. Эти элементы в растениях содержатся в значительных количествах – до нескольких процентов – и называются макроэлементами. Наряду с этим сельскохозяйственным культурам также необходимы микроэлементы. К микроэлементным соединениям относят такие вещества, которые требуются растениям в незначительных количествах – содержание их в растениях составляет всего тысячные или стотысячные доли процента. К таким микроэлементам, без которых живой организм не может нормально развиваться, относят бор, цинк, марганец, молибден, железо, кобальт и другие элементы. Минеральные удобрения, содержащие в своем составе эти микроэлементы, называют микроудобрениями [10].

Минеральное питание растений значительно улучшается при внесении научно обоснованных норм удобрений, содержащих все питательные элементы в необходимом соотношении. Как показывает отечественный и зарубежный опыт, за счет улучшения условий питания при использовании минеральных удобрений обеспечивается не менее половины прироста урожая [9].

Агрохимическая и физиологическая роль микроэлементов в развитии растений очень важна и многогранна. При обеспечении почвы азотом, фосфором, калием, кальцием, магнием и серой и недостатке микроэлементов невозможно получить высокий урожай [2]. Поэтому для получения качественной сельскохозяйственной продукции решающее значение имеет сбалансированность всех элементов питания растений в течение вегетационного периода их развития [8].

В Узбекистане около 600 тыс. гектар земель, используемых для сельскохозяйственных нужд, испытывает дефицит в меди, молибдене и цинке. Дефицит в марганце и боре соответственно, распространяется на 250-280 тыс. и 450 тыс. гектар земель. Основным выходом для пополнения этих микроэлементов является использование навоза, опавших листьев растений, отходов коммунальных хозяйств, осадков на дне каналов и водохранилищ, а также безвредных остатков полезных ископаемых. Для эффективного использования микроэлементов, их следует добавлять в состав сложных удобрений. В настоящее время молибден, медь, цинк и марганец применяются в составе минеральных удобрений [6].

При недостатке микроэлементов растения подвергаются различным заболеваниям, что приводит к снижению урожайности. Из-за дефицита микроэлементов в почве, внесение достаточного количества азотных, фосфорных и калийных удобрений под сельскохозяйственные культуры не дает положительных результатов, так как затрудняется усвоение питательных компонентов растениями [7]. Только при совместном использовании удобрений с микроэлементами можно достичь хороших результатов. В связи с этим разработка технологии получения микроэлементсодержащих комплексных удобрений является одной из актуальных проблем.

Для теоретического обоснования и разработки технологии получения микроэлементсодержащих удобрений, необходимо проведение глубоких физико-химических исследований по изучению взаимного влияния микроэлементов и сложных удобрений в процессе их смешивания. Основной проблемой получения микроэлементсодержащих комплексных удобрений является использование промышленных отходов и вторичных продуктов.

Целью данной работы является получение микроэлементсодержащего сложного удобрения на основе высококарбонатных фосфоритов Центральные Кызылкумов, серной, азотной кислоты и микроэлемент содержащего вторичного сырья Алмалыкского горно-металлургического комбината (АГМК).

При недостатке микроэлементов растения веществ наблюдается торможение или нарушение нормального роста и обмена веществ, уменьшение продуктивности растений, повышение склонности к различным заболеваниям. Применение микроэлементов с основными удобрениями способствует увеличению усвояемости растениями азота, фосфора, что приведет к повышению урожайности растений.

Успешное развитие проблемы производства микроэлементсодержащих удобрений связано с изысканием рациональных источников сырья, содержащих микроэлементы. При производстве микроудобрений в качестве источника микроэлементов использование отходов производств, шлаков, кеков (от англ. sake — затвердевать, слой твердых частиц, остающийся на фильтрующей поверхности после фильтрации суспензий), отработанных катализаторов, вторичных продуктов цветной металлургии является одним из эффективным и экономически выгодным приемом [5].

Методология. Для получения азотно-фосфорных удобрений с микроэлементами предложены некоторые виды микроэлементсодержащих отходов производств. К таким видам источников микроэлементов относится отход переработки молибдена вторичного сырья Алмалыкского горно-металлургического комбината. Данный вторичного сырья, находится в жидком состоянии, зеленого цвета и имеет кислую среду ($pH=2,35$). По данным химического анализа вторичного сырья АГМК содержало, в (%): вода - 87,27; содержание солей - 12,73; азот - 4,87; содержание микроэлементов (Fe, Mn, Cu, Zn, Ni, Co, Mo) - 0,35; NH_4NO_3 - 13,09; и $(NH_4)_2SO_4$ - 1,37.

Значение водородного показателя (pH) данного отхода определяли с помощью прибора - METTLER TOLEDO FE20/EL20 pH meter quick guide, аммиачный азот по методу Кьельдаля [1], а микроэлементы - спектрометрическим методом [4].

Для установления индивидуальности полученных продуктов снимались рентгенограммы на установке ДРОН-2.0 с Cu-антикатодом. Для расчета межплоскостных расстояний использовались таблицы, а относительная интенсивность линии I/I_1 определялась в процентах от наиболее сильно выраженного рефлекса в максимуме [3].

Термический анализ регистрировали дериватографе системе Паулик-Паулик-Эрдей со скоростью 9 град/мин и навесками 0,090-0,120 г при чувствительности гальванометров Т-900, ДТА, ДТТ-1/10, ТГ-200. Запись проводили при атмосферных условиях. Держателем служил корундовый тигель с диаметром 10 мм без крышки. В качестве эталон использовали Al_2O_3 [11].

Результаты. Сравнением межплоскостных расстояний и относительных интенсивностей образца суспензии на основы гидрометаллургического микроэлемент содержащего вторичного сырья и Центрального Кызылкумского фосфорита, микроэлемент содержащего суперфосфата, простого суперфосфата, микроэлемент содержащего нитрофоса,

простого нитрофоса, микроэлемент содержащего суперфосфата на основы термоконцентрат и простого суперфосфата на основы термоконцентрат показано, что новые продукты отличаются между собой, а также от исходных компонентов, следовательно, продукты имеют кристаллические решетки. Рентгенограммы исследований приведены на рисунках 1-7.

Сравнение рентгенограмм по межплоскостным расстояниям и относительным интенсивностям показало, что рентгенограмма образца суспензии на основы гидрометаллургического микроэлемента содержащего вторичного сырья и Центрального Кызылкумского фосфорита содержит межплоскостные расстояния (d , Å) с относительной интенсивностью $I \geq 8\%$: 10.34 (9); 6.08 (11); 4.90 (21); 3.92 (26); 3.43 (26); 3.14 (16); 3.08 (25); 3.01 (100); 2.69 (34); 2.61 (21); 2.47 (23); 2.37 (24); 2.27 (27); 2.22 (41); 2.12 (12); 2.08 (25); 1.926 (30); 1.909 (31); 1.870 (36); 1.832 (15); 1.789 (16); 1.716 (19); 1.597 (17); 1.565 (14); 1.520 (15); 1.498 (11); 1.434 (9); 1.419 (15.71); 1.371 (10); 1.349 (8); 1.333 (11) (Рис.1). В то время как, рентгенограмма образца простого суперфосфата характеризуется межплоскостными расстояниями с относительной интенсивностью $I \geq 8\%$: 3.79 (13); 3.48 (100); 2.81 (40); 2.74 (13); 2.63 (8); 2.43 (11); 2.29 (29); 2.18 (27); 2.16 (13); 2.06 (11); 1.846 (24); 1.838 (13); 1.733 (17); 1.632 (22) (Рис.2). В то время как, рентгенограмма образца микроэлемента содержащего суперфосфата характеризуется межплоскостными расстояниями с относительной интенсивностью $I \geq 7\%$: 3.88 (7); 3.48 (46); 3.30 (100); 2.83 (17); 2.76 (9); 2.31 (11); 2.20 (12); 1.862 (10); 1.737 (8) (Рис.3).

Анализ рентгенограмм образцов суспензии на основы гидрометаллургического микроэлемента содержащего вторичного сырья и Центрального Кызылкумского фосфарита, простого суперфосфата и микроэлемента содержащего суперфосфата показывает,

что с изменением содержания фосфорита проявляются дифрактограммы близкие по межплоскостным расстояниям и относительной интенсивности. Однако они существенно различаются по межплоскостным расстояниям и относительной интенсивности контрольных рентгенограмм, что свидетельствует об образовании нового компонента.

Сравнение рентгенограмм по межплоскостным расстояниям и относительным интенсивностям показало, что рентгенограмма образца простого нитрофоса содержит межплоскостные расстояния (d , Å) с относительной интенсивностью $I \geq 10\%$: 7.55 (57); 4.96 (37); 4.27 (65); 3.52 (100); 3.07 (57); 2.91 (61); 2.77 (39); 2.29 (42); 2.16 (57); 2.07 (50); 2.04 (48) (Рис.4). В то время как, рентгенограмма образца микроэлемента содержащего нитрофоса характеризуется межплоскостными расстояниями с относительной интенсивностью $I \geq 10\%$: 3.44 (38); 3.04 (100); 2.08 (89); 2.69 (51); 2.49 (28); 2.28 (30); 2.24 (30); 1.929 (31); 1.910 (32); 1.870 (31); 1.838 (37); 1.792 (24); 1.738 (28); 1.632 (20); 1.506 (18); 1.418 (17) (Рис.5).

Сравнение рентгенограмм по межплоскостным расстояниям и относительным интенсивностям показало, что рентгенограмма образца простого суперфосфата на основы термоконцентрат содержит межплоскостные расстояния (d , Å) с относительной интенсивностью $I \geq 10\%$: 8.35 (11); 5.90 (11); 4.51 (9); 3.86 (13); 3.66 (10); 3.48 (100); 2.82 (39); 2.46 (11); 2.31 (22); 2.20 (22); 1.991 (9); 1.935 (10); 1.860 (11); 1.741 (14) (Рис.6). В то время как, рентгенограмма образца микроэлемента содержащего суперфосфата на основы термоконцентрата характеризуется межплоскостными расстояниями с относительной интенсивностью $I \geq 10\%$: 9.03 (12); 6.89 (12); 5.02 (12); 3.95 (12); 3.79 (17); 3.42 (100); 3.09 (12); 2.79 (30); 2.72 (22); 2.65 (13); 2.43 (12); 2.29 (26); 2.19 (28); 2.14 (14); 2.06 (10); 1.975 (10); 1.912 (12); 1.846 (20); 1.632 (17) (Рис.7).

Рисунок 1. Рентгенограмма образца суспензии на основы гидрометаллургического микроэлемента содержащего вторичного сырья и Центрального Кызылкумского фосфарита

Рисунок 2. Рентгенограмма образца простого суперфосфата

Рисунок 3. Рентгенограмма образца микроэлемент содержащего суперфосфата

Рисунок 4. Рентгенограмма образца простого нитрофоса

Рисунок 5. Рентгенограмма образца микроэлемент содержащего нитрофоса

Рисунок 6. Рентгенограмма образца простого суперфосфата на основы термоконцентрат

Рисунок 7. Рентгенограмма образца микроэлемент содержащего суперфосфата на основы термоконцентрат

На кривой нагревания образца суспензии на основе гидрометаллургического микроэлемент содержащего вторичного сырья и Центрального Кызылкумского фосфарита соотношением 80:20, обнаружены четыре эндотермических эффекта при 110, 133, 155, 190 и десять экзотермических эффектов при 220, 320, 340, 377, 420, 470, 483, 628, 730, и 790°C. Общая убыль массы в интервале температур 60-900°C по кривой термогравиметрии составляет 16,13%.

Кривая нагревания образца №2 характеризуется тремя эндотермическими эффектами при 235, 550 и 690 °C. Общая потеря массы в диапазоне температур 60-900 °C по кривой термогравиметрии составляет 6,61%.

На кривой нагревания образца №3 наблюдаются четыре эндотермических эффекта при 120, 130, 366, 548 и тринадцать экзотермических эффектов при 170, 230, 325, 382, 419, 442, 463, 470, 490, 500, 595, 655 и 796°C. По кривой термогравиметрии составляет 36,04%.

Кривая нагревания образца №4 характеризуется четырьмя эндотермическими эффектами при 58, 152,

185, 580 и тремя экзотермическими эффектами при 240, 345 и 678 °C. Общая потеря массы в диапазоне температур 60-900°C по кривой термогравиметрии составляет 57,21%.

На кривой нагревания образца №5 обнаружены шесть эндотермических эффектов при 109, 130, 174, 202, 347, 363 и семь экзотермических эффектов при 225, 325, 435, 470, 482, 509, 643°C. Общая убыль массы в интервале температур 60-900 °C по кривой термогравиметрии составляет 11,01%.

На кривой нагревания образца №6 обнаружены три эндотермических эффекта при 158, 278, 360 и два экзотермических эффекта при 600 и 717°C. Общая потеря массы в интервале температур 60-900°C по кривой термогравиметрии составляет 12,15%.

На кривой нагревания образца №7 характеризуется семью эндотермическими эффектами при 104, 150, 190, 265, 340, 530, 740 и двенадцатью экзотермическими эффектами при 220, 305, 320, 380, 396, 418, 441, 473, 488, 580 и 630 °C. Общая убыль массы в диапазоне температур 60-900 °C по кривой термогравиметрии составляет 44,21%.

Рисунок 8. Дериватограмма образца суспензии на основы гидрометаллургического микроэлемент содержащего вторичного сырья и Центрального Кызылкумского фосфарита

Рисунок 9. Деривотаграммы образцов простого суперфосфата и микроэлементсодержащего суперфосфата

Рисунок 10. Деривотаграммы образцов простого нитрофоса и микроэлементсодержащего нитрофоса

Рисунок 11. Деривотаграммы образцов простого суперфосфата и микроэлементсодержащего суперфосфата на основы термоконцентрата

Заключение. Таким образом, с использованием необогащенных Кызылкупских фосфоритов, термоконцентрат, азотной и серной кислот и

микроэлементсодержащего вторичного продукта АГМК можно получить сложный микроэлементсодержащий удобрения.

Список литературы:

1. Анализ минерального сырья /Под редакцией Ю.Н.Книпович, Ю.В.Морачевского. – М.: Госхимиздат, 1959. – 1055 с.
2. Катыльков М. В. Микроэлементы и микроудобрения. М.: Химия, 1965. С-5.
3. Ковба П.М., Трунов В.К. Рентгенофазовый анализ. М.: МГУ, 1976. -232 с.
4. Крешков А. П. Основы аналитической химии. – М.: Химия, 1970, т.2.-456с.
5. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов/Под ред. В.Л.Абрамовой. – М.: Химия, 1975, 215 с.
6. Мирзажонов Қ.М., Нурматов Ш.Н. Экинларни озиклантиришда минерал ва маҳаллий ўғитлардан фойдаланиш бўйича таъсирномалар. Тошкент.-2009.С-16.
7. Мисирова С. Микроэлемент и экология. Вестник НУУ.-2012.- №1.С.- 209.
8. Паников В. Д. Минеев. В. Г. Почва, климат, удобрение и урожай. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1987. С.-113.
9. Справочная книга по химизации сельского хозяйства/Под ред. В. М. Борисова 2-е изд., перераб. И доп. М.: Колос, 1980. С.-178.
10. Федюшкин Б.Ф. Минеральные удобрения с микроэлементами. Ленинград. «Химия» Ленинградское отделение. 1989. С.-8.
11. Paulik F., Paulik J., Erdey L. Derivatograph. I Mitteilung Ein automatisch registrierender Apparat zur gleichzeitigen Auswertung der Differential – thermogravimetrischen Untersuchungen. //Z. Anal. Chem. 1958. V.160. N4. - P. 241-250.

КОЛЛАГЕН – КОМПОНЕНТ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ОГНЕЗАЩИТНОЙ ОБРАБОТКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Йулдошева Озода Мухаммадсодик Кизи

канд. техн. наук, доцент Ташкентского института текстильной и легкой промышленности,
100100, Республика Узбекистан, г. Ташкент, Яккасарайский район, ул. Шох-жахон, 5
E-mail: yoldosheva.ozoda@mail.ru

Хакимова Мукаддас Шамуратовна

зав. лаб. кафедры химии Ташкентского института текстильной и легкой промышленности,
100100, Республика Узбекистан, г. Ташкент, Яккасарайский район, ул. Шох-жахон, 5
E-mail: muna_1984@mail.ru

Рейимов Азимбай Файзуллаевич

ассистент кафедры химии Ташкентского института текстильной и легкой промышленности,
100100, Республика Узбекистан, г. Ташкент, Яккасарайский район, ул. Шох-жахон, 5

Рафиков Адхам Салимович

д-р хим. наук, профессор Ташкентского института текстильной и легкой промышленности,
100100, Республика Узбекистан, г. Ташкент, Яккасарайский район, ул. Шох-жахон, 5
E-mail: asrafikov@mail.ru

COLLAGEN – THE COMPOSITION COMPONENT FOR FLAMEPROOFING OF TEXTILE MATERIALS

Ozoda Yuldosheva

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Tashkent Institute of Textile and Light Industry,
100100, Uzbekistan, Tashkent, Yakkasaray District, Shoxjahon Street, 5

Mukaddas Hakimova

Laboratory Head, "Chemistry" Chair, Tashkent Institute of Textile and Light Industry,
100100, Uzbekistan, Tashkent, Yakkasaray District, Shoxjahon Street, 5

Azimbay Reyimov

Assistant of "Chemistry" Chair, Tashkent Institute of Textile and Light Industry,
100100, Uzbekistan, Tashkent, Yakkasaray District, Shoxjahon Street, 5

Adham Rafikov

Doctor of Chemistry, Professor, Tashkent Institute of Textile and Light Industry,
100100, Uzbekistan, Tashkent, Yakkasaray District, Shoxjahon Street, 5

АННОТАЦИЯ

Определены режимы выделения коллагена из шкуры животных. Раствор коллагена использован в составе композиции для огнезащитной обработки текстильных материалов. Исследовано влияние состава композиции и условий предварительной обработки ткани на огнестойкость материала.

ABSTRACT

Modes of collagen excretion from animal skins are determined. The collagen solution is used in the composition for flameproofing of textile materials. The influence of the composition formulation and the conditions of preliminary textile processing on the fire resistance of the material has been investigated.

Ключевые слова: коллаген, огнестойкость, текстильный материал.

Keywords: collagen; fire resistance; textile material.

Коллаген – один из наиболее распространенных природных белков, составляет основную массу кожи животных. Выделение коллагена и его использование является одним из методов рациональной утилизации отходов сырой кожи. При этом из коллагенсодержащей композиции можно получить ценный целевой продукт [2; 4; 5], в том числе композицию для огнезащитной обработки текстильных материалов [3]. Текстильные материалы, в основе которых лежат природные или химические органические полимерные волокна, легковоспламеняемы, быстро распространяют пламя и реально могут являться источниками возгорания [1]. Обработка текстильных материалов специальным огнезащитным составом снижает их пожарную опасность. Наибольший положительный эффект достигается при химическом закреплении огнезащитных составов с волокнами материала.

Целью данной работы является определение режимов выделения коллагена из кожи животных, получение и испытание новых огнезащитных композиций на его основе.

Результаты и их обсуждение. Для удаления шерсти и эпидермического слоя кожу обрабатывали известковым молочком. Удалив шерсть, кожу тщательно промыли водой, разрезали на куски по 2-3 мм и оставили на сутки в растворе щелочи для набухания. Растворение коллагена производилось в сушильном шкафу при температуре 50°C с периодическим перемешиванием содержимого сосуда. Полученный раствор просеивали через сито с размерами ячеек менее 0,3 мм, затем нейтрализовали уксусной кислотой до pH=7-7,5. Исследовано влияние концентрации щелочи (NaOH) и начальной массы коллагена на время растворения и массовую долю коллагена в полученном растворе (табл. 1). После испарения воды из раствора образуется липкая, прозрачная масса, растворимая в воде. При обработке этой массы этанолом, фильтрации и высушивании образуются твердые кусочки коллагена.

Таблица 1.

Зависимость времени растворения и массовой доли коллагена в полученном растворе от концентрации щелочи (масса раствора щелочи 50 г, температура растворения 50°C)

Концентрация NaOH, %	Масса коллагена, г	Время растворения, час	Массовая доля коллагена в растворе, %
1	30	Не растворяется	
2	30	5,6-6,0	14
3	30	4,8-5,2	16
4	30	4,0-4,3	15
5	30	3,6-3,8	12
2	20	4,4-4,7	10
2	40	6,0-6,5	18
2	50	6,8-7,3	24

Как видно из данных табл. 1, получены адекватные зависимости: с увеличением концентрации щелочи уменьшается время растворения коллагена, с увеличением начальной массы коллагена время растворения увеличивается. Массовая доля коллагена в полученном растворе также зависит от концентрации щелочи, но в большей степени от начальной массы коллагена. При увеличении концентрации щелочи возрастает вероятность гидролиза белковых макромолекул с образованием низкомолекулярных фракций,

соответственно, уменьшается массовая доля коллагена и вязкость раствора (рис. 1).

При повышении температуры уменьшается время растворения и степень растворения коллагена от исходной массы. В случае высокой концентрации щелочи и при повышенных температурах коллаген становится хрупким, видимо, из-за более глубокого гидролиза и возрастания доли низкомолекулярных фракций. Исследована зависимость вязкости раствора коллагена от концентрации щелочи и температуры растворения (рис. 1).

Рисунок 1. Зависимость относительной вязкости раствора коллагена от концентрации NaOH (а) и температуры (б)

Как видно из рис. 1, при увеличении концентрации NaOH вязкость раствора коллагена резко уменьшается. Повышение температуры также приводит к значительному уменьшению вязкости растворов. Образцы коллагена, полученные при концентрации щелочи более 5% и температуры более 60°C, оказались механически непрочными и хрупкими. Поэтому в дальнейшем растворение коллагена шкуры осуществляли 2-3%-ным раствором гидроксида натрия при температуре 50°C.

Коллаген в виде 10%-ного водного раствора использован в составе композиции для огнезащитной обработки текстильных материалов. Хлопчатобу-

мажную ткань обработали антипиреновыми веществами, содержащими негорючие при температуре горения газы (коллаген, борная кислота, карбамид и полиакриламид), а также веществами, образующими защитные пленки (акриловая эмульсия). Полиакриламид и коллаген, обладающие антипиреновыми свойствами, выполняют функцию пленкообразующего полимера. При испытании обработанной композицией антипиреном ткани она не подверглась горению при воздействии огня, наблюдалось лишь тление материала.

Исследована зависимость огнестойкости материала от состава композиции (табл. 2).

Таблица 2.

Зависимость огнестойкости ткани от состава композиции для огнезащитной обработки

Вещество в композиции	Количество веществ			
	1	2	3	4
Борная кислота, г	3	5	10	5
Карбамид, г	5	5	10	-
Акриловая эмульсия, 40%-ная, мл	5	10	10	5
Полиакриламид, 3%-ный раствор, мл	-	10	20	20
Коллаген, 10%-ный раствор, мл	20	-	20	40
Вода, мл	75	75	50	30
Результат испытания	Ткань загорелась через 10 с.	Ткань загорелась через 3 с.	Ткань не загорелась	Ткань не загорелась

Как видно из данных таблицы 2, увеличение количества антипиренов приводит к повышению огнестойкости материала. При этом основным огнестойким компонентом оказался коллаген, особенно при совместном использовании с раствором полиакриламида.

Через определенное время после стирки и сушки ткань загорелась при воздействии огня. Это показало, что не разработан универсальный метод нанесения композиции, обеспечивающей устойчивость ее к влажной обработке и физико-механическим воздействиям в процессах эксплуатации. В целях сохранения огнестойкости при хранении и эксплуатации ткани было запланировано проведение исследований

по их предварительной обработке несколькими методами. Текстильный материал предварительно был обработан раствором щелочи, сульфата натрия, поверхностно-активного вещества ОП-10, разбавленным раствором соляной кислоты.

Обработка осуществляется в следующей технологической последовательности: Пропитка (согласно выбранной смеси), $T=20-25^\circ\text{C}$, время – 30-60 секунд. Отжим – 80-90%. Промывка (в чистой холодной воде), затем отжим (до остатка влаги 5-10%). Сушка при 60-80°C, время 10-15 минут.

После проведенных процессов предварительной подготовки ткани были пропитаны огнезащитной композицией одинакового состава. В составе композиции содержались коллаген, акриловая эмульсия,

полиакриламид, карбамид, борная кислота. С целью оценки влияния предварительной обработки ткань подвергалась воздействию прямого огня.

Результаты испытаний убедительно показывают преимущества или несостоятельность того или иного метода предварительной обработки. Обработка раствором сульфата натрия и поверхностно-активного вещества мало влияют на огнестойкость ткани. Обработка раствором соляной кислоты вообще неприемлема – ткань разрушается после обработки. Положительный результат дает обработка раствором гидроксида натрия. Некоторые образцы после стирки не

возгораются даже при длительном воздействии прямого огня.

Выводы. Выделение коллагена из сырой кожи осуществляется выдерживанием кусков очищенной от шерсти шкуры животных в 2-3%-ном растворе щелочи до набухания, дальнейшего растворения при нагревании, фильтрации и нейтрализации уксусной кислотой. Раствор коллагена может быть успешно использован в составе огнезащитной композиции текстильных материалов.

Список литературы:

1. Баратов А.Н., Константинова Н.И., Молчадский И.С. Пожарная опасность текстильных материалов. – М: [б. и.], 2006. – 272 с.
2. Влияние продуктов растворения коллагена на коллоидно-химические и термодинамические свойства системы биополимер – органический растворитель / Д.В. Шалбуев, И.И. Титова, С.Б. Цыренова и др. // Кож.-обув. пром-ть. – 2009. – № 5. – С. 31-32.
3. Композиция для огнезащитной обработки текстильных материалов / С.Х. Каримов, А.С. Рафиков, М.Х. Усманов, Н.Д. Набиев // Патент на изобретение Республики Узбекистан UZIAP 05234, 2016.
4. Jiang Bo, Zhou Yong, Yang Zheng, Wu Zhihong, Huang Guanglin, Lin Libin, Zhang Xingdong. Radiation curing of collagen/divinyl ether enhanced by pyridinium salts. Journal Apple Polymer Science. 2005. No. 5. P. 2094-2100.
5. Liu Ch.-K., Latona N.P., Di Maio G.L., Cooke P.H. Viscoelasticity studies for a fibrosis collagen material. Chrome – free leather. Journal Material Science. 2007. No. 20. P. 8509-8516.

ЭНЕРГЕТИКА**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕНЕРАЦИИ ВТОРОЙ ГАРМОНИКИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СОЛНЕЧНЫХ ЛУЧЕЙ****Насиров Тулкун Закирович**

канд. физ.-мат. наук, доцент Ташкентского государственного технического университета,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: tulkunnasirov@yandex.ru

Юсупов Джавдат Бакиджанович

д-р физ.-мат. наук, профессор Ташкентского государственного технического университета,
Узбекистан, г. Ташкент

Хожиев Фаррух Аминович

магистрант Ташкентского государственного технического университета,
Узбекистан, г. Ташкент

Маматкосимов Мирзасултон Абдураимович

д-р техн. наук, ведущий научный сотрудник научно-производственного объединения «Физика-Солнце»
института материаловедения АН Республики Узбекистан,
Узбекистан, г. Паркент

EFFICIENCY OF SECOND HARMONICS GENERATION BY SUNSHINE RAYS ACTION**Tulkun Nasirov**

doctor of philosophy in physics and mathematics, professor of Tashkent State Technical University,
Uzbekistan, Tashkent

Djavdat Yusupov

doctor of science in physics and mathematics, professor of Tashkent State Technical University,
Uzbekistan, Tashkent

Farrukh Khojiyev

Magister of Tashkent State Technical University,
Uzbekistan, Tashkent

Mirzasulton Mamatqosimov

Doctor of science in technical sciences, leading scientific researcher of scientific producing organization
“Fizika-Solntse” by institute of material science of Uzbekistan academy of sciences,
Uzbekistan, Parkent

АННОТАЦИЯ

Представлены результаты экспериментов, проведенных на зеркально-концентрирующих системах Большой Солнечной Печи мегаваттной мощности в городе Паркенте Ташкентской области по изучению эффективности преобразования солнечных лучей на вторичную гармонику с применением одноосного кристалла ниобата бария-натрия. Показано, что для накачки Nd:YAG лазера, вместо обычных источников электрической энергии, можно использовать сконцентрированные солнечные лучи. Выявлено, что такая процедура освобождает от прямых затрат на накачку и является в несколько раз экономичней при получении той же выходной мощности, чем традиционные лазеры, накачиваемые от источников электрической энергии. Получена зависимость эффективности второй гармоники как от мощности, так и от вида поляризации входного сигнала. Показано, что при соответствующей подстройке элементов экспериментальной установки и в случае линейной поляризации входного сигнала можно довести эффективность генерации второй гармоники до 80 %.

ABSTRACT

Results of experiments carrying out with mirror-concentrated systems in big Solar stoves having megawatt power in Parkent town of Tashkent district on study efficiency on transformation sunshine rays to the second harmonics using one dimension crystall of niobat barium-natrium have been presented. It has been shown that for pumping Nd:YAG laser we can use concentrated sunshine rays instead of usual electric energy sources. It has been identified that this procedure exemts us from direct costs for pumping of laser and one is economic for several times by producing thus power than traditional lasers pumping from electric energy sources. The dependence of efficiency for second harmonics as on power and as on polarisation kind of input signals has been obtained. It has been shown that by corresponding adjusting elements of experimental device and in case of linear polarisation of input signal we can reach efficiency of second harmonics generation up to 80 %.

Ключевые слова: зеркально-концентрированные системы, Большая Солнечная Печь, иттрий-алюминиевый гранат, вторая гармоника, эффективность генерации.

Keywords: mirror-concentrated systems, Big Solar stoves, ittrium-alyuminium granat; second generation; generation efficiency.

Введение

Создание экспериментальной установки для наблюдения многофотонных процессов, в частности – удвоения частоты, представляет большой интерес для современной нелинейной оптики и нанотехнологий. Известно, что удвоение частоты основано на нелинейном взаимодействии интенсивного когерентного излучения с прозрачной оптической средой без центра инверсии, индуцированная поляризация которой имеет нелинейную зависимость от вызывающего ее электрической составляющей электромагнитного поля [5, с. 15].

Имеется ряд работ [2, с. 147; 8, с. 5], где было проведено теоретическое исследование явления, возникающего при генерации второй гармоники. В частности, было получено аналитическое описание усиления резонансных гармоник высокого порядка и изменение их спектральной фазы в окрестности резонанса [8, с. 5].

В работе [4, с. 342] были исследованы поляризационные свойства генерации второй гармоники в световодах с периодически наведенной квадратичной нелинейностью, результатом которых, в частности, является предсказание возможности плавной перестройки частоты с малым шагом. Там же отмечается, что данное устройство может найти применение в биомедицинских, спектрометрических и прочих исследованиях.

В настоящей работе представлены результаты экспериментов, проведенных на зеркально-концентрирующих системах (ЗКС) Большой Солнечной Печи (БСП) мегаваттной мощности в г. Паркенте Ташкентской области по изучению эффективности

преобразования солнечных лучей на вторичную гармонику с применением одноосного кристалла ниобата бария-натрия.

Основная часть

При нелинейном взаимодействии отклик оптической среды поляризация P имеет небольшую дополнительную составляющую P^{nl} к линейной P^l [1, с. 15]:

$$P = P^l + P^{nl} = \chi E + dE^2 + \Theta E^3 + \dots,$$

где d и Θ – параметры нелинейной восприимчивости, определяемые свойствами конкретной оптически нелинейной среды и не зависящие от напряженности светового поля E . Они характеризуют нелинейность среды, причем отношение конкретного члена к предыдущему, обычно имеет значение порядка $10^{-8} - 10^{-9}$. Именно поэтому, обычно, вклад членов после третьего пренебрегается.

Основные достижения нелинейной оптики получены в случае использования нелинейных эффектов [4, с. 342], описываемых квадратичной нелинейной восприимчивостью d , когда

$$P^{nl} \approx dE^2.$$

В этом случае при гармоническом распределении в нелинейной среде световой волны $E(t) = E_0 \cos(\omega t - kx)$ с частотой ω получим величину P со следующими составляющими [2, с. 147]:

$$P = P_0 + P_\omega + P_{2\omega} = \frac{d}{2} E_0^2 + \chi E_0 \cos(\omega t - kx) + \frac{d}{2} E_0^2 \cos [2(\omega t - kx)]$$

$$k_1 = \frac{\omega_1}{v_1} = \frac{\omega_1 n_1}{c},$$

Волна поляризации будет, следовательно, возбуждать в нелинейной среде волну излучения не только с частотой ω , но и с удвоенной частотой $\omega_1 = 2\omega$ (так называемую вторую гармонику), волновой вектор k_1 которой определяется соотношением:

где n_1 – коэффициент преломления среды для излучения с удвоенной частотой $\omega_1 = 2\omega$, v_1 – скорость распространения вторичной волны с частотой $\omega_1 = 2\omega$.

Отличие от лазерных источников, для создания вторичной гармоники не требуется, чтобы индуциру-

ющее излучение находилось в резонансе с индуцируемым. В нелинейных диэлектрических средах могут генерироваться гармоники света благодаря одновременному поглощению двух фотонов и испусканию фотона суммарной частоты (см. рис.1).

Рисунок 1. Диаграмма энергетических уровней E_1 и E_2 , иллюстрирующая процесс генерации второй гармоники

При этом для генерации второй гармоники необходимо выполнение следующих условий:

- в среде должен отсутствовать центр инверсии;
- среда должна быть прозрачна как на основной частоте, так и на частоте второй гармоники;
- ширина запрещенной зоны среды $\Delta E = E_2 - E_1$ должна соответствовать выходной энергии вторичного фотона $\Delta E = h(2\nu)$.

Интенсивность излучения второй гармоники $I_{2\omega}$ на выходе кристалла длиной l определяется как [1, с. 501]

$$I_{2\omega} = E_{2\omega}(l)E_{2\omega}^*(l) = \left(\frac{\mu}{\varepsilon_0}\right) \frac{\omega^2 d^2 l^2}{n^2} E_{\omega}^4 \frac{\sin^2(\Delta k l / 2)}{(\Delta k l / 2)^2}$$

где $\Delta k = k_1 - 2k = k_{2\omega} - 2k_{\omega}$, $k_{\omega} = \omega n_{\omega} / c$; n – показатель преломления (такой, что $n^2 = \varepsilon / \varepsilon_0$); μ , ε – магнитная и электрическая проницаемости среды, соответственно.

Интенсивность входного пучка сечением S определяется по формуле:

$$I_{2\omega} = \frac{P_{2\omega}}{S} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\varepsilon}{\mu}} |E_{2\omega}|^2$$

В таком случае эффективность преобразования поля входного излучения на частоте ω в поле на удвоенной частоте 2ω вычисляется по формуле:

$$\eta = \frac{P_{2\omega}}{P_{\omega}} = 2 \left(\frac{\mu}{\varepsilon_0}\right) \frac{\omega^2 d^2 l^2}{n_{\omega}^2 n_{2\omega}} \frac{\sin^2(\Delta k l / 2)}{(\Delta k l / 2)^2} \frac{P_{\omega}}{S}$$

В приближении плоской возмущающей волны величина η пропорциональна $P_{\omega}/S = I_{\omega}$ – интенсивности основного излучения и при $\Delta k \neq 0$ зависит от интерференции двух волн второй гармоники, описываемой множителем

$$\frac{(\Delta k l / 2)^{-2}}{\sin(\Delta k l / 2)}$$

Когерентная длина l_{coh} , равная по определению расстоянию между двумя соседними максимумами этой интерференционной картины, вычисляется по формуле:

$$l_{\text{coh}} = \frac{2\pi}{\Delta k} = \frac{2\pi}{k_1 - 2k} = \frac{2\pi c}{2\omega(n_{2\omega} - n_{\omega})} = \frac{h}{2(n_{2\omega} - n_{\omega})}. \quad (1)$$

Эта величина определяет максимальную длину среды, которую можно использовать для эффективной генерации 2-ой гармоники.

При $l = l_{\text{coh}}$ энергия выходного сигнала, описываемого соотношением (1), будет максимальной. В случае нормальной дисперсии оптической среды величина рассогласования фаз Δk между волной поляризации и волной накачки, как правило, велика; следовательно, l_{coh} мала.

Если же в нелинейной среде имеет место согласование фаз ($\Delta k = 0$), то величина выходного сигнала будет значительной и пропорциональной квадрату длины кристалла.

Поглощенная средой энергия пропорциональна

$$W = \frac{1}{2} \omega P E \sin \varphi,$$

где φ – разность фаз между волной поляризации и возмущающей электромагнитной волной.

В случае $\Delta k = 0$ генерируемая волна отстает по фазе от волны поляризации на 90° и энергия переходит от волны поляризации к электромагнитной волне ($W < 0$). При $\Delta k \neq 0$ это происходит только при $l = 0$; в противном случае происходит обратный процесс передачи энергии, т.е. при несинхронном взаимодействии совершается периодический процесс передачи энергии от падающих волн к генерируемым и обратно. При длине нелинейной среды, равной $2l_{\text{coh}}$ на выходе вторая гармоника отсутствует, а мощность основной волны равна ее мощности на входе, т.е. потеря энергии не происходит.

Что же касается промежуточного расстояния $l_{\text{coh}} \leq l \leq 2l_{\text{coh}}$, то для возрастания мощности второй гармоники организуют так называемое "квазисинхронное" взаимодействие.

УСЛОВИЕ СИНХРОНИЗМА

Известно, что эффективность процесса генерации второй гармоники зависит от фазовых соотношений между основной волной и второй гармоникой. Возникает своеобразная интерференция, способная либо усилить, либо ослабить этот процесс. Для обеспечения эффективного процесса генерации излучения вторичной гармоники, т.е. для максимальной перекачки энергии от основной волны ко вторичной гармонике, необходимо создать такие условия, при которых фазовые скорости распространения волны поляризации $P_{2\omega}$ и излучения вторичной гармоники $\omega_1 = 2\omega$ были равны, т.е. волна вторичной гармоники долго оставалась в одинаковой фазе с создающей ее волной поляризации. Отсюда вытекает условие эффективной генерации вторичной гармоники при коллинеарном взаимодействии – так называемое условие фазового синхронизма [6, с. 663; 3, с. 151]

$$k_1 = k_{2\omega} = k_{\omega} + k_{\omega} = 2k_{\omega},$$

т.к. $k_{\omega} = \omega n_{\omega} / c = \omega / v$, то $n_1 \omega_1 = 2n_{\omega}$ или $n(\omega) = n_1(\omega_1) = n(2\omega)$ или $v(\omega) = v(2\omega)$.

В связи с тем, что в обычных средах в оптическом диапазоне всегда существует дисперсия, для обыкновенных или необыкновенных волн с разными частотами удовлетворить условию фазового синхронизма практически невозможно. Поэтому равенство фазовых скоростей для различных частот осуществляется искусственно используя свойства волн различной поляризации при их распространении в анизотропной среде.

В настоящей работе фазовый синхронизм был осуществлен используя отрицательный одноосный кристалл, обладающий естественным двулучепреломлением, – ниобат бария натрия.

Известно, что в анизотропной среде всегда можно найти такое направление (например, расположенное под углом Θ_m к его оптической оси), вдоль которого показатели преломления для обыкновенной волны с частотой ω и для необыкновенной волны с частотой 2ω совпадают

$$n_o^\omega = n_e^{2\omega}(\Theta_m); \quad v(\omega) = v(2\omega),$$

т.е. выполняется условие фазового синхронизма. Тогда

$$\frac{\cos^2 \Theta_m}{(n_o^{2\omega})^2} + \frac{\sin^2 \Theta_m}{(n_e^{2\omega})^2} = \frac{1}{(n_o^\omega)^2},$$

откуда

$$\sin^2 \Theta_m = \frac{(n_o^\omega)^{-2} - (n_o^{2\omega})^{-2}}{(n_e^{2\omega})^{-2} - (n_o^{2\omega})^{-2}}.$$

Принцип обеспечения фазового синхронизма заключается в том, что для отрицательных двулучепреломляющих кристаллов основная волна должна являться обыкновенным лучом (o -луч), а вторая гармоника – необыкновенным (e -луч). Синхронным является взаимодействие двух (обыкновенной и необыкновенной) основных волн с обыкновенной волной второй гармоники в положительном кристалле и с необыкновенной волной второй гармоники в отрицательном кристалле. Если на входе основные волны имеют одну линейную поляризацию, то синхронизм относится к I типу, а если разную – то ко II типу.

Описание экспериментальной установки

С целью получения более эффективной генерации второй гармоники на фокальной плоскости с температурой порядка 700 °С и давлением 10 атм была сконструирована трубчатая конусообразная конструкция приемника, согласованная с соответствующим распределением лучистого потока солнца в фокальной плоскости концентратора размером

54x47 м с фокусным расстоянием $F=18$ м и максимальным апертурным углом 75° (рис.2) [7, с. 5].

Охлаждение установки осуществлялось холодной водой с температурой ниже 30 °С, которая подавалась с помощью насоса под давлением 3–12 атм в зависимости от интенсивности солнечной радиации. Солнечная радиация 800 Вт/м^2 направлялась через 18-28 гелиостатов на концентратор. В это время в фокусе БСП достигнутое значение светового потока составляло $2,4\text{--}4,0 \cdot 10^6 \text{ Вт/м}^2$. Средняя скорость подачи холодной воды поддерживалась 13–15 л/мин.

В экспериментах был использован источник лазерного излучения с активным элементом Nd:YAG, рабочие размеры которого составляли 6x130 мм. Следует отметить, что в отличие от обычных случаев, когда лазерное излучение создается источниками электрической энергии, в наших экспериментах Nd:YAG лазер включали с помощью сконцентрированных солнечных лучей.

Данное обстоятельство выделяет особенность полученной конструкции установки среди традиционных лазеров тем, что она не требует прямых затрат на накачку и в несколько раз экономичнее при получении той же выходной мощности, чем традиционные лазеры, накачиваемые от источников электрической энергии.

В целях получения сравнительной картины параметров второй гармоники при выходе из вышеуказанного кристалла эксперименты проводились в четырех вариантах. При этом в качестве входных сигналов были использованы естественный (1-вариант), линейно поляризованный (2-вариант), эллиптически (3-вариант) и кругово (4-вариант) поляризованные лучи.

В работе активной средой служил алюмоиттриевый гранат ($\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$), легированный неодимом (YAG:Nd^{3+}), имеющий форму параллелепипеда размером $(1,1 \times 2 \times 45) \text{ мм}$ с торцами, срезанными под углом Брюстера. Со сторон входа и выхода из активного элемента установлены зеркала, высокоотражающие на длине волны $\lambda_1=1,064 \text{ мкм}$ и пропускающие излучение на $\lambda_2=0,532 \text{ мкм}$. Накачка лазера осуществлялась солнечными лучами, сконцентрированными с помощью 18-28 гелиостатов.

В качестве преобразователя частоты излучения (с длиной волны $\lambda = 1064 \text{ нм}$) в зеленую область спектра (длина волны $\lambda_2 = 532 \text{ нм}$) использовали нелинейный кристалл, обладающий свойством двулучепреломления – кристалл ниобата бария-натрия ($\text{Ba}_2\text{NaNb}_5\text{O}_{15}$) [рис.3].

Рисунок 2. Функциональная схема установки по сбору солнечных лучей

Точная настройка на синхронизм осуществлялась подстроечным сопротивлением, расположенным на излучателе, во всем диапазоне регулирования температуры термостабилизации. Контроль мощности второй гармоники проводили по измерителю

средней мощности. Подстройка синхронизма осуществлялась по максимальной интенсивности зеленого света [11].

Рисунок 3. Схема генерации второй гармоники в приемнике: 1 и 3 – зеркала, отражающие гармонику 1064 мкм и пропускающие 532 мкм; 2 – активный элемент; 4 – нелинейная среда, создающая вторую гармонику

Основными элементами экспериментальной установки являются система защитных экранов от тепловых нагрузок; контролируемая система охлаждения элементов и узлов преобразовательного стенда; лазерный резонатор и вторичный отражатель,

предназначенный для увеличения эффективности накачки за счет переотражения и обеспечения накачки со всех сторон активного элемента. Внешний вид узлов оборудования, снятые в рабочей обстановке, представлены на рис. 4 и 5.

Рисунок 4. Внешний вид паровой турбины и генератора

Рисунок 5. Внешний вид установки для солнечной накачки лазера

Самый большой по возможности сбор энергии лучистого потока Солнца с максимально возможной концентрируемой плотностью оставался в ЗКС с эффективной рабочей площадью сбора – 1820 м², в фо-

кальной зоне которых диаметром 160±10 см концентрировалась мощность до 1 МВт, 75 % которой сосредотачивалась на размере 40 см.

При мобилизации 40 % мощности БСП в центральной части ее фокальной зоны, диафрагмированной размером 13х13 см, была получена мощность лазерного излучения до 80 Вт от одного активного элемента Nd:YAG, с активными рабочими размерами 6х130 мм.

В качестве конкретного применения полученной конструкции была изучена эффективность генерации второй гармоники при различных входных сигналах к кристаллу.

Экспериментальные результаты и их обсуждение

Результаты экспериментов по изучению эффективности генерации второй гармоники с применением легированным неодимом алюмоиттриевого граната, проведенных на ЗКС БСП мегаваттной мощности в г. Паркенте Ташкентской области, представлены на рис.6.

Рисунок 6. Эффективность генерации второй гармоники в зависимости от мощности входного сигнала

Из рисунка видно, что практически во всех вариантах наблюдается увеличение мощности второй гармоники с ростом мощности входного сигнала. С одной стороны, кажется, что дальнейшее увеличение мощности способствовало бы к самосогласованному росту эффективности второй гармоники. Однако, с другой стороны, это является небезопасным в связи с возможным разогревом (и даже расплавлением) кристалла, в результате которого может нарушиться фазовый синхронизм.

На экспериментах наименьшая мощность второй гармоники получена в случае естественной поляризации, а эллиптическая и круговая поляризация заняли промежуточную и практически одинаковую позицию. Что касается наибольшей мощности, то она имеет место в случае линейной поляризации входного сигнала, где эффективность генерации η достигла до 80 %.

Следует также заметить, что мощность второй гармоники в случаях эллиптически и кругово поляризованных входных сигналов практически вдвое, а естественно поляризованный – в четырежды меньше, чем мощность при линейной поляризации.

Заключение

Таким образом, на основании анализа результатов экспериментов, проведенных на зеркально-концентрирующих системах Большой Солнечной Печи

мегаваттной мощности в г. Паркенте Ташкентской области по изучению эффективности преобразования солнечных лучей на вторичную гармонику с применением одноосного кристалла ниобата бария-натрия, можно сделать следующие выводы:

во-первых, для накачки Nd:YAG лазера, вместо обычных источников электрической энергии, можно использовать сконцентрированные солнечные лучи; такая процедура освобождает от прямых затрат на накачку и является в несколько раз экономичней при получении той же выходной мощности, чем традиционные лазеры, накачиваемые от источников электрической энергии;

во-вторых, мощность второй гармоники в случаях эллиптически и кругово поляризованных входных сигналов вдвое, а естественно поляризованный – в четырежды меньше, чем мощность при линейной поляризации; скорее всего это связано с тем, что в случае линейной поляризации мы имеем дело с выполнением условий фазового синхронизма двух типов, которое не имеет место для остальных лучей;

в-третьих, при соответствующей подстройке элементов экспериментальной установки и в случае линейной поляризации входного сигнала можно довести эффективность генерации второй гармоники до 80 %.

Список литературы:

1. Ахманов С.А., Никитин С.Ю. Нелинейная оптика. Москва. Наука. 2004. 654 с.
2. Герасимов А.М., Кундикова Н.Д., Микляев Ю.В. Эффективность генерации второй гармоники в одномерном фотонном кристалле из изотропного материала // Вестник ЮУрГУ. Серия «Математика. Механика. физика». 2013. т.5. № 2. С. 147-150.
3. Данилов О.Б., Жевлаков А.П., Юрьев М.С. Кислород-йодные лазеры с оптической (солнечной) накачкой // Оптика и спектроскопия, 2014. Т. 117. № 1. С. 151.
4. Донцова Е.И., Лобач И.А., Достовалов А.В., Каблуков С.И. Исследование поляризационных свойств генерации второй гармоники в световодах с периодически наведенной квадратичной нелинейностью // Прикладная фотоника. 2015. т.2. № 4. С. 342-357.
5. Емелин М.Ю., Рябикин М.Ю. Основы аттосекундной физики. Нижний Новгород. 2014. 52 с.
6. Карпович Э.В. Солнечные батареи и лазеры для экологически чистой энергетики. в сборнике: энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы. Межвузовский сборник научных трудов. Саранск, 2017. С. 663-666.
7. Маматкосимов М.А. Оптимизация зеркально-концентрирующих систем большой солнечной печи и других энергетических установок для повышения их эффективности /Автореферат на соискание ученой степени доктора технических наук, 2017 г.
8. Хохлова М.А. Генерация высоких гармоник интенсивного лазерного излучения: роль резонансов среды и поляризации генерирующего поля / Диссертация на соискание ученой степени кандидат физико-математических наук. Москва. 2016. 125 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ

Ковалев Алексей Анатольевич

канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Электроснабжение транспорта»,
ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения»,
620034, РФ, г. Екатеринбург, ул. Колмогорова, д. №66
E-mail: akovalev@usurt.ru

Старцев Иван Михайлович

аспирант кафедры «Электроснабжение транспорта»,
ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения»,
620034, РФ, г. Екатеринбург, ул. Колмогорова, д. №66
E-mail: startsevivan@mail.ru

Шаюхов Тимур Талгатович

аспирант кафедры «Электроснабжение транспорта»,
ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения»,
620034, РФ, г. Екатеринбург, ул. Колмогорова, д. №66
E-mail: shayuhov@list.tu

IMPROVEMENT OF EFFICIENCY OF MANAGEMENT OF ELECTROTECHNICAL COMPLEXES OF INDUSTRIAL ENTERPRISES BY IMPLEMENTATION OF DISPATCHING SYSTEMS

Aleksej Kovalev

Ph.D., Assoc. Prof., Head of the Department of power supply of transport, Ural State University of Railway Transport,
620034, Russia, Yekaterinburg, Kolmogorov street, 66

Ivan Startsev

PhD student of the Department of power supply of transport, Ural State University of Railway Transport,
620034, Russia, Yekaterinburg, Kolmogorov street, 66

Timur Shayukhov

PhD student of the Department of power supply of transport, Ural State University of Railway Transport,
620034, Russia, Yekaterinburg, Kolmogorov street, 66

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена вопросам внедрения диспетчеризации систем электрохозяйства промышленных предприятий. Особое внимание обращается на модель организационной структуры электрохозяйства предприятия.

ABSTRACT

The article is devoted to the issues of the implementation of dispatching of electric power systems of industrial enterprises. Particular attention is drawn to the model of the organizational structure of the electric power systems of industrial enterprises.

Ключевые слова: системы диспетчеризации, электроснабжение, прогнозирование потребления электрической энергии, промышленные предприятия.

Keywords: dispatching systems, power supply, forecasting of electrical energy consumption, industrial enterprises.

В период кризиса все сферы экономики начинают остро ощущать давление на свои финансовые потоки. В условиях денежного сжатия проявляются слабые места в организации тех или иных процессов,

будь то производственных, управленческих или организационных. Предприятия вынуждены искать пути сокращения всех категорий затрат: на персонал, на закупку сырья, основного и вспомогательного

оборудования, на энергоресурсы, оптимизировать технологические процессы. Актуальными становятся вопросы снижения потребления электрической и тепловой энергии.

Ежегодные затраты на обеспечение предприятий энергетическими ресурсами в настоящее время исчисляются десятками миллиардов рублей. Поэтому энергосбережению и повышению энергетической эффективности в компаниях уделяется особое внимание.

Выделяют три составляющие экономии энергоресурсов:

- прямая экономия, получаемая в результате рационализации расхода энергоресурсов;
- технические и организационные мероприятия, требующие незначительных расходов, окупаемые в течение 2-5 лет;
- глобальная технологическая перестройка электрохозяйства, требующая значительных вложений капитала [1, с. 9].

Для эффективного функционирования электрохозяйства на предприятиях, в условиях постоянно меняющихся внешних и внутренних факторов, следует сформировать оптимальную функциональную и организационную структуру диспетчеризации.

Приоритетным энергоресурсом на крупных промышленных предприятиях является электроэнергия, в этой связи, необходимо в первую очередь совершенствовать системы электрохозяйства предприятий.

На первом этапе стояла задача провести анализ текущего состояния оперативно-диспетчерского управления (ОДУ) электрохозяйством на различных предприятиях с целью дальнейшего создания оптимальной системы диспетчеризации. Исследование существующих систем диспетчеризации проводилось на ряде промышленных предприятий Уральского региона. В качестве примера на рисунке 1 приведена структурная схема существующей системы диспетчеризации металлургического предприятия [2, с. 59].

Существующая система не позволяет оперативно реагировать на возникновение нештатных и аварийных ситуаций с оборудованием. Большой объем информации, которая поступает из разных цехов, не успевает обрабатываться диспетчерской службой.

Предлагается внести изменения в существующую систему диспетчеризации (см. рисунок 2).

Рисунок 1. Структурная схема существующей системы диспетчеризации электрохозяйства предприятия

Рисунок 2. Структурная схема предлагаемой системы диспетчеризации электрохозяйства

Предлагаемая схема управления электрохозяйством, во-первых, позволит предприятию эффективнее работать на оптовом рынке электроэнергии и мощности (ОРЭМ). Учитывая, что промышленные предприятия, как правило, закупают электроэнергию на ОРЭМ в секторе рынка на сутки вперед, то возникает «острая» необходимость в точном прогнозе электропотребления (на сутки вперед). За планирование непосредственно будет отвечать диспетчер по энергоснабжению.

Диспетчер будет отвечать за сбор заявок на потребление электроэнергии по подразделениям (цехам). При отклонении от плана электропотребления

в течение суток (как по подразделениям, так и по предприятию, в целом) диспетчер может организовать планомерное снижение электрических нагрузок и, соответственно, потребления электроэнергии для того чтобы «уложиться» в заявленный план (допускается отклонение 5% от заявленного плана на сутки вперед). Для этого предприятию необходимо определить и документально утвердить перечень оборудования, которое возможно кратковременно выводить из работы (до нескольких часов).

Кроме того, предлагаемая схема системы диспетчеризации позволит организовать непрерывный мониторинг за работой электроустановок.

Список литературы:

1. Шаюхов Т.Т. Расчет удельных норм и прогнозирование электропотребления на промышленных предприятиях. Инновационный транспорт, № 3 (21), 2016 г. Екатеринбург.
2. Федорова С.В., Карпов И.В., Старцев И.М. Совершенствование систем диспетчеризации электрохозяйства предприятий как средство повышения эффективности и качества снабжения и использования электроэнергии / Эффективное и качественное снабжение и использование электроэнергии: сборник докладов 6-й международной научно-практической конференции в рамках специализированного форума «ExpoBuildRussia». - Екатеринбург: Издательство УМЦ УПИ, 2017. С 57-60.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научный журнал

**UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№ 8(53)
Август 2018

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 25.08.18. Формат бумаги 60х84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 4,5. 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+