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: 9(54)

Сентябрь 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;

Звезда 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. – № 9(54). М., Изд. «МЦНО», 2018. – 84 с. – Электрон. версия печ. публ. – <http://7universum.com/ru/tech/archive/category/954>

ISSN (печ.версии): 2500-1272

ISSN (эл.версии): 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2018.54.9

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2018 г.

Содержание

Авиационная и ракетно-космическая техника	5
К ВОПРОСУ О МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ДВУХРЕЖИМНОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ	5
Вольф Илья Григорьевич	
Ихтисанов Ильнар Ильдарович	
Процессы и машины агроинженерных систем	8
ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ КОКОНОВ ТУТОВОГО ШЕЛКОПРЯДА	8
Сафаров Жасур Эсиргапович	
Дадаев Гани Тошходжаевич	
Эркинов Дилмурод Дониёр угли	
Технология материалов и изделий текстильной и легкой промышленности	12
АНАЛИЗ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ВЫСОКОЭЛАСТИЧНЫХ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПОРТИВНОЙ ОДЕЖДЫ	12
Максудов Набижон Боходирович	
Нигматова Фатима Усмановна	
Юлдашев Жамшид Камбаралиевич	
Абдувалиев Равшан Рухиллаевич	
ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ПРЯЖИ И ГОТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПЕРЕХОДАМ	17
Каримов Рахим Каримович	
Алиева Дилбар Ганиевна	
Обидов Донёр Холмаматович	
Мамадалиева Дилдора Абдулмаликовна	
Технология продовольственных продуктов	21
КАЧЕСТВЕННЫЕ И БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЛУФАБРИКАТОВ ФРУКТОВЫХ СОУСОВ	21
Акрамбоев Расулжон Адашевич	
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЛУФАБРИКАТОВ ОВОЩНЫХ СОУСОВ	24
Дадамирзаев Музаффар Хабибуллаевич	
Химическая технология	27
МОДИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРОВ И ИЗУЧЕНИЕ ИХ СТРУКТУРЫ	27
ИК-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИМ МЕТОДОМ	
Содикова Мунира Рустамбековна	
Джалилов Абдулахат Турапович	
Абдумавлянова Мамура Косимовна	
Мурзаев Рустам Камилович	
Таджиходжаев Закирходжа Абдусаттарович	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА АЗОТНОКИСЛОТНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ АЛЮМИНИЯ ИЗ КАОЛИНОВЫХ ГЛИН	31
Кенжаев Миржалол Эркинжанович	
Бобокулова Ойгул Соатовна	
Мавлянова Мавджуда Набиевна	
Мирзакулов Холтура Чориевич	
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ХИМИЧЕСКОГО ЗАКРЕПЛЕНИЯ ПОДВИЖНЫХ ПОЧВОГРУНТОВ И ПЕСКОВ АРАЛА И СУРХАНДАРЬИ	36
Кулдашева Шахноза Абдулазизовна	
Адизова Наргиза Замировна	
ГРАНУЛИРОВАННАЯ ИЗВЕСТКОВО-АММИАЧНАЯ СЕЛИТРА НА ОСНОВЕ ПЛАВА НИТРАТА АММОНИЯ И ИЗВЕСТНЯКА	41
Жураев Нодирбек Ёдгорович	
Маматалиев Абдурасул Абдумаликович	
Намазов Шафоат Саттарович	

ВЛИЯНИЯ ДЕПРЕССОРНОЙ ПРИСАДКИ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА	46
Вафаев Ойбек Шукурлаевич Соттикулов Элёр Сотимбоевич Таджиходжаев Зокирходжа Абдусатторович Юлдашев Норбек Худайназарович Джалилов Абдулахат Турапович	
ПРОСТОЙ АММОНИЗИРОВАННЫЙ СУПЕРФОСФАТ НА ОСНОВЕ ЗАБАЛАНСОВОЙ ФОСФОРИТНОЙ РУДЫ – МИНЕРАЛИЗОВАННОЙ МАССЫ	50
Бадалова Ойдин Абдукахаровна Отабоев Хусан Абдусобирович Намазов Шафоат Саттарович Сейтназаров Атаназар Рейпназарович Ражабов Рузмат Ражабович	
ХИМИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ МИНЕРАЛИЗОВАННОЙ МАССЫ С ПОМОЩЬЮ РАСТВОРОВ АММОНИЙНЫХ СОЛЕЙ	55
Курбанов Жахонгир Хамитович Бадалова Ойдин Абдукахаровна Намазов Шафоат Саттарович Сейтназаров Атаназар Рейпназарович Беглов Борис Михайлович	
ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПИРОКОНДЕНСАТА ПИРОЛИЗНОГО ПРОИЗВОДСТВА	59
Кодиров Орифжон Шарипович Мирзакулов Холтура Чориевич Бердиев Хусан Уролович Шарипова Вазира Валижоновна	
ОКИСЛЕНИЕ БУРОГО УГЛЯ АНГРЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПЕРЕКИСЬЮ ВОДОРОДА В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ	65
Ганиев Пирназар Худойназарович Намазов Шафоат Саттарович Беглов Борис Михайлович Усанбаев Нажимуддин Халмурзаевич	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ТРИПОЛИФОСФАТА НАТРИЯ ИЗ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ	69
Мирзакулов Холтура Чориевич Хужамбердиев Шерзод Мусурмонович Арифджанова Камола Сайфуллаевна Турдиалиев Умид Мухторалиевич	
УКСУСНОКИСЛОТНАЯ ОЧИСТКА ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ, ПОЛУЧЕННОЙ ИЗ МЫТОГО ОБОЖЖЕННОГО ФОСФОКОНЦЕНТРАТА	72
Каршиев Бекзод Носирович Кахаров Эркинжон Махмуджонович Намазов Шафоат Саттарович Сейтназаров Атаназар Рейпназарович	
ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ХЛОРИРОВАННОГО ПОЛИАЦЕТИЛЕНА	76
Сафаров Тойир Турсунович Мирзакулов Холтура Чориевич Бекназаров Хасан Сойибназарович Рахимов Фарход Хушбакович Хабибуллаев Рашид Азаматович	

АВИАЦИОННАЯ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

К ВОПРОСУ О МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ДВУХРЕЖИМНОГО
РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ**Вольф Илья Григорьевич**

канд. техн. наук, начальник кафедры эксплуатации артиллерийского вооружения,
Пермский военный институт войск национальной гвардии РФ,
РФ, г. Пермь
E-mail: ivolf@yandex.ru

Ихтисанов Ильнар Ильдорович

адъюнкт, Пермский военный институт войск национальной гвардии РФ,
РФ, г. Пермь
E-mail: alfione83@mail.ru

TO THE QUESTION OF MATHEMATICAL MODELLING
OF THE DUAL-MODE ROCKET ENGINE ON SOLID FUEL**Ilya Wolf**

candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Exploitation of Artillery Armament,
Perm military institute of troops of national guard of the Russian Federation,
Russian Federation, Perm

Ilmar Ikhtisanov

adjunct, Perm military institute of troops of national guard of the Russian Federation,
Russian Federation, Perm

АННОТАЦИЯ

В работе рассматриваются основные вопросы математического моделирования характеристик потока рабочего тела в двухрежимном двигателе на твердом топливе. Описываются особенности и результаты по определению внутрибаллистических и тяговых характеристик двигателя, а именно скорости горения топлива и давления в камере сгорания.

ABSTRACT

In work, the main questions of mathematical modeling of characteristics of a stream of a working body in the dual-mode engine on solid fuel are considered. Features and results on definition of intra ballistic and traction characteristics of the engine namely speed of burning of fuel and pressure in the combustion chamber are described.

Ключевые слова: математическое моделирование, двигательная установка, двухрежимный ракетный двигатель, твердое топливо.

Keywords: mathematical modeling, propulsion system, dual-mode rocket engine, solid fuel.

Одним из важнейших этапов проектирования ракетных двигателей на твердом топливе (РДТТ) является определение основных внутрибаллистических параметров рабочего процесса в камере двигателя, которое осуществляется посредством решения основной задачи внутренней баллистики (ОЗВБ) [1].

В классической постановке ОЗВБ формулируется как задача расчета изменения во времени давления и температуры в камере сгорания.

В практике инженерных расчетов обычно усредняют физические величины по всему свободному

объему камеры сгорания. Метод усреднения по свободному объему составляет основу, так называемой, «нульмерной баллистики», предмет которой состоит в нахождении зависимости средних по объему параметров от времени [2].

На основе расчетных данных определяются параметры ракетного двигателя:

- тяга двигателя P ;
- удельный импульс тяги $I_{уд}$;

Расчет давления, тяги и удельного импульса тяги производится в диапазоне температур $\pm 50^\circ\text{C}$.

При решении задачи расчета внутрибаллистических параметров РДТТ с комбинированным зарядом приняты следующие основные допущения:

- решение задачи ведется в «нульмерной» постановке, без учета переменности давления, плотности и температуры по длине камеры сгорания;
- горение воспламенителя считается мгновенным, а давление в камере в момент времени $t = 0$ равным давлению воспламенителя;
- закон горения топлива геометрический;
- статическое давление принимается постоянным по длине камеры и равным давлению торможения у торца заряда, обращенного к соплу;
- потери полного давления при движении потока от торца заряда до критического сечения учитываются коэффициентом φ_2

$$p_k^* = \varphi_2 \cdot p; \quad (1)$$

- температура газов в камере сгорания принимается постоянной и равной

$$T_0 = \frac{T_1}{k}, \quad (2)$$

где T_1 – температура горения топлива в постоянном объеме;

k – показатель адиабаты.

Потери тепла, связанные с теплоотдачей от продуктов горения к стенкам камеры, учитываются коэффициентом тепловых потерь χ , который для не теплоизолированных камер определяется по известной формуле Шапиро

$$\chi = 1 - \frac{0,16}{1 + 2\psi}, \quad (3)$$

где ψ – относительная часть сгоревшего топлива, определяемая из выражения

$$\frac{d\psi}{d\tau} = \frac{S_z}{\Lambda_1} u_1 f(p), \quad (4)$$

где Λ_1 – начальный объем топливного заряда.

Решение задачи ведется без учета химического взаимодействия продуктов горения топливного заряда, продукты сгорания являются идеальным газом.

Зависимость $W_i = f_3(\tau)$ определяется из выражения

$$\frac{dW_z}{d\tau} = S_z u = S_z u_1 f(p). \quad (5)$$

Зависимость скорости горения от скорости газового потока характеризуется функцией $\varepsilon(v)$, называемой эрозионным фактором скорости горения. Эрозионный фактор играет заметную роль только в начальный период горения заряда, когда значение величины

$\varepsilon = S_T / F_{св}$ велико. Если значение не превосходит некоторой величины $\varepsilon_{\text{порог}}$ эрозионный эффект практически отсутствует, причем величина $\varepsilon_{\text{порог}}$ растет вместе с давлением.

Давление в камере сгорания и характер его изменения во времени определяются балансом прихода, расхода газов и количеством газов, идущих на заполнение объема, освобождающегося в камере сгорания по мере выгорания заряда и определяется зависимостью

$$\frac{dp}{d\tau} = \frac{\chi R T_0}{W_z \cdot A(\psi)} \left[\frac{S_z \rho_m u_1 f(p) \left(1 - \frac{p}{\rho_m \chi R T_0} \right)}{\phi_2 \Gamma(k) F_{kp} p} - \frac{1}{\sqrt{\chi R T_0}} \right]. \quad (6)$$

Параметр $A(\psi)$ рассчитывается по формуле

$$A(\psi) = \sigma(S) \cdot f_3(\varepsilon) \cdot f(\chi). \quad (7)$$

Параметр $A(\psi)$ зависит от трех функций:

- $\sigma(S)$ – функция изменения поверхности горения по времени;
- $f_3(\varepsilon)$ – функция изменения параметра заряжения по времени, величина $f_3(\varepsilon)$ зависит от скорости газового потока, которая изменяется не только по длине заряда, но и по времени работы двигателя. Величина $f_3(\varepsilon)$ имеет максимальное значение в начале горения твердого заряда, когда коэффициент заполнения камеры сгорания максимальный и уменьшается с увеличением площади свободного истечения газов. В предыдущих математических моделях величина $f_3(\varepsilon)$ рассчитывалась на срезе заряда, обращенного к соплу то в предложенной математической модели величина $f_3(\varepsilon)$ рассчитывается для каждой поверхности горения с учетом ранее существующей поверхности горения;
- $f(\chi)$ – функция, учитывающая изменение тепловых потерь во время работы двигателя.

С введением параметра $A(\psi)$ расчет ОЗВБ становится более точным по определению внутрибаллистических и тяговых характеристик двигателя, а именно точнее определяется скорость горения топлива и давление в камере сгорания.

Начальным этапом в решении ОЗВБ однокамерного двухрежимного РДТТ с комбинированным зарядом является определение давления воспламенителя p_v , которое будет использоваться в качестве одного из начальных условий при расчете зависимости $p = p(t)$. В типовых РДТТ давление воспламенителя, как правило, выбирают из условия

$$p_v = (0,3 \dots 0,4) p_{уст}, \quad (8)$$

где $p_{уст}$ – установившееся давление в камере двигателя.

В рассматриваемом случае на стартовом режиме работы двигатель работает в нестационарном режиме, для которого отсутствует понятие об устано-

вившемся давлении. Поэтому для определения значения p_v целесообразно воспользоваться допущением о горении воспламенителя в постоянном объеме (равном начальному свободному объему камеры сгорания до критического сечения сопла). Правомерность этого допущения обуславливается тем, что за короткое время воспламенения истечение газов воспламенителя пренебрежимо мало; кроме того, сопла реальных РДТТ до начала работы закрываются герметизирующими тарелями, давление разрушения которых существенно превышает величину p_v [3]. Учитывая вышесказанное, с помощью уравнения состояния можно определить давление воспламенителя по формуле

$$p_v = \frac{m_v R_g T_{1v}}{W_0}, \quad (9)$$

где m_v – масса воспламенителя;

R_g , T_{1v} – газовая постоянная и температура горения воспламенителя в постоянном объеме;

W_0 – начальный свободный объем камеры РДТТ.

В периоды выхода двигателя на режим установившейся работы и режима установившейся работы при условии $\alpha \geq \alpha_{\text{порог}}$ скорости горения твердотопливных полузарядов будут различными за счет эффекта эрозионного горения. Причем для головной и хвостовой шашек рассчитывается свое значение α .

В связи с этим, массовый секундный приход газов от полузарядов рассчитывается отдельно:

- для головной шашки

$$\dot{m}_{1(+)} = S_{c1} \rho_m u_1 f(p); \quad (10)$$

- для хвостовой

$$\dot{m}_{2(+)} = S_{c2} \rho_m u_1 f(p). \quad (11)$$

В дальнейшем необходимо рассматривать решение ОЗВБ последовательно для каждого периода работы однокамерного двухрежимного РДТТ с комбинированным зарядом.

Список литературы:

1. Алиев А.В. Внутренняя баллистика РТТД / под редакцией А.М. Липанова и Ю.М. Милехина М.: Машиностроение, 2007. – 504 с.
2. Шишков А.А., Панин С.Д., Румянцев Б.В. Рабочие процессы в ракетных двигателях твердого топлива / Справочник М.: Машиностроение, 1988. – 240 с.
3. Яскин А.В. Конструкции и отработка ракетных двигателей на твердом топливе / Учебное пособие. – Бийск: Изд-во Алтайского гос. техн. ун-та, 2010. – 200 с.

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ КОКОНОВ ТУТОВОГО ШЕЛКОПРЯДА

Сафаров Жасур Эсирганович

*д-р. техн. наук, Ташкентский государственный технический университет
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: jasursafarov@yahoo.com*

Дадаев Гани Тошходжаевич

*соискатель, Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Эркинов Дилмурод Дониёр угли

*студент, Ташкентский государственный технический университет
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

RESEARCH PRIMARY PROCESSING COCOONS SILKWORM

Jasur Safarov

*Doct. tech. science, Tashkent state technical university
Uzbekistan, Tashkent*

Gani Dadaev

*researcher, Tashkent state technical university
Uzbekistan, Tashkent*

Dilmurod Erkinov

*student, Tashkent state technical university
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены результаты исследования первичной обработки коконов тутового шелкопряда. Производство кокона является наиболее развитым из шелкопряда *Bombyx mori* - типичного насекомого. Шелковицы размножают в больших количествах для производства шелка. Имеются более 1000 штаммов включая разные географические и мутантные штаммы. Среди них много цветных мутантов, включая белый, желтый, золотисто-желтый, оранжевый, розоватый, и зеленый. В лаборатории Ташкентского государственного технического университета разработан механизм генерации низкочастотных колебаний за счет электромеханического привода к поддонам. Данная установка была подвергнута натурному испытанию по морке и сушке коконов тутового шелкопряда. На основе полученных результатов можно констатировать, что дальнейшее совершенствование установки, разработанной авторами и ускорение процесса морки и сушки при использовании инфракрасного нагрева с температуре 65°C и с комбинациями вибрации 1 м/с² в течение 2 минут создает возможность для хорошего сохранения естественных физико-механических и технологических показателей коконной оболочки.

ABSTRACT

The article deals with the results of the study of the primary processing of silkworm cocoons. The production of the cocoon is the most developed of the silkworm *Bombyx mori* - a typical insect. Mulberry is multiplied in large quantities for the production of silk. There are more than 1000 strains including different geographical and mutant strains. Among them, many color mutants, including white, yellow, golden yellow, orange, pinkish, and green.

The laboratory of the Tashkent State Technical University has developed a mechanism for generating low-frequency oscillations due to the electromechanical drive to the pallets. This installation was subjected to a full-scale test for the carrot and drying cocoons of the silkworm. Based on the obtained results, it can be stated that further improvement of the

installation developed by the authors and acceleration of the process of carrots and drying with the use of infrared heating at a temperature of 65 ° C and with combinations of vibration of 1 m/s² for 2 minutes creates the possibility for good preservation of natural physico-mechanical and technological indicators of the cocoon shell.

Ключевые слова: вибрации, упругие волны, акустика, температура, кокон, инфракрасные лучи, сушка.
Keywords: vibration, elastic waves, acoustics, temperature, cocoon, infrared rays, drying.

Тутовый шелкопряд (лат. *Bombyx mori*), или шелковичный червь – гусеница и бабочка. Тутовый шелкопряд – это единственное полностью одомашненное насекомое, не встречающееся в природе в диком состоянии. Самки его даже «разучились» летать. Взрослое насекомое – толстая бабочка с беловатыми крыльями размахом до 6 см. Гусеницы этого шелкопряда едят только листья шелковицы, или тутового дерева. Гусеницы шелкопряда завивают коконы, оболочки которых состоят из непрерывной шелковой нити длиной 300-900 м и до 1500 м в самых крупных коконах.

Производство кокона является наиболее развитым из шелкопряда *Bombyx mori* – типичного насекомого. Шелковицы размножают в больших количествах для производства шелка. Имеются более 1000 штаммов, включая разные географические и мутантные штаммы. Среди них много цветных мутантов, включая белый, желтый, золотисто-желтый, оранжевый, розоватый, и зеленый [1].

Большая часть воды содержится в кукольном теле (75-79%), в то время как свежая оболочка кокона содержит (11-12%). По этой причине вентиляторы должны быть рассчитаны на обеспечение воздуха скоростью 1,0 м/с, воздух, нагретый до 102 ± 2 °C, является достаточным для быстрой сушки. Температура воздуха выше 115 ± 5°C может повредить содержание серицина. Так, что в процессе наматывания, эффективность торцевых концов и снижение способности барабанов приводит к уменьшению доли сырого шелка в коконе.

В работе P.Wu и др. [2] показано, что основной целью сушки коконов шелкопрядов является уничтожение куколок и снижение потенциально опасного содержания влаги, что позволяет хранить коконы до года в надлежащих условиях. Поэтому коконы тутового шелкопряда должны быть высушены сразу же после сбора урожая из-за возможности появления мотыльков из куколок, которые они содержат, и могут испортить структуру кокона изнутри, что приводит к порче сырья. Правильная сушка позволяет выдерживать коконы длительного в течение хранения (6-12 месяцев) без роста плесени. Целый высушенный кокон имеет содержание влаги около (8-12%) и (6-8%) в оболочке кокона, в то время как тело высушенных куколок содержит около (7-13%). E.K.Nguku и др. [3] показали, что сушка на солнце по-прежнему является

наиболее распространенным методом для сохранения коконов. Из-за отсутствия достаточных методов хранения для распространения урожая коконов, которые должны быть высушены тонкими слоями на проложенных основаниях или матах, где они подвергаются воздействию солнечных лучей и ветра в течение 3-5 дней.

Значительные потери могут произойти при естественной сушке на солнце из-за различных факторов, таких как грызуны, насекомые, дождь и микроорганизмы. Этот метод отрицательно влияет на слой серицина в этих коконах что, снижает качественные характеристики за счет воздействия на коконы ультрафиолетовыми и инфракрасными лучами, что, в свою очередь, увеличивает общую потерю коконов. В работах Nguku также было указано, что шелковая нить теряет около 50% от ее прочности при воздействии ультрафиолетовых лучей в течение 6 часов. L.Yong-woo [4] добавил, что в случае искусственной сушки начальная температура оказывает наибольшее влияние на оболочку кокона, и когда температура превышает максимальные пределы, серицин резко дегенерируется, что приводит к уменьшению процента сырого шелка. Если начальная температура для сушки кокона слишком сильно опускается, то это способствует ухудшению чистоты результата, т.е. качества сырого шелка.

S.Morohoshi [5] указал, что коконы должны быть высушены после сбора урожая и до хранения или маркетинга. Сушка помогает снизить уровень воды и предотвращает появление распада структуры нити обеспечивая длительное, хранение, и помогает убивать куколки внутри коконов. E.K.Nguku и др. [3] изучали эффекты трех процессов морки коконов на качество и качество сырого шелка тутового шелкопряда *Bombyx mori*. Данный процесс умиротворила куколок, но показала низкую производительность наматывания и качество сырого шелка по сравнению с горячим давлением воды и сушке в печи.

В лаборатории Ташкентского государственного технического университета разработан механизм генерации низкочастотных колебаний за счет электро-механического привода к поддонам [6-7]. Данной установки была подвергнута натурному испытанию по морке и сушке коконов тутового шелкопряда. Результаты полученных данных морки и сушки коконов тутового шелкопряда приведены в таблицах 1-2.

Таблица 1.

Результаты экспериментов сушки и морки коконов тутового шелкопряда инфракрасными лучами, влияниями вибрации и эластическими волнами (расстояние между трубкой, распределяющей ИК-лучи, и сырьём 10 см)

Номера экспериментов	Исходный вес коконов, г	Вес после обработки с ИК лучами, г	Вес после обработки с ИК лучами и влиянием вибрации, г	Вес после обработки с ИК лучами и влиянием эластических волн, г	Вес после обработки с ИК лучами через 10 дней, г	Вес после обработки с ИК лучами и влиянием вибрации через 10 дней, г	Вес после обработки с ИК лучами и влиянием эластических волн через 10 дней, г	Температура переработки, °C	Время переработки, мин
1	112,5	95,6	90,9	93,9	81,0	75,4	78,8	65-70	50
2	110,9	96,5	88,7	94,6	79,8	73,2	77,6	65-70	50
3	117,2	98,4	93,8	99,8	82,0	76,2	79,7	65-70	50
4	115,6	97,1	94,8	95,9	79,8	75,1	76,3	65-70	50
5	110,4	100,5	92,7	96,8	82,8	72,9	79,5	65-70	50
	113,3	97,6	92,2	96,2	81,1	74,6	78,4	65-70	50

Таблица 2.

Результаты экспериментов сушки и морки коконов тутового шелкопряда инфракрасными лучами, влияниями вибрации и эластическими волнами (расстояние между трубкой распределяющей ИК-лучи и сырьём 10 см)

Номера экспериментов	Исходный вес коконов, г	Вес после обработки с ИК лучами, г	Вес после обработки с ИК лучами и влиянием вибрации, г	Вес после обработки с ИК лучами и влиянием эластических волн, г	Вес после обработки с ИК лучами через 10 дней, г	Вес после обработки с ИК лучами и влиянием вибрации через 10 дней, г	Вес после обработки с ИК лучами и влиянием эластических волн через 10 дней, г	Температура переработки, °C	Время переработки, мин
1	112,2	89,8	86,4	92,0	80,8	76,2	78,5	65-70	70
2	118,7	104,5	97,3	100,9	79,5	75,9	77,2	65-70	70
3	105,4	99,1	93,8	97,0	81,2	74,7	79,1	65-70	70
4	115,6	98,3	94,8	97,1	79,2	73,1	76,3	65-70	70
5	107,3	94,4	88,0	93,4	82,6	72,4	79,4	65-70	70
	111,8	97,2	92,1	96,1	80,7	74,5	78,1	65-70	70

На основе полученных результатов можно констатировать, что дальнейшее совершенствование установки, разработанной авторами и ускорение процесса морки и сушки при использовании

инфракрасного нагрева с температуре 65°C и с комбинациями вибрации 1 м/с² в течение 2 минут создает возможность для хорошего сохранения естественных физико-механических и технологических показателей коконной оболочки.

Список литературы:

1. Hendaw Y.T. Stifling Cocoons Silkworms Using Butane Gas Mechanical Dryer. J.Soil Sci. and Agric. Eng., Mansoura Univ., Vol. 8(4):149 - 156, 2017
2. Wu P., Da-Chuang C., Zou-Pu C., Ping-Zhang L., He T. Silkworm rearing Publisher, FAO Agric Services. № (73/2) Rome. 1992. Pp. 69-70.
3. Nguku E.K., Raina S.K., Mburugu K.G., Mugenda O.M. Evaluation of Different Cocoon Stifling Methods on Raw Silk Quality. Published in the African Journal of Applied Human Sciences. Vol.1, Number 1. 2009. pp 4-8.
4. Yong-woo L. Silk reeling and testing manual. Publishers, FAO Agric Services. №. (136) Rome. 1999. Pp. 5-35.
5. Morohoshi S. Development physiology of silkworms. Sciences Publishers, Inc. Enfield (NH), USA, 2001.

6. Сафаров Ж.Э., Султанова Ш.А., Дадаев Г.Т. Изучение переработки куколки коконов тутового шелкопряда. Международная научно-практическая конференция “Моделирование и анализ сложных технических и технологических систем”. г.Стерлитамак, РФ. 2018 г. С. 104-105.
7. Юлибаев М.Х., Султанова Ш.А. Разработка установки для «морки» и сушки коконов тутового шелкопряда. Сборник докладов Республиканской научной-технической конференции “Роль интеллектуальной молодежи в развитии науки и техники”. Ташкент, 2018. С.144-146.

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

АНАЛИЗ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ВЫСОКОЭЛАСТИЧНЫХ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПОРТИВНОЙ ОДЕЖДЫ

Максудов Набижон Боходирович

докторант, Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности
Узбекистан, Наманганская область, г. Наманган
E-mail: maqsudovnabijon@mail.ru

Нигматова Фатима Усмановна

д-р техн. наук, профессор, Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности
Узбекистан, Ташкентская область, г. Ташкент
E-mail: maqsudovnabijon@mail.ru

Юлдашев Жамшид Камбаралиевич

канд. техн. наук, Наманганский инженерно-технологический институт
Узбекистан, Наманганская область, г. Наманган
E-mail: j_q_yuldashev@mail.ru

Абдувалиев Равшан Рухиллаевич

ассистент, Наманганский инженерно-технологический институт
Узбекистан, Наманганская область, г. Наманган
E-mail: rayshanbek1987@umail.uz

ANALYSIS OF THE DEFORMATION PROPERTIES OF HIGH-ELAST KNITWEAR GARMENTS FOR DESIGNING SPORTS CLOTHES

Nabijon Maqsudov

Doctoral student, Tashkent Institute of Textile and Light Industry
Uzbekistan, Namangan region, Namangan

Fatima Nigmatova

Doctor of technical sciences, Tashkent Institute of Textile and Light Industry
Uzbekistan, Tashkent region, Tashkent

Jamshid Yuldashev

Candidate of technical sciences, Namangan Institute of Engineering and Technology
Uzbekistan, Tashkent region, Tashkent

Ravshan Abduvaliev

Assistant lecturer, Namangan Institute of Engineering and Technology
Uzbekistan, Tashkent region, Tashkent

АННОТАЦИЯ.

Статья посвящена исследованию деформационных свойств высокоэластичных трикотажных полотен для спортивной одежды. Изучение получаемых при испытаниях в цикле нагрузка – разгрузка – релаксация характеристик деформационных свойств трикотажных полотен представляет большой интерес. Результаты подобных исследований могут использоваться при конструировании деталей одежды, ее изготовлении, разработке новых материалов с улучшенными свойствами.

ABSTRACT

The article is devoted to the investigation of the deformation properties of highly elastic knitted fabrics for sportswear. The study of the load - unloading - relaxation of the characteristics of the deformation properties of knitted fabrics obtained during the tests is of great interest. The results of such studies can be used in the design of clothing parts, its manufacture, the development of new materials with improved properties.

Ключевые слова: деформация, растяжимость, релаксация, компрессионное давление, лайкры, линейная плотность, проектирования.

Keywords: deformation, extensibility, relaxation, compression pressure, lycra, linear density, projecting.

В процессе эксплуатации спортивная одежда испытывает разнообразные воздействия со стороны тела человека (многократно повторяющееся растяжение, воздействие влаги и тепла), которые, в силу их различной интенсивности на отдельных участках, необратимо изменяют форму поверхности одежды, что приводит к потере внешнего вида. Обычно материалы деформируются в результате воздействия усилий, величины которых значительно меньше разрывных. При эксплуатации спортивных трикотажных изделий напряжение от растяжения трикотажа составляет около 0,65–4,0 кПа [7]. При эксплуатации плотно облегающей одежды растяжимый материал повторяет неоднородный характер деформации кожного покрова, накапливает остаточные деформации в наиболее подвижных местах. Таким образом, в отличие от статической нагрузки, с ростом растяжимости материала происходит увеличение доли остаточных деформаций на отдельных участках плотно облегающей одежды, расшатывание структуры материала, что приводит к его ослаблению, изменению размеров и формы материала, ухудшению его внешнего вида. Поэтому основным фактором изменения формы и размеров одежды является накопление циклической остаточной деформации, изменение плотности трикотажа вследствие изменения толщины полотна и образования вздутия на отдельных высоконагруженных участках одежды (в области локтя, колена и др.).

Изучение получаемых при испытаниях в цикле нагрузка – разгрузка – релаксация характеристик механических свойств трикотажных полотен представляет большой интерес. Результаты подобных исследований могут использоваться при конструировании деталей одежды, её изготовлении, разработке новых материалов с улучшенными свойствами.

Растяжимость материалов учитывается при проектировании изделий из них. Так, при изготовлении плотно облегающего изделия из материалов с высокой растяжимостью детали выкраиваются меньшего размера, чем из материалов с меньшей растяжимостью. При этом соблюдается требование сохранения условий для нормального кровообращения и других физиологических процессов в организме человека. Предельно допустимая величина давления на тело человека не должна превышать 1330–2000 Па, на участке плотного облегающего давления на тело прямо пропорционально напряжению (σ), возникающему в полотне при растяжении в поперечном направлении, и обратно пропорционально радиусу кривизны (R) контура поперечного сечения изделия. Таким образом, при равном нагружении (равной отрицательной

прибавке) давление на тело полотен, обладающих разной растяжимостью, различно [6].

При проектировании изделий бытового назначения из эластомерных полотен в качестве исходных данных берутся величины растяжения изделия в носке. Растяжение элементов одежды при движении составляет в области плеч 13–16 %, в области колен и локтей – 35–45 %, в области бедер – 25–30 % [6].

Эти данные используются при проектировании плотно облегающих изделий из высокоэластичных полотен и определении величин отрицательных прибавок по различным участкам изделия. Для каждого вида трикотажного полотна в зависимости от его растяжимости устанавливаются оптимальные величины отрицательных прибавок. При этом величина общей деформации трикотажного полотна в изделии ($\epsilon_{\text{изд.}}$) на конкретном участке определяется как сумма отрицательной конструктивной прибавки ($\epsilon_{\text{к.п.}}$) и деформации полотна ($\epsilon_{\text{д.п.}}$) наибольшим динамическим приростом по формуле:

$$\epsilon_{\text{изд.}} = \epsilon_{\text{к.п.}} + \epsilon_{\text{д.п.}} \quad (1)$$

Максимальное компрессионное давление, создаваемое трикотажной оболочкой на мягкие ткани тела под одеждой, должно быть рассчитано с учетом общей деформации ($\epsilon_{\text{изд.}}$) и эквивалентности величин прибавки и динамического прироста растяжению материала. Поэтому величина конструктивной прибавки, вызывающая соответствующее растяжение материала, может быть уменьшена на величину максимального динамического прироста размерного признака.

Таким образом, реальные условия эксплуатации изделий из высокоэластичных полотен характеризуются тем, что полотна во время носки изделия могут находиться в деформированном (растянутом) состоянии. Релаксационные процессы в текстильных материалах наблюдаются при всех видах воздействий на материал (растяжение, изгиб, сжатие и др.) и являются их характерной особенностью. Эти процессы в текстильных материалах оказывают большое влияние как на качество изготовления, так и на эксплуатацию швейных изделий.

Наименее изученной и представляющей большой интерес является релаксация деформации материала при действии на него постоянной нагрузки меньше разрывной.

Многие отечественные и зарубежные исследователи занимались изучением деформационных

свойств высокоэластичных материалов для спортивной одежды [5]. В этой области накоплены значительные теоретические знания и практический опыт. Однако релаксационные показатели новых эластичных материалов при многоцикловых небольших нагрузках недостаточно изучены.

Исследования трикотажных полотен, отличающихся соотношением лайкры в составе, показали, что растяжимость материала может возникать за счет структуры и свойств эластановых волокон, параметров петельной структуры, переплетения и способов производства трикотажа [4].

Для оценки новых высокоэластичных трикотажных полотен, производимых на отечественных трикотажных предприятиях, в Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности на кафедре конструирования и технологии швейного производства были проведены исследования по установлению растяжимости высокоэластичных полотен, используемых при производстве спортивной одежды.

Для эластичных полотен рекомендуется определять деформационные свойства, в том числе растяжимость при малой (7,8 Н) и средней эксплуатационной нагрузке (11,8–22,5 Н) [1].

Известно, что максимальное значение экспериментальной величины относительной прочности при движениях (сгибаниях, приседаниях и др.) не превышает 0,7–0,8 мН/текс, и при непродолжительном пребывании тела человека в согнутом положении такая относительная прочность нитей в материале не вызывает неудобств. Этот показатель принят в качестве исходной для определения эксплуатационной нагрузки при установлении показателя растяжимости высокоэластичных полотен.

Для испытаний были отобраны образцы высокоэластичных трикотажных полотен кругловязанных переплетений с вложением полиуретановой нити «лайкра», наиболее широко применяемой в настоящее время для изготовления спортивной одежды. Основные характеристики полотен представлены в табл. 1.

Таблица 1.

Характеристики кругловязанных трикотажных полотен

№ обр.	Вид переплетения	Сырьевой состав полотен и содержание лайкры, % Хлопок/лайкра	Линейная плотность образца, число петель на 50 мм		Поверхностная плотность, г/м ²	Толщина, мм
			Плотность по горизонтали	Плотность по вертикали		
1	Гладь	95/5	78	95	201,5	0,55
2	Гладь	92/8	60	110	203,1	0,7
3	Ластик	95/5	54	45	232,2	0,8
4	Гладь	97/3	69	116	179,9	0,5
5	Интерлок	90/10	68	101	227,7	0,85
6	Гладь	95/5	82	72	185,3	0,6
7	Гладь	-	67	56	216,5	0,8
8	Гладь	95/5	87	77	433,3	1,2
9	Гладь	92/8	73	105	192,9	0,7
10	Гладь	95/5	72	97	181,1	0,5

Для вычисления эксплуатационной нагрузки P воспользуемся известной зависимостью [6]:

$$\sigma = \frac{P}{T}, P = \sigma \cdot T, \quad (2)$$

где σ – относительная прочность (относительная разрывная нагрузка), Н/текс;

T – суммарная линейная плотность образца материала, текс.

Суммарная линейная плотность образца трикотажного полотна T складывается из величин линейных плотностей n -го количества нитей, его составляющих:

$$T = T_1 + T_2 + \dots + T_n. \quad (3)$$

Как известно, линейная плотность характеризуется следующей зависимостью:

$$T = \frac{m}{L}, \quad (4)$$

где m – масса нити, г;

L – длина нити, км [7].

Поскольку длина нити – величина постоянная, равная длине образца полотна, то:

$$T = \frac{m_1 + m_2 + \dots + m_n}{L} = \frac{M}{L}, \quad (5)$$

где M – масса образца.

По зависимости (5) определены значения максимальной эксплуатационной нагрузки для каждого вида полотна (табл. 2).

По найденным значениям P для каждого вида полотна в соответствии с рекомендациями [1, 2] определены стандартные показатели, характеризующие деформационные свойства полотен при нагрузках меньше разрывных: растяжимость, эластичность и остаточная деформация.

Таблица 2.

Расчет эксплуатационной нагрузки для испытаний высокоэластичных кругловязанных полотен на растяжение при нагрузках меньше разрывных

№ образца	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Относительная прочность σ , МН/текс	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Суммарная линейная плотность T , текс	21000	27000	21000	19900	18400	19400	26700	24300	23100	22400
Эксплуатационная нагрузка P , Н	12,6	16,2	12,6	11,9	11,0	11,6	16,0	14,5	13,8	13,4

Испытания проводились на стандартной методике [1], разработанной для определения растяжимости полотен, используемых для изготовления облегających изделий. При этом фиксировались значения удлинения не только при конечном значении нагрузки, но и при промежуточном с интервалом 2 Н для построения диаграмм растяжения.

Растяжимость (ε_p , %) определялась по формуле:

$$\varepsilon_p = \frac{L_1 + L_0}{L_0}, \quad (6)$$

где L_1 – длина пробы в нагруженном состоянии, мм;

L_0 – длина пробы до испытаний, мм.

Эластичность (ε , %) определялась по формуле:

$$\varepsilon = \frac{L_1 - L_2}{L_1 - L_0} \cdot 100\%, \quad (7)$$

где L_2 – длина пробы сразу после разгрузки, мм.

Остаточная (необратимая) деформация ($\varepsilon_{ост}$, %) определялась по формуле:

$$\varepsilon_H = \frac{L_3 - L_0}{L_0}, \quad (8)$$

где L_3 – длина пробы после «отдыха».

Результаты испытаний основовязанных трикотажных полотен сведены в табл. 3.

Таблица 3.

Результаты испытаний образцов основовязанных трикотажных полотен на растяжение при нагрузках меньше разрывных

Направление растяжения	№ образца	L_0 , мм	L_1 , мм	L_2 , мм	L_3 , мм	ε_p , %	ε , %	, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вдоль петельных рядов	1	100	157	103	101	57	94,7	1
	2		169	105	103	69	92,7	3
	3		178	112	102	78	84,6	2
	4		149	105	102	49	89,7	2
	5		155	107	104	55	87,2	4
	6		166	109	102	66	86,3	2
	7		201	107	104	101	93	4
	8		158	107	104	58	87,9	4
	9		157	103	101	57	94,7	1
	10		156	103	102	56	94,6	2
Вдоль петельных столбиков	1	100	153	105	102	53	90,5	2
	2		176	104	103	76	94,7	3
	3		161	104	102	61	93,4	2
	4		133	104	103	33	87,8	3
	5		166	106	104	66	90,9	4
	6		160	106	104	60	90	4
	7		159	105	103	59	91,5	3
	8		125	103	102	25	88	2
	9		182	104	102	82	95,1	2
	10		172	107	104	72	90,2	4

Как видно из таблицы, значения растяжимости исследуемых полотен варьируются в пределах 40–101%. Причем некоторые образцы имеют большую растяжимость вдоль петельных столбиков. Однако, исходя из требований плотного облегания изделия по

ширине, во внимание принимались значения растяжимости трикотажных полотен вдоль петельных рядов.

Эластичность всех исследуемых полотен превышает 86% даже в поперечном направлении и составляет в среднем 90,5–91,2%.

Величины остаточных деформаций достаточно малы и не превышают 3–4%, поэтому ими можно пренебречь и не учитывать при построении конструкции.

Анализ диаграмм растяжения и полученных величин растяжимости позволил ориентировочно разделить полотна на 3 группы (табл. 4).

Таблица 4.

Группы растяжимости основовязанных трикотажных полотен

Группа	Растяжимость, %	№ образца
I	0-40	4,8
II	41-100	1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10
III	100 и более	7

Полученные значения дают основание новые полотна с содержанием лайкры отнести к эластичным и малоэластичным.

С целью подтверждения полученных выводов по аналогичной методике были изучены деформационные свойства высокоэластичных полотен, отличающихся от ранее исследованных способом производства, видом переплетения нитей и т. п. Для проведения эксперимента были взяты как основовязанные, так

и поперечновязанные полотна, выработанные из полиамидных и полиэфирных текстурированных нитей, в том числе с вложением эластановых волокон и нитей типа «лайкра» и «спандекс», а также поперечновязанные полотна из хлопчатобумажной и хлопкополиэфирной пряжи с вложением полиуретановых нитей. Результаты проведенных исследований растяжимости, эластичности и остаточной деформации указанных материалов позволили подтвердить ранее сделанные выводы и предположения.

Список литературы:

1. ГОСТ 26435-85. Полотна трикотажные основовязанные эластичные. Метод испытаний при растяжении. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 5 с.
2. ГОСТ 8847-85. Полотна трикотажные. Методы определения разрывных характеристик и растяжимости при нагрузках меньше разрывных. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 22 с.
3. Бузов Б.А., Алыменкова Л.Д. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности. Швейное производство. – М.: Академия, 2004. – С. 448.
4. Касимова А.Б., Шин Е.И., Нигматова Ф.У. Оценка физиологической комфортности хлопок-нитроновых трикотажных изделий спортивного назначения с компрессионным эффектом // Проблемы текстиля.–2016. – №4. – С. 77–83.
5. Мукимов М.М. Технология трикотажа. – Ташкент (Узбекистан), 2002. – 184 с.
6. Мязина Ю.С. Особенности деформации трикотажных полотен при технологических и эксплуатационных воздействиях // Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. – 2008. – № 2. – С. 28–32.
7. Тисленко И.В. Разработка метода проектирования компрессионной трикотажной одежды: дисс. ... канд. техн. наук. – Иваново: ИВГПУ, 2017. – 155 с.
8. Шалов И.И., Кудрявин Л.А. Основы проектирования трикотажного производства с элементами САПР. – М.: Легпромбытиздат, 1989. – С. 288.

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ПРЯЖИ И ГОТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПЕРЕХОДАМ

Каримов Рахим Каримович

канд. техн. наук, доцент Наманганского инженерно-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Наманган
E-mail: rahim.textil@mail.ru

Алиева Дилбар Ганиевна

канд. техн. наук, доцент Наманганского инженерно-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Наманган
E-mail: dilbar-57@mail.ru

Обидов Донёр Холмаматович

канд. техн. наук, доцент Наманганского инженерно-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Наманган
E-mail: donyor.textil@mail.ru

Мамадалиева Дилдора Абдулмаликовна

канд. техн. наук, доцент Наманганского инженерно-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Наманган
E-mail: dildora.textil@mail.ru

PRODUCTS THE STUDY OF THE DYNAMICS OF CHANGING RELATIVE HUMIDITY IN THE TECHNOLOGICAL TRANSITIONS OF COTTON YARN CREATION AND READY OF THEM

Rakhim Karimov

Cand. tech. in Economics, Associate Professor, Namangan Engineering and Technology Institute,
Republic of Uzbekistan, Namangan

Dilbar Alieva

Cand. tech. in Economics, Associate Professor, Namangan Engineering and Technology Institute,
Republic of Uzbekistan, Namangan

Donyor Obidov

Cand. tech. in Economics, Associate Professor, Namangan Engineering and Technology Institute,
Republic of Uzbekistan, Namangan

Dildora Mamadalieva

Cand. tech. in Economics, Associate Professor, Namangan Engineering and Technology Institute,
Republic of Uzbekistan, Namangan

АННОТАЦИЯ

Влажность текстильных материалов является одним из важных физических показателей, влияющих на механические свойства пряжи и ткани. В данной статье изучены фактические значения относительной влажности 100%-ной хлопчатобумажной пряжи и готовых изделий (махровых полотенец) по технологическим переходам производства.

ABSTRACT

Moisture of textile materials is one of the important physical indicators affecting their mechanical properties. In this article, the actual values of the relative humidity in technological transitions, the production of yarn from 100% cotton in production and in the manufacture of finished products -magro towels are studied.

Ключевые слова: Сорбция, адсорбция, абсорбция, относительная влажность, влажность пряжи, технологический процесс, механические свойства пряжи, доувлажнения пряжи, измерение влажности, коэффициенты вариации по технологическим переходам.

Keywords: Sorption, adsorption, absorption, relative humidity, yarn moisture, technological process, mechanical properties of yarn, moisture moistening, moisture measurement, coefficients of variation in technological transitions.

Способность текстильных волокон и изделий поглощать водяные пары (сорбция) и отдавать их в окружающую среду (десорбция) характеризует их гигроскопические свойства.

Сорбция – сложный процесс, при котором происходит удержание влаги сорбентом за счет межмолекулярных сил взаимодействия. Она включает адсорбцию, абсорбцию и капиллярную конденсацию.

Адсорбция (поверхностная сорбция) обусловлена наличием энергии некомпенсированных сил межмолекулярного взаимодействия, за счет которого удерживаются молекулы влаги на поверхности волокон и нитей. Величина водяных паров при адсорбции зависит от многих факторов: прежде всего, от структуры и свойств веществ (составляющих волокон и пряжи), от поверхности сорбента, давления, температуры и относительной влажности окружающей среды. Адсорбция влаги протекает быстро, и равновесное состояние достигается за несколько секунд. При этом чем больше поверхность сорбента, тем выше давление и относительная влажность окружающей среды. Чем ниже температура, тем выше адсорбция влаги.

Далее идет процесс проникания (диффузии) молекул влаги вглубь волокон, называемый абсорбцией. Он протекает медленно и достигает равновесия за длительное время (до нескольких часов). Наличие внутри волокон или нитей неуравновешенных межмолекулярных сил удерживает глубоко проникшие молекулы влаги, при десорбции обратное их движение также медленное.

Капиллярная конденсация заключается в сжижении паров воды в стенках капилляров волокон. Она возникает при смачивании стенок капилляра водой. В результате пар, еще не достигший насыщенного давления по отношению к плоской поверхности, становится насыщенным или даже перенасыщенным по отношению к жидкой фазе в капилляре. Этот весьма длительный процесс протекает при высокой относительной влажности.

При десорбции равновесие устанавливается при большей влаге, чем при сорбции. Такое явление называется сорбционным равновесием. Оно связано с изменением структуры сорбента нитей: увеличением межмолекулярного расстояния, изменением расположения фибрилл и микрофибрилл и их ориентации. Восстановление структуры до сорбции возможно при нагреве волокон или нитей [1, с. 246].

Влажность волокон пряжи, соответствующая сорбционному равновесию, называется равновесной влажностью. Она зависит не только от структуры и свойств волокон пряжи, но и от температуры, давления и относительной влажности окружающей среды. При изменении этих условий меняется равновесная влажность волокон и пряжи.

При изменении относительной влажности и температуры воздуха равновесная влажность материала также меняется. Об этом можно судить по кривым зависимости равновесной влажности волокон (W_n) от относительной влажности воздуха (ϕ) при постоянной температуре (25°C), которые называются изотермами сорбции. С повышением относительной влажности воздуха равновесная влажность материала увеличивается.

Важнейшими характеристиками гигроскопичности текстильных полотен являются: влажность, гигроскопичность, влагоотдача, водопоглощение и капиллярность.

Влажностью (W , %) называют процентное отношение массы воды, удаленной при определенной температуре, к массе сухого материала. Различают фактическую, равновесную, кондиционную (нормированную), нормальную и максимальную влажность [2, с. 205].

Влажность текстильных материалов является одним из важных физических показателей, влияющих на их механические свойства, такие как прочность, жесткость, стойкость к многократным нагрузкам, а также их фрикционные, тепловые и электрические показатели. Благодаря этому, они играют существенную роль в оптимизации технологических процессов при их переработке.

Под влажностью материалов понимают степень содержания в них водяных паров (капиллярность), механически удерживаемых в их молекулярных структурах. Если её фактическое значение влияет на рабочие параметры технологического процесса, то их нормированное значение, установленное стандартом, играет важную экономическую роль во взаимных расчетах между поставщиком и потребителем.

Исходя из вышеизложенного, нами было принято решение изучить фактическое значение относительной влажности по технологическим переходам при получении пряжи и готовых изделий (махровых полотенец).

Опыты проводились на предприятиях в производственных условиях при выработке пряжи № 20/1 (на фабрике ИП «МРТ-текстиль»), пряжи № 16/1 (на фабрике ООО «Антекс») и махровых тканей для бытовых полотенец (на фабрике ООО «НМС»).

Измерение влажности сырья, полуфабрикатов, пряжи и готовых изделий проводилось на электровлажномере марки GES HGM04 (производство Турции). Прибор позволяет измерять в процентах величину относительной влажности в исследуемых объектах с высокой точностью.

Анализ проведенных исследований показал, что в складских помещениях обоих предприятий относительная влажность хлопка, хранимого в кипах, имеет близкие значения: 8,27% и 8,4%.

В последующих переходах технологического процесса значения относительной влажности в полуфабрикатах постепенно уменьшаются: в пряжах, полученных с мотальных автоматов, – до значений 5,08% и 4,99%. С целью доведения степени влажности пряжи до нормального значения (7–8%) в обоих предприятиях осуществляется процесс доувлажнения намотанной в бабины пряжи в запарных камерах, где значение относительной влажности пряжи доводится соответственно до 11,63% и 11,86%.

После операции доувлажнения на предприятии ИП «МРТ-Текстиль» осуществляется процесс

вылежки готовых изделий в течение 8–10 часов в специальных помещениях с нормальными климатическими условиями. В результате чего перед упаковкой готовой продукции в целлофановые мешочки или в коробки влажность составляет 8,15%.

Результаты исследований, проведенных в хлопкопрядильных фабриках, приводятся в табл. 1. В ней отражены средние значения по 10 замерам и их коэффициенты вариации по технологическим переходам выработки пряжи из 100%-ного хлопка в условиях 2 хлопкопрядильных фабрик.

Таблица 1.

Результаты значения влажности волокон и нити по технологическим переходам

№	Технологические переходы	ИП «МРТ-Текстиль»		ООО «АНТЕКС-Текстиль»	
		Среднее значение, %	Коэффициент вариации, %	Среднее значение, %	Коэффициент вариации, %
1.	Хлопок в кипах	8,27	1,978	8,44	2,44
2.	Кипа в ставке	8,19	7,85	8,34	0,58
3.	Чесальная лента	7,68	2,096	8,04	0,858
4.	Лента первого перехода ленточной машины	7,61	1,8	7,57	2,78
5.	Лента второго перехода ленточной машины	7,61	1,8	7,57	2,78
6.	Ровница	6,34	1,52	5,97	5,8
7.	Пряжа	5,16	1,872	5,09	3,2
8.	Пряжа после мотального автомата	5,08	1,244	4,99	2,39
9.	Пряжа после запарной камеры	11,63	6,1	11,86	3,18
10.	Пряжа при упаковке	8,15	1,84	11,86	3,18

Анализ полученных данных показал, что поступающие на предприятия пряжи имеют относительную влажность 11,72%, что несколько выше установленных нормативов. Готовая продукция имеет относительную влажность 4,59%.

В табл. 2 приведены средние значения по 10 замерам и их коэффициенты вариации по технологическим переходам при выработке нитей и готовой продукции в условиях фабрики ООО «НМС».

Таблица 2.

Результаты значения влажности нитей и готовой продукции по технологическим переходам

№	Технологические переходы получения махровой ткани из крашенной пряжи	Среднее значение относительной влажности, %	Коэффициент вариации, %
1.	Пряжа на складе	11,72	1,32
2.	Пряжа после мягкой намотки	8,5	3,62
3.	Пряжа после крашения	163,82	11,76
4.	Пряжа после отжима на центрифуге	48,35	10,44
5.	Пряжа после радиочастотной сушки	7,14	0,06
6.	Пряжа после перемотки	6,55	4,59
7.	Крашенная пряжа на складе	6,32	0,052
8.	Пряжа на сновальной раме	6,6	3,13
9.	Пряжа на сновальном валике	6,83	4,85
10.	Пряжа на ткацком навое (ткацком станке)	5,36	5,35
11.	Готовая продукция (махровая ткань)	4,59	5,7

Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующие выводы:

1. Учитывая существенное влияние величины относительной влажности сырья на ход технологического процесса, необходимо установить их нормативные значения по технологическим переходам выработки как пряжи, так и готовой продукции.

2. Во взаимных экономических связях с поставщиком сырья и потребителем готовой продукции необходимо учитывать значение относительной влажности пряжи и готовой продукции.

3. При расчетах себестоимости пряжи и готовой продукции необходимо учитывать потери физического веса волокон и пряжи из-за разности относительных влажностей сырья и готовых изделий.

Список литературы:

1. Кукин Г.Н. Текстильное материаловедение: учебник. – М.: Легпромбытиздат, 1989. – 246 с.
2. Кукин Г.Н. Текстильное материаловедение: учебник. – М.: Легкая индустрия, 1967. – 205 с.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

КАЧЕСТВЕННЫЕ И БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЛУФАБРИКАТОВ ФРУКТОВЫХ СОУСОВ

Акрамбоев Расулжон Адашевич

*преподаватель, Наманганский инженерно-строительный институт,
Узбекистан, Наманганская область, г. Наманган
E-mail: akramboyev@bk.ru*

QUALITATIVE AND BACTERIOLOGICAL INDICATORS OF HALF-FINISHED PRODUCTS OF FRUIT SAUCES

Rasuljon Akramboyev

*Lecturer, Namangan Institution of Civil Engineering,
Republic of Uzbekistan, Namangan*

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрена проблема увеличения доли потребляемых фруктов населением страны, одним из путей решения которой является увеличение ассортимента фруктовых соусов. Разработаны технологии приготовления полуфабрикатов двух видов фруктовых соусов: из абрикосов и из чернослива. Исследованы физико-химические, бактериологические и микробиологические показатели. Проведенные исследования показывают, что новые полуфабрикаты фруктовых соусов отвечают всем требованиям СанПиН РУз. № 0283-10. Определены сроки хранения полуфабрикатов фруктовых соусов.

ABSTRACT

The article deals with problems of increasing the share of consumed fruits by population of the country and one of the ways of solving this problem with increasing the assortment of consumed fruit sauces. Technologies to prepare a whole spectrum of half-finished fruit sauces have been developed. Physical-chemical, bacteriological and microbiological indicators have been investigated. The conducted research shows that new half-finished products of fruit sauces meet all requirements of SanRaN RUz. No. 0283-10. The storage time of half-finished fruit sauces is determined.

Ключевые слова: полуфабрикат, фруктовый соус, пищевые волокна, пектин, вторичное сырье, мука.

Keywords: half-finished product; fruit sauce; dietary fiber; pectin; secondary raw materials; flour.

Рацион современного человека в целом покрывает энергетические затраты организма. Однако, по ряду объективных и субъективных причин, он не удовлетворяет его потребности во многих биологически активных веществах. Сбалансированное питание человека во многом зависит от потребления фруктов, овощей, ягод как основных источников витаминов, микроэлементов, органических кислот и других биологически активных веществ.

Известно, что химический состав плодов и ягод представлен всеми необходимыми организму человека питательными веществами [1, 8, 11]. Свежие плоды и ягоды содержат 75–95% воды, при этом около 95% воды находится в свободноподвижной форме, и только до 5% – удерживаемая коллоидами вода в связанном состоянии [4, 6, 9].

Важной составной частью плодов являются сухие вещества. Их содержание колеблется в пределах

10–20% и даже достигает 25% [4, 6, 11]. Значительную часть составляют углеводы сахара (глюкоза, фруктоза, сахароза), полисахариды, пектиновые вещества, клетчатка. Большинство плодов не содержит жиров, количество азотистых веществ не превышает 3%. Минеральные вещества плодов входят в состав органических и неорганических солей. К ним относятся кальций, натрий, фосфор, магний, а из микроэлементов – медь, марганец, железо [2, 7].

Из органических кислот в составе плодов преобладают яблочная, лимонная, щавелевая, винная, фитиновая кислоты. В плодах содержатся практически все витамины, за исключением витаминов В и Д (кальциферола).

Из вышеизложенного следует, что плоды и ягоды имеют высокую пищевую ценность и содержат все необходимые для нормального функционирования человеческого организма нутриенты.

Проблемами, требующими разрешения, являются увеличение доли потребления плодов и ягод населением страны и доведение их среднедушевого потребления по стране до научно обоснованных физиологических норм. Эти проблемы в какой-то мере могут быть разрешены через сеть общественного питания при его кооперировании с сельскохозяйственным производством.

Одним из способов решения этих проблем является увеличение доли потребляемых фруктовых соусов. В настоящее время в сети общественного питания нашей республики редко готовят и используют фруктовые соусы. Это связано с тем, что их добавляют в малых количествах, а процесс приготовления является трудоемким. Но, хоть и используемые в малых количествах, эти фруктовые соусы улучшают органолептические показатели и повышают пищевую ценность потребляемых блюд, обогащая их пищевыми волокнами, минеральными веществами и витаминами.

Учитывая вышесказанное, нами разработана технология приготовления полуфабрикатов абрикосового соуса и соуса из чернослива.

Технология приготовления полуфабриката абрикосового соуса включает выдержку абрикоса в слабом растворе аскорбиновой кислоты, СВЧ-обработку, отделение мякоти и сока, концентрирование сока и растворение в этом соке ингредиентов и загустителей, соединение с мякотью, перемешивание, протирание, нагревание и упаковку.

При приготовлении полуфабриката соуса из чернослива мы выдерживали черносливы в слабом солевом растворе и отделяли косточки. Далее черносливы нагревали, отделяя мякоть и сок. В полученный сок добавляли загуститель, ингредиенты и предварительно подготовленный порошок из скорлупы зеленых грецких орехов, из которой предварительно удалили горечь, выдержали в сахарном сиропе, засу-

шили, измельчили. Добавленные ингредиенты растворяли в соке и соединяли его с мякотью. Затем перемешивали, протирали, нагревали и упаковывали.

В Ферганской долине ощущается острая нехватка йода, тогда как скорлупа зеленых грецких орехов как раз отличается высоким содержанием йода. Производство таких йодообогащенных продуктов способствует профилактике зубной болезни. Она также способствует обогащению соусов минеральными веществами и пищевыми волокнами.

При проведении экспериментальных работ были использованы общепринятые и стандартные методы исследований, применяемые для изучения органолептических [2], физико-химических и микробиологических показателей [3].

Исследовательская работа включала в себя исследование качества и пищевой ценности разработанных полуфабрикатов соусов-паст, определение в них влаги, золы и микробиологических показателей.

Органолептическую оценку проводили по модифицированной методике Д.Э. Тильгнера [10]. Содержание сухих веществ в продуктах определяли путем высушивания навески образца в сушильном шкафу при температуре 105°C в предварительно высушенных бюксах и доведения их до постоянной массы [3].

Количество золы исследовали сжиганием органической части навески исследуемого образца с прокаливанием минерального остатка в муфельной печи при 450–500°C [3].

Микробиологическую и бактериологическую оценку качества полуфабрикатов соусов-паст проводили по выявлению наличия в них патогенных микробов, а также по определению микробного числа и наличия постоянной микрофлоры по СанПиН РУз № 0283-10. Микробиологические и бактериологические исследования проводили совместно с Наманганской областной санэпидстанцией.

Результаты исследования некоторых физико-химических показателей полуфабрикатов фруктовых соусов приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Физико-химические показатели полуфабрикатов фруктовых соусов

Наименование полуфабрикатов	Показатели	
	Содержание сухих веществ, %	Содержание золы, %
Полуфабрикат соуса из чернослив	49,6	2,7
Полуфабрикат абрикосового соуса	48,0	2,5

Содержание сухих веществ в полуфабрикате соуса из чернослив составил 49,6%, золы – 2,7%, в полуфабрикатах абрикосового соуса – 48,0% и 2,5% соответственно.

Результаты исследования бактериологических и микробиологических показателей полуфабрикатов фруктовых соусов совместно с областной санэпидстанцией приведены в рис. 1.

Министерство здравоохранения
Республики Узбекистан
Областной ГСЭС
Бактериологическая лаборатория

По БХУТ
По КТРК
Форма медицинского документа №330
Утверждено приказом 777 МЗРУз от
25.12.2017

Санитарно-бактериологическое исследование пищевых продуктов

От куда: Наманганский областной центр по трансферу технологии и инновационной деятельности
От кого: Научные сотрудники центра Ш.Атаханов, М.Дадамирзаев, О.Маллабоев, Р.Акрамбоев
Когда: 03.08.2018 г.
Срок сдачи образцов: 03.08.2018 г.

Р/Н	Наименование исследуемых образцов	На основании какого документа	КМАФ и М КОЕ/г, ГОСТ 10444.15-94	ИТБГ ГОСТ 30518-97	St. Aureus 1 gr. ГОСТ 10444/2-94	Патоген флора в т.ч. салмонелла gr. ГОСТ 30519-97	Proteus 1 gr. ГОСТ 28560-90	E.coli 1 gr. ГОСТ 30726-2001	Срок хранения, ден
94	Полуфабрикат абрикосового соуса (нестерилизованное про.-ва 2.08.2018 г)	СанПиН РУз. № 0283-10	90 КОЕ/gr	1.0 не обнаружено	1.0 не обнаружено	25,0 gr. не обнаружено	1.0 не обнаружено	1.0 не обнаружено	1 2 3 4
95	Полуфабрикат малинового соуса (нестерилизованное про.-ва 2.08.2018 г)	СанПиН РУз. № 0283-10	110 КОЕ/gr	1.0 не обнаружено	1.0 не обнаружено	25,0 gr. не обнаружено	1.0 не обнаружено	1.0 не обнаружено	1 2 3 4
96	Полуфабрикат соуса из чернослив (нестерилизованное про.-ва 2.08.2018 г)	СанПиН РУз. № 0283-10	100 КОЕ/gr	1.0 не обнаружено	1.0 не обнаружено	25,0 gr. не обнаружено	1.0 не обнаружено	1.0 не обнаружено	1 2 3 4

Заведующий лабораторией

Врач бактериолог

13.08.2018 г.

Рисунок 1. Бактериологические и микробиологические показатели качества полуфабрикатов фруктовых соусов

На основании этих исследований определили срок хранения полуфабрикатов фруктовых соусов – 48 часов.

Результаты исследований показывают, что количество бактерий не превышает допустимых норм, указанных в СанПиН, а некоторых вовсе не обнаружено.

Из предварительных результатов исследований можно сделать вывод о том, что полуфабрикаты фруктовых соусов имеют высокие органолептические показатели [2], отвечают всем требованиям СанПиН, имеют высокую пищевую ценность. Налаживание их производства будет способствовать расширению ассортимента потребляемых соусов.

Список литературы:

1. Доценко В.А. Овощи и плоды в питании. – Л.: Лениздат, 1988. – 189 с.
2. Исследование органолептических показателей полуфабрикатов фруктовых и овощных соусов и разработка шкалы частных качеств / Ш.Н. Атаханов и др. // Universum: Технические науки. – 2018. – № 8 (53).
3. Кретович В.Л. Биохимия растений. – М.: Высшая школа, 1980. – 445 с.
4. Марх А.Т. Биохимия консервирования плодов и овощей. Пищевая промышленность. – 1973. – 371 с.
5. Марх А.Т., Зыкина Т.Ф., Голубев В.Н. Технохимический контроль консервного производства. – М.: Агропромиздат, 1989. – 304 с.
6. Метлицкий Л.В. Основы биохимии плодов и овощей. – М.: Экономика, 1976. – 349 с.
7. Нормаматов Р.Н., Сайдалиев Х.М. Слива для переработки // Пищевая промышленность. – 1988. – №6.
8. Николаева М.А. Товароведение плодов и овощей. М.: Экономика. 1990
9. Справочник товароведов продовольственных товаров: в 2-х томах / Е. Н. Баранова и др. – Т. 2. – М.: Экономика, 1987. – 319 с.
10. Тильгнер Д.Е. Органолептический анализ пищевых продуктов. – М.: Пищепромиздат, 1962. – 338 с.
11. Химический состав пищевых продуктов: справочник / под. ред. И.М. Скурихина, М.Н. Волгарева. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.
12. Ширко Т.С., Ярошевич И.В. Биохимия и качество плодов. – Минск, наука и техника, 1991. – 294 с.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЛУФАБРИКАТОВ ОВОЩНЫХ СОУСОВ

Дадамирзаев Музаффар Хабибуллаевич

*преподаватель, Наманганский инженерно-строительный институт,
Республика Узбекистан, Наманганская область, г. Наманган*

E-mail: d_muzaffar@inbox.ru

MICROBIOLOGICAL AND PHYSICAL-CHEMICAL INDICATORS OF HALF-FINISHED PRODUCTS OF VEGETABLE SAUCES

Muzaffar Dadamirzayev

*Lecturer, Namangan Institution of Civil Engineering,
Republic of Uzbekistan, Namangan*

АННОТАЦИЯ

Овощи в рационе человека являются основным источником витаминов, минеральных веществ. Они также богаты клетчаткой, пищевыми волокнами, пектином и способствуют улучшению обмена веществ и пищеварения.

Исследования показывают, что ассортимент и количество потребляемых овощей, несмотря на вышеуказанные свойства, очень узок. Одним из способов решения данной проблемы является расширение ассортимента потребляемых овощных соусов путем разработки полуфабрикатов соусов-паст и снабжения ими предприятий общественного питания. Разработаны технологии полуфабрикатов овощных соусов. Исследованы их физико-химические, бактериологические и микробиологические показатели. Определены сроки хранения полуфабрикатов овощных соусов.

ABSTRACT

Vegetables are the main source of vitamins and minerals in the human's nutrition. They are also rich in fiber, dietary fiber, pectin and it helps to improve metabolism and digestion. Analyses show that the range and quantity of consumed vegetables are very narrow despite the above properties. One of the ways to solve this problem is to expand the range of consumed vegetable sauces by developing half-finished sauces-pastes and supplying public catering facilities with them. Technologies of half-finished vegetable sauces have been developed. Physical-chemical, bacteriological and microbiological indicators have been investigated. The storage time of half-finished vegetable sauces is determined.

Ключевые слова: полуфабрикат, овощной соус, фруктовый соус, пищевые волокна, пектин, вторичное сырье, мука.

Keywords: half-finished product; vegetable sauce; fruit sauce; dietary fiber; pectin; secondary raw materials; flour.

Развитие агропромышленного комплекса нашей независимой и процветающей Республики Узбекистан предусматривает увеличение объема производства картофеля и других овощей, бахчевых культур и плодов, а также доведение их среднеловшего потребления по стране до научно обоснованных физиологических норм.

В вышеприведенных видах растительного сырья содержится большое количество витаминов, минеральных веществ и других биологически активных соединений, которые нормализуют обменные процессы в организме человека. Органические кислоты, входящие в состав овощей, принимают активное участие в выщелачивании вредных веществ из организма, в нейтрализации кислых соединений, образующихся в процессе метаболизма. Они также благоприятно влияют на пищеварение, повышая секрецию поджелудочной железы [4, 5].

Присутствующие в овощах неусвояемые углеводы и пищевые волокна усиливают моторику желудка и перистальтику кишечника. Наиболее важным достоинством овощей является их способность интенсифицировать процессы ассимиляции пищевых веществ. Пектины и клетчатка овощей в тонком кишечнике практически не усваиваются, нормальное пищеварение без них практически невозможно.

Недостаток клетчатки во время диеты способствует развитию ожирения, желчнокаменной болезни, сердечно-сосудистых заболеваний, появлению запоров, рака толстого кишечника и других болезней. Клетчатка овощей создает благоприятные условия для нормального продвижения пищи по желудочно-кишечному тракту.

Пектины овощей, как уже говорилось, также не усваиваются организмом человека. Вместе с тем, имеются данные, свидетельствующие о благоприят-

ной роли пектина. Например, он способствует выведению ионов тяжелых металлов, радионуклидов, подавляет деятельность гнилостных микроорганизмов. Пектин более эффективен, чем клетчатка: он способствует снижению холестерина в крови и удалению желчных кислот [4, 5].

Несмотря на ценные качества и полезные свойства овощей, потребление овощей населением нашей республики не соответствует научно обоснованным физиологическим нормам.

На наш взгляд, необходимо проанализировать состав основных групп овощей на предмет их пищевой ценности, а также изучить возможные способы продления их сезонности и расширения географии потребления за счет производства полуфабрикатов из них.

Проведенный анализ потребляемых овощных соусов на предприятиях общественного питания нашей республики показал, что ассортимент овощных соусов весьма узок. Он представлен, в основном, томатным соусом, который также подается изредка и обладает низкой пищевой ценностью и качеством.

На наш взгляд, сдерживающим фактором узости ассортимента соусов является то, что их используют в малых количествах, каждая технология приготовления соусов требует времени, рабочей силы, соответствующего оборудования, сырья и затраты электроэнергии.

Учитывая вышеизложенное, нами разработаны технологии приготовления полуфабрикатов овощных соусов: томатного, овощного (без глютена), тыквенного и морковного.

При приготовлении полуфабрикатов соусов был использован бульон – полуфабрикат для соусов с повышенной пищевой ценностью [1]. При приготовлении полуфабрикатов соусов-паст были использованы различные ингредиенты для повышения качества и пищевой ценности. К примеру, в полуфабрикате тыквенного соуса были использованы нутовая мука и мука из семян тыквы.

Целью данных разработок является централизованное производство полуфабрикатов соусов в широком ассортименте и обеспечение ими предприятий общественного питания. Предприятия общественного питания, получая эти полуфабрикаты, разводят

их водой в соотношении 1:3, 1:5, 1:7 для густых, полужидких и жидких соусов соответственно, дают тепловую обработку в течение 15–20 минут, вводят специи и доводят до готовности.

При выполнении экспериментальных работ были использованы общепринятые и стандартные методы исследований, применяемые для изучения органолептических [2], физико-химических и микробиологических показателей [3].

Так как исследовательская работа в данном направлении продолжается, при исследовании качества и пищевой ценности разработанных полуфабрикатов соусов-паст определяли в них влагу, золы и микробиологические показатели.

Органолептическую оценку проводили по модифицированной методике Д.Э. Тильгнера [6]. Содержание сухих веществ в продуктах определяли путем высушивания навески образца в сушильном шкафу при температуре 105°C в предварительно высушенных бюксах и доведения их до постоянной массы [3].

Количество золы исследовали сжиганием органической части навески исследуемого образца с прокаливанием минерального остатка в муфельной печи при 450–500°C [3].

Микробиологическую и бактериологическую оценку качества полуфабрикатов соусов-паст проводили путем выявления наличия в них патогенных микробов, а также определения микробного числа и наличия постоянной микрофлоры по СанПиН РУз №0283-10.

Нут богат белком, углеводами, что повышает пищевую ценность полуфабрикатов, и эти ингредиенты способствуют получению требуемой консистенции при приготовлении готовых к употреблению соусов. Мука из семян тыквы богата витаминами, минеральными веществами и является противоглистным средством, что способствует повышению лечебных свойств соуса.

Микробиологические и бактериологические исследования проводили совместно с Наманганской областной санэпидстанцией.

Некоторые физико-химические показатели полуфабрикатов соусов, полученные в результате проведенных исследований, приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Физико-химические показатели овощных полуфабрикатов соусов-паст

Наименования полуфабрикатов	Показатели	
	Содержание сухих веществ, %	Содержание золы, %
Полуфабрикат овощного соуса без глютена	38,0	2,2
Полуфабрикат соуса тыквенного	39,6	2,1

Содержание сухих веществ в полуфабрикате соуса овощного без глютена составляет 38,0%, золы – 2,2%. В полуфабрикате соуса тыквенного – 39,6% и 2,1% соответственно.

Результаты, полученные в ходе исследований, проведенных совместно с Наманганской областной санэпидстанцией, представлены на рис. 1. Был изучен количественный и видовой состав микрофлоры,

характеризующий биологическую безвредность разработанных продуктов. При этом следует отметить, что патогенные микроорганизмы (сальмонеллы, протей, энтеропатогенные эшерихии, золотистый стафилококк) в разработанных полуфабрикатах не обнаружены.

Министерство здравоохранения
Республики Узбекистан
Областной ГЭС
Бактериологическая лаборатория

По БХУТ
По КТРК
Форма медицинского документа №330
Утверждено приказом 777 МЗРУз от
25.12.2017

Санитарно-бактериологическое исследование пищевых продуктов

От куда: Наманганский областной центр по трансферу технологии и инновационной деятельности
От кого: Научные сотрудники центра Ш.Атаханов, М.Дадамйрзаев, О.Маллабоев, Р.Акрамбоев
Когда: 03.08.2018 г.
Срок сдачи образцов: 03.08.2018 г.

Р/Н	Наименование исследуемых образцов	На основании какого документа	КМАФ и М КОЕ/г. ГОСТ 10444.15-94	ИТБ ГОСТ 30518-97	St. Aureus 1 gr. ГОСТ 10444/2-94	Патоген флора в т.ч. сальмонелла gr ГОСТ 30519-97	Proteus 1 gr ГОСТ 28560-90	E.coli 1 gr. ГОСТ 30726- 2001	Срок хранения, ден
91	Полуфабрикат томатного соуса (нестерилизованное про.-ва 2.08.2018 г)	СанПиН РУз. № 0283-10	81 КОЕ/гр	1.0 не обнаружено	1.0 не обнаружено	25.0 gr. не обнаружено	1.0 не обнаружено	1.0 не обнаружено	1 2 3 4
92	Полуфабрикат овощного соуса безглютена (нестерилизованное про.-ва 2.08.2018 г)	СанПиН РУз. № 0283-10	70 КОЕ/гр	1.0 не обнаружено	1.0 не обнаружено	25.0 gr. не обнаружено	1.0 не обнаружено	1.0 не обнаружено	1 2 3 4
93	Полуфабрикат тыквенного соуса (нестерилизованное про.-ва 2.08.2018 г)	СанПиН РУз. № 0283-10	85 КОЕ/гр	1.0 не обнаружено	1.0 не обнаружено	25.0 gr. не обнаружено	1.0 не обнаружено	1.0 не обнаружено	1 2 3 4

Заведующий лабораторией

Врач бактериолог

13.08.2018 г.

Рисунок 1. Бактериологические и микробиологические показатели качества полуфабрикатов овощных соусов

На основании проведенных предварительных исследований были изучены органолептические и физико-химические показатели.

Как показали проведенные дегустации, приготовленные из полуфабрикатов соусы, готовые к употреблению, имеют хорошие органолептические показатели.

На основании микробиологических и бактериологических показателей были определены сроки хранения полуфабрикатов соусов-паст – 48 часов. При этом следует отметить, что патогенные микроорганизмы в разработанных полуфабрикатах не обнаружены. Это свидетельствует о биологической безвредности разработанных продуктов. Исследования в данном направлении продолжаются.

Список литературы:

1. А.с. 1734656. Способ производства концентрированного бульона полуфабриката соусов / Ш.Н.Атаханов и др. – Оpubл. 23.05.92. – Бюл. №19.
2. Исследование органолептических показателей полуфабрикатов фруктовых и овощных соусов и разработка шкалы частных качеств / Ш.Н. Атаханов и др. // Universum: Технические науки: электрон. науч.журн. – 2018. – №8(53).
3. Марх А.Т. Зыкина Т.Ф. Голубев В.Н. Техно-химический контроль консервного производства. – М.: Агропромиздат. 1990. – 296 с.
4. Пищевая химия. / А.П. Нечаев и др.; под. ред. А.П. Нечаева. – СПб.: ГИОРД, 2001. – 592 с.
5. Скурихин И.И., Шатерников В.А. Как правильно питаться. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1986. – 256 с.
6. Тильгнер Д.Е. Органолептический анализ пищевых продуктов. – М.: Пищепромиздат, 1962. – 338 с.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ**МОДИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРОВ И ИЗУЧЕНИЕ ИХ СТРУКТУРЫ
ИК-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИМ МЕТОДОМ****Соди́кова Муни́ра Ру́стамбековна**

соискатель, ГУП ТНIIИХТ,
Узбекистан, Ташкентская область, Зангиатинский район, п/о Шуро-базар.
E-mail: munsod@mail.ru

Джали́лов Абду́лахат Тура́нович

д-р хим. наук, проф., академик, ГУП ТНIIИХТ, директор,
Узбекистан, Ташкентская область, Зангиатинский район, п/о Шуро-базар
E-mail: gup_tniixt@mail.ru

Абду́мавлянова Ма́мура Коси́мовна

канд. хим. наук, доцент, Ташкентский химико-технологический институт (ТХТИ),
Узбекистан, Ташкент
E-mail: mamura@mail.ru

Мурза́ев Ру́стам Ками́лович

соискатель, ГУП Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии (ГУП ТНIIИХТ),
Узбекистан, Ташкентская область, Зангиатинский район, п/о Шуро-базар
E-mail: hartum83@mail.ru

Таджи́ходжаев Заки́рходжа Абду́саттарович

д-р техн. наук, проф., Ташкентский химико-технологический институт,
Узбекистан, Ташкент
E-mail: zakirhodja@gmail.com

**MODIFICATION OF POLYMERS AND STUDYING THEIR STRUCTURE
IR - SPECTROSCOPIC METHOD****Munira Sodikova**

Applicant of the SUE TSRICT
Uzbekistan, Tashkent region, Zangiata district, p / o Shuro-bazaar

Abdulahat Jalilov

Doctor of chemical sciences, Professor, academician, director of the SUE TSRICT
Uzbekistan, Tashkent region, Zangiata district, p / o Shuro-bazaar

Mamura Abdumavlyanova,

Cand. chem. sci., associate professor, Tashkent Chemical Technology Institute,
Uzbekistan, Tashkent

Rustam Murzaev

Applicant of the Stat Unitary Enterprise Tashkent Scientific Research
Institute of Chemical Technology (SUE TSRICT),
Uzbekistan, Tashkent region, Zangiata district, p / o Shuro-bazaar

Zakirkhodja Tadjikhodjaev

Doctor of technical sciences, Professor, Tashkent Chemical Technology Institute
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

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

ABSTRACT

This article deals with the modification of polymers as a way to synthesize high-molecular compounds with improved properties, which is of considerable interest from a practical and scientific point of view.

Ключевые слова: полиэтилен, хлорирование, вторичные продукты, отходы, модификатор

Keywords: polyethylene, chlorination, secondary products, waste, modifier

Создание полимеров и полимерных материалов с улучшенными эксплуатационными свойствами на основе доступных и вторичных продуктов на сегодняшний день является одним из важных направлений в химии синтеза, модификации с сохранением степени полимеризации и переработки высокомолекулярных соединений [1-2].

Удобным для модификации является неустойчивый до сегодняшнего дня газообразный хлор, который образуется в технологической цепочке химических производств. Введение этого хлора во вторичный полимерный материал создаёт условия для получения аммониевых полимеров нашедшие широкое применение в различных отраслях [1]. Это, по-видимому, обусловлено и тем, что полученный таким образом продукт является относительно новым для химической индустрии полимеров. В связи с этим изучение модификации вторичного полимера путем химических превращений макромолекул и изучение физико-химических свойств модифицированных полимерных продуктов является важной задачей.

Переработка и рациональное использование сырьевых ресурсов за счёт использования вторичных полимерных материалов имеет актуальное и практическое значение, которое позволяет обеспечить охрану окружающей среды и экологическую обстановку, а также сэкономить сырьевые ресурсы полимерных материалов за счёт использования производственных и бытовых вторичных пластмассовых и полимерных отходов.

В настоящее время наиболее эффективным и ресурсосберегающим, а также не влияющим на окружающую среду является переработка отходов полимерных материалов путем химической модификации и создания на их основе полимерных композиций с улучшенными физико-химическими, механическими и эксплуатационными свойствами.

Исследования в области химических превращений модифицированного полиэтилена и его вторичного продукта [2-4], а также изучение физико-химических, механических и эксплуатационных свойств вновь полученных продуктов не изучены и представляют интерес.

Целью настоящего исследования является химическая модификация (хлорирование, аминирование и др.) полиэтилена и его отходов, изучение свойств полученных новых продуктов. В соответствии с целью исследования были изучено химическое превращение хлорированного полиэтилена модификаций аминопроизводными соединениями и изучена структура

синтезированных продуктов ИК спектроскопическими методами.

Хлорирование ПЭВД, ПЭНД, вторичного ПЭ и низкомолекулярного ПЭ проводили в органическом растворителе толуол проводили согласно традиционной методики [5], при различном температурном режиме, и выявлено что при температуре 25-28 °С ПЭ не растворяется в обычных растворителях, а при высоких температурах растворяется в хлорированных алифатических и ароматических углеводородах. Температурный режим хлорирования варьировал от 50–60 °С (в начале) до 100-110 °С (в конце реакции), при этом выявлено, что увеличение температурного режима свыше 110 °С приводит к ухудшению свойств полученных продуктов. Исследования также показали, что свойства продуктов зависят от продолжительности хлорирования, так хлорирование свыше 6 часов, не изменяет структуру полученного продукта и не приводит к улучшению исследуемых свойств, а качественное определение хлора исследуемых продуктов показали о наличии в них связанного хлора, которые определяли методом Кариса.

Исследование и изучение синтеза хлорированного полиэтилена (ХПЭ) с диэтанолмином и триэтанолмином показывают, что растворимость ХПЭ зависит от содержания хлора, который способствует растворимости в некоторых лаковых растворителях и получению вязкой композиции применимых в лакокрасочной промышленности. Разработанные покрытия на основе ХПЭ с содержанием хлора до 40% получили значительно меньшее применение, чем покрытия на основе хлорсульфированного полиэтилена [1].

Исследование и изучение взаимодействия ХПЭ с аминоксодержащими [1] соединениями (ДЭА и ТЭА) выявили реакции дегидрохлорирования с образованием двойных связей в полимерных цепях, аминирование и межмолекулярное иминирование. Определено, что высокое содержания хлора в полимере проявляет склонность к реакции дегидрохлорирования и при этом образование С=С связей возрастает.

При аминировании ХПЭ происходит замещения атомов хлора у третичных углеродных атомов, которое проявляется содержанием азота соответствующего числу разветвлений в полимерных цепях.

Идентификация и структура полученных продуктов изучена методом ИК-спектроскопии, выбор которого обусловлен экспресс выполнением анализа и

высоким уровнем экспериментальной техники спектрального исследования исследуемых продуктов.

Изучены ИК-спектры поглощения молекулы полиэтилена высокого давления (ПЭВД), хлорированного ПЭВД, хлорированного ПЭВД модифицированного с диэтаноломином, хлорированного ПЭВД с триэтаноломином, полиэтилена низкого давления (ПЭНД), хлорированного ПЭНД, хлорированного ПЭНД модифицированного с диэтаноломином, хлорированного ПЭНД с триэтаноломином, вторичного полиэтилена (ВПЭ), хлорированного ВПЭ, хлорированного ВПЭ модифицированного диэтаноломином, хлорированного ВПЭ с триэтаноломином, низкомолекулярного полиэтилена (НМПЭ), хлорированного НМПЭ, хлорированного НМПЭ модифицированного диэтаноломином и хлорированного НМПЭ с триэтаноломином.

Исследования и изучение ИК-спектров поглощения молекул показали, что:

- полиэтилен высокого давления (ПЭВД) характеризуется полосами при 2922 - $\nu_{as}(CH_2)$, 2852 - $\nu_s(CH_2)$, 1632 - $\nu(C=C)$, 1471 - $\delta(CH_2)$, 1376, 1021 - $\nu(C-C)$, 909 - $\pi(CH_2)$, 873 - $\nu(CC)$, 719 и 582 cm^{-1} .

- в полиэтилене низкого давления (ПЭНД) обнаружены частоты при 2922 - $\nu_{as}(CH_2)$, 2852 - $\nu_s(CH_2)$, 1717, 1636 - $\nu(C=C)$, 1544, 1471 - $\delta(CH_2)$, 1371, 1105, 906 - $\pi(CH_2)$, 870 - $\nu(CC)$ и 719 cm^{-1} .

- во вторичном полиэтилене (ВПЭ) обнаружены частоты при 2923 - $\nu_{as}(CH_2)$, 2852 - $\nu_s(CH_2)$, 1734, 1715, 1636 - $\nu(C=C)$, 1470 - $\delta(CH_2)$, 1376 - (CH_2) , 1105, 1015 и 719 cm^{-1} .

- низкомолекулярный полиэтилен (НМПЭ) характеризуется полосами при 2952 - $\nu_{as}(CH_2)$, 2921 - $\nu_{as}(CH_2)$, 2851 - $\nu_s(CH_2)$, 1632 - $\nu(C=C)$, 1558, 1538, 1471 - $\delta(CH_2)$, 1390, 1366, 1230, 1166, 1046, 950, 923 - $\pi(CH_2)$, 822 - $\nu(CC)$, 778, 720, 604 и 419 - $\delta(CH_2)$ cm^{-1} .

- в хлорированном ПЭВД обнаружены частоты (cm^{-1}) при 3490, 2944 - $\nu_{as}(CH_2)$, 2863 - $\nu_s(CH_2)$, 2738, 2525, 1721, 1646, 1604, 1493 - $\delta(CH_2)$, 1445 - $\delta(CH_2)$, 1384, 1266, 1137, 1096, 1071, 1051 - $(C-C)$, 989, 916 - $\pi(CH_2)$, 867, 828 - $\nu(CC)$, 784, 761 - $(C-Cl)$, 698, 666, 636, 611, 507, 480, 438 и 419 - $\delta(CH_2)$.

- хлорированный ПЭНД имеет частоты при 2924 - $\nu_{as}(CH_2)$, 2853 - $\delta(CH_2)$, 1728, 1600 - $\nu(C=C)$, 1580 - $\nu(C=C)$, 1465 - $\delta(CH_2)$, 1378 - (CH_2) , 1274, 1124, 1073, 1040, 960, 909 - $\pi(CH_2)$, 864 - $\nu(CC)$, 780, 742 - $\nu(C-Cl)$, 724 - $(C-Cl)$, 664 и 611 cm^{-1} .

- хлорированный ВПЭ имеет частоты при 2940 - $\nu_{as}(CH_2)$, 2860 - $\nu_s(CH_2)$, 1722, 1645 - $\nu(C=C)$, 1491, 1454 - $\delta(CH_2)$, 1444, 1382 - (CH_2) , 1265, 1096, 1071, 1049, 998, 914 - $\pi(CH_2)$, 864 - $\nu(CC)$, 828 - $\nu(CC)$, 780 cm^{-1} .

- в хлорированном НМПЭ обнаружены частоты (cm^{-1}) при 2930 - $\nu_{as}(CH_2)$, 2857 - $\nu_s(CH_2)$, 1715, 1646 - $\nu(C=C)$, 1457 - $\delta(CH_2)$, 1384 - (CH_2) , 1366 - (CH_2) , 1342 - (CH_2) , 1278, 1128, 1074, 988, 950, 917 - $\pi(CH_2)$, 864 - $\nu(CC)$, 827 - $\nu(CC)$, 783, 743, 696, 601 и 508.

- хлорированный ПЭВД модифицированный диэтаноломином характеризуется полосами при 2929 - $\nu_{as}(CH_2)$, 2856 - $\nu_s(CH_2)$, 1710 - $\nu(NH)$, 1456 - $\delta(CH_2)$,

1382 - (CH_2) , 1269, 1124, 1094, 1073, 1052, 916 - $\pi(CH_2)$, 867, 827 - $\nu(CC)$, 784, 761, 741 - $\nu(C-Cl)$, 700 - (CCl) , 666, 635, 610, 523, 480 и 419 - $\delta(CH_2)$ cm^{-1} .

- хлорированный ПЭНД модифицированный диэтаноломином характеризуется полосами при 2924 - $\nu_{as}(CH_2)$, 2853 - $\nu_s(CH_2)$, 1734, 1710, 1465 - $\delta(CH_2)$, 1435 - $\nu(C=C)$, 1373 - (CH_2) , 1245, 722 - (CCl) , 660 и 610 cm^{-1} .

- хлорированный ВПЭ модифицированный диэтаноломином характеризуется полосами при 2927 - $\nu_{as}(CH_2)$, 2856 - $\nu_s(CH_2)$, 2356, 1709, 1653 - $\delta(NH_2)$, 1556 - $\nu(C=C)$, 1540, 1491 - $\nu(C=C)$, 1456 - $\delta(CH_2)$, 1379 - (CH_2) , 1264, 1091, 914 - $\pi(CH_2)$, 823 - $\nu(CC)$, 758, 687 и 607 cm^{-1} .

- хлорированный НМПЭ модифицированный диэтаноломином характеризуется полосами при 2926 - $\nu_{as}(CH_2)$, 2855 - $\nu_s(CH_2)$, 1730, 1710, 1651 - $\delta(NH_2)$, 1557 - $\nu(C=C)$, 1540, 1493, 1456 - $\delta(CH_2)$, 1381, 1265, 1049, 916 - $\pi(CH_2)$, 864 - $\nu(CC)$, 824 - $\nu(CC)$, 782, 725, 693, 667, 604 и 522 cm^{-1} .

- в хлорированном ПЭВД модифицированного триэтаноломином найдены частоты при 3298 - $\nu(NH)$, 2944 - $\nu_{as}(CH_2)$, 2863 - $\nu_s(CH_2)$, 2351, 1720, 1646 - $\nu(C=C)$, 1490, 1455 - $\delta(CH_2)$, 1384, 1268, 1095, 1068, 1004, 967 - $\pi(CH_2)$, 827 - $\nu(CC)$, 783, 759 - $\nu(C-Cl)$, 700 - (CCl) , 606, 524 и 417 - $\delta(CH_2)$ cm^{-1} .

- хлорированный ПЭНД модифицированный триэтаноломином найдены частоты при 3314 - $(O-H)$, 2922 - $\nu_{as}(CH_2)$, 2852 - $\nu_s(CH_2)$, 1726, 1653 - $\delta(NH_2)$, 1597 - $\nu(C=C)$, 1558 - $\nu(C=C)$, 1538, 1465 - $\delta(CH_2)$, 1401, 1371 - (CH_2) , 1315 - (CH_2) , 1279, 1155, 1071, 1035, 909 - $\pi(CH_2)$, 881 - $\nu(CC)$, 724, 699, 668, 610 и 419 cm^{-1} .

- хлорированный ВПЭ модифицированный триэтаноломином найдены частоты при 3312 - $\nu(NH_2)$, 3156 - $\nu(NH_2)$, 2941 - $\nu_{as}(CH_2)$, 2861 - $\nu_s(CH_2)$, 1719, 1646 - $\delta(NH_2)$, 1491 - $\nu(C=C)$, 1456 - $\delta(CH_2)$, 1382 - (CH_2) , 1268, 1094, 1070, 1004, 914 - $\pi(CH_2)$, 867 - $\nu(CC)$, 827 - $\nu(CC)$, 783, 738, 699, 668, 609, 525, 419 - $\delta(CH_2)$ и 405 cm^{-1} .

- в хлорированном НМПЭ модифицированного триэтаноломином найдены частоты при 3312 - $\nu(NH)$, 2926 - $\nu_s(CH_2)$, 2857 - $\nu_s(CH_2)$, 1725, 1646 - $\delta(NH_2)$, 1462 - $\delta(CH_2)$, 1386, 1367, 1344, 1317, 1264, 1231, 1077, 1052, 1000, 916 - $\pi(CH_2)$, 866 - $\nu(CC)$, 829 - $\nu(CC)$, 783, 760, 741, 698, 637, 601 и 517 cm^{-1} .

В ИК-спектре поглощения ПЭВД, ПЭНД, ВПЭ и НМПЭ частоты при 2922-2944 cm^{-1} , соответствуют преимущественно валентному колебанию связей $\nu_{as}(CH_2)$ и $\nu_s(CH_2)$, в то время как значение 1651-1710 cm^{-1} соответствуют на колебании частот $\nu(NH)$, а при частоты колебания 700-780 cm^{-1} соответствует $(C-Cl)$.

Химическое превращение хлорированного полиэтилена аминопроизводными соединениями показали, что молекулы полиэтилена с аминами соединяются через атомы углерода и хлора.

Выводы

1. Синтезированы новые полимерные галоид- и аминсодержащие продукты на основе полиэтилена и

его отходов путем прямого галогенирования с последующим аминированием ДЭА и ТЭА.

2. ИК-спектроскопическими методами анализа изучены структуры химического превращения хло-

рированного полиэтилена и хлорированного вторичного полиэтилена модифицированных аминопроизводными (ДЭА и ТЭА) соединениями.

Список литературы:

1. Донцов А.А., Лозовик Г.Я., Новицкая С.П. Хлорированные полимеры. -М.: Химия, 1979. – 232 с.
2. Нуркулов Ф.Н., Джалилов А.Т., Бекназаров Х.С. Исследование физико-химических свойств композиций на основе хлорсульфированного полиэтилена // Наука вчера, сегодня, завтра: сб. ст. по матер. V междунар. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 16 октября 2013 г.). № 5. – Новосибирск: СибАК, 2013.
3. Гумаров А.Х., Темникова Н.Е., Русанова С.Н. и др. Материалы на основе хлорсульфированного полиэтилена (обзор) // Вестник Казанского технологического университета. –2014. –№3. – С. 117-123.
4. Тимошенко В.В., Таврогинская Н.Г. Разработка полимерных композитов на основе отходов ПЭ пониженной горючести // Композитные материала. –2011. Т. 5. –№1. –С. 50-56.
5. Григорьев А.П., Федотова О.Я. Лабораторный практикум по технологии пластических масс. Поликонденсационные и химически модифицированные пластические массы: Учеб. пособие для химико-технол. вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. –М.: Высшая школа, 1977. – 264 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА АЗОТНОКИСЛОТНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ АЛЮМИНИЯ ИЗ КАОЛИНОВЫХ ГЛИН

Кенжаев Миржалол Эркинжанович

докторант Ташкентского химико-технологического института
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: kenjayev.kmirjalol@mail.ru

Бобокулова Ойгул Соатовна

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

Мавлянова Мавджуда Набиевна

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

Мирзакулов Холтура Чориевич

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

INVESTIGATION OF THE PROCESS OF NITRIC ACID LEACHING ALUMINIUM FROM KAOLIN CLAYS

Mirjalol Kenjaev

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

Oygul Bobokulova

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

Mavdjuda Mavlyanova

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

Kholtura Mirzakulov

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

АННОТАЦИЯ

Приведены результаты исследований по вовлечению, предварительно прокаленных при температуре 650-700 °С, каолиновых глин Ангренского месторождения в процесс получения глинозема азотнокислотным, автоклавным выщелачиванием.

Установлено, что увеличение температуры выщелачивания с 90°С до 150°С способствует повышению степени извлечения оксида алюминия с 25,73% до 44,02% при использовании в качестве выщелачивающего реагента 30% азотной кислоты. При увеличении продолжительности процесса с 1 часа до 5 эффективность извлечения оксида алюминия также увеличивается с 44,54% до 76,20%. Также показано, что увеличение массового количества азотной кислоты, соответствующей стехиометрии реакции извлечения всех присутствующих в каолине катионов (100% расчетная норма) до 200% при указанных выше условиях, способствует эффективности извлечения алюминия. Оптимальными условиями являются 130% от расчетного количество азотной кислоты, температура выщелачивания 150°С и продолжительность процесса 5 часов. При этом степень извлечения оксида алюминия составляет 93,73%. Приведены данные изменения химического состава жидкой фазы.

ABSTRACT

The results of studies on the involvement of kaolin clays from the Angren deposit in the process of obtaining alumina by nitric acid, autoclave leaching are given.

It was found that an increase in the leaching temperature from 90°C to 150°C promotes an increase in the recovery of aluminum oxide from 25.73% to 44.02% when 30% nitric acid is used as the leaching reagent. With an increase in the duration of the process from 1 hour to 5, the recovery efficiency of aluminum oxide also increases from 44.54% to 76.20%. It has also been shown that an increase in the mass amount of nitric acid corresponding to the stoichiometry of the recovery reaction of all cations present in kaolin (100% calculated norm) to 200% under the conditions indicated above, contributes to the extraction efficiency of aluminum. The optimum conditions are 130% of the calculated amount of nitric acid, the leaching temperature is 150°C, and the duration of the process is 5 hours. The degree of extraction of aluminum oxide is 93.73%. Data on the chemical composition of the liquid phase are given.

Ключевые слова: Каолиновые глины, азотная кислота, глинозем, степень извлечения, химический состав.

Keywords: Kaolin clays, nitric acid, alumina, extraction degree, chemical contents.

По объему производства алюминий занимает первое место среди цветных металлов. Алюминий получают из оксида алюминия, называемым также глиноземом. Производство глинозема основано на использовании высококачественных бокситов, запасы которых в мире истощаются, поэтому становится актуальным использование менее богатого по алюминию сырья.

В последнее время большое внимание уделяется комплексной переработке различных видов минерального сырья с целью извлечения всех ценных компонентов. Одними из таких видов минерального сырья для получения глинозема являются каолиновые глины [3, 6].

Одним из крупнейших месторождений в Центральной Азии являются каолиновые глины Ангрена. Большой спрос на глинозем, отсутствие приемлемой технологии переработки алюминийсодержащего сырья Республики ставит проблему получения глинозема из каолина в разряд актуальных.

Поэтому наши исследования были направлены на получение глинозема разложением каолиновых глин Ангренского месторождения азотной кислотой [1, 2, 5]. Для исследований использовали прокаленные при 650-700°C каолиновые глины [4].

Изучено влияние концентрации, нормы азотной кислоты, температуры и продолжительности выщелачивания на процесс извлечения алюминия в растворы азотной кислоты автоклавным методом. Для этого использовали автоклав объемом 100 мл. Температуру поддерживали, помещая автоклав в сушильный шкаф. Перемешивание осуществляли периодически, каждые 15 минут, путем встряхивания.

В таблице 1 приведены результаты исследований влияния температуры и продолжительности выщелачивания на степень извлечения алюминия из прокаленных каолиновых глин Ангренского месторождения и химический состав жидкой фазы при концентрации азотной кислоты 30% и ее количестве, составляющем 110% от расчетного стехиометрического значения.

Таблица 1.

Влияние температуры и продолжительности процесса на степень извлечения алюминия и химический состав жидкой фазы

№	t, °C	Химический состав жидкой фазы, масс. %						Степень извлечения, %
		Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Al ₂ O ₃
Продолжительность выщелачивания 1 час								
1	90	1,63	0,121	0,226	0,063	0,047	0,107	25,73
2	120	1,93	0,121	0,258	0,062	0,047	0,107	30,62
3	150	2,75	0,120	0,254	0,062	0,046	0,106	44,02
4	180	2,27	0,120	0,256	0,062	0,047	0,107	36,22
Продолжительность выщелачивания 2 часа								
5	90	2,04	0,120	0,257	0,062	0,047	0,107	32,45
6	120	2,42	0,120	0,256	0,062	0,047	0,107	38,62
7	150	3,44	0,119	0,251	0,061	0,046	0,105	55,52
8	180	2,85	0,119	0,254	0,062	0,046	0,106	45,68
Продолжительность выщелачивания 3 часа								
9	90	2,42	0,120	0,256	0,062	0,047	0,107	38,58
10	120	2,86	0,119	0,254	0,062	0,046	0,106	45,91
11	150	4,06	0,118	0,248	0,061	0,046	0,105	66,00
12	180	3,37	0,119	0,251	0,061	0,046	0,106	54,30

Продолжительность выщелачивания 5 часов								
13	90	2,78	0,119	0,254	0,062	0,046	0,106	44,54
14	120	3,29	0,119	0,252	0,062	0,046	0,106	53,01
15	150	4,66	0,117	0,246	0,061	0,046	0,104	76,20
16	180	3,87	0,118	0,249	0,061	0,046	0,105	62,70

Повышение температуры процесса с 90°C до 180°C способствует увеличению степени извлечения алюминия. Чем больше продолжительность процесса, тем выше степень извлечения. При продолжительности процесса 1 час степень извлечения алюминия с 25,73% при 90°C повышается до 44,02% при температуре 150°C.

Увеличение продолжительности процесса выщелачивания с 1 часа до 3 часов повышает степень извлечения алюминия с 25,73-44,02% до 38,58-66,00% в интервале температур 90-150°C.

Дальнейшее повышение температуры до 180°C приводит к снижению степени извлечения алюминия с 44,02% до 36,22% при продолжительности процесса выщелачивания 1 час и с 66,00% до 54,30% при продолжительности выщелачивания 3 часа.

Оптимальной температурой для извлечения алюминия из прокаленных при 650-700°C каолиновых глин Ангренского месторождения является температура автоклавного выщелачивания 150°C.

Химический анализ жидкой фазы, после отделения нерастворимого остатка фильтрацией, показал увеличение содержания оксида алюминия с повышением температуры до 150°C. Дальнейшее повышение температуры до 180°C приводит к снижению содержания оксида алюминия в жидкой фазе.

Содержание остальных компонентов жидкой фазы сохраняется на одном уровне, независимо от температуры и длительности процесса выщелачивания. Это указывает на то, что соединения кальция, магния, натрия, калия извлекаются практически полностью в раствор азотной кислоты с первых минут выщелачивания.

На рисунке 1 приведены данные влияния температуры процесса выщелачивания на степень извлечения алюминия в 30% раствор азотной кислоты при превышении ее количества на 110 и 130% от стехиометрически расчетного, и продолжительности процесса 5 часов. Из рисунка видно, что степень извлечения проходит через максимум в интервале температур 145- 160°C.

Рисунок 1. Влияние температуры выщелачивания на степень извлечения алюминия 30% азотной кислотой при 110% и 130% превышении ее количества, по сравнению со стехиометрически расчетным. Продолжительности процесса 5 часов

Исследования по влиянию нормы 30% азотной кислоты на степень извлечения алюминия при 150°C и продолжительности процесса 5 часов Исследования показали, что при повышении нормы 30% азотной кислоты со 100% до 130% степень извлечения повышается и затем практически не изменяется (табл. 2). Оптимальным можно считать 130% превы-

шение от стехиометрически расчетного значения количество используемой азотной кислоты, при которой достигается степень извлечения алюминия 93,73 %.

Содержание других компонентов в растворе монотонно снижается. Это объясняется увеличением доли азотной кислоты при постоянном содержании извлекаемых компонентов.

Таблица 2.

Влияние нормы азотной кислоты на степень извлечения алюминия и состав жидкой фазы

№	Норма кислоты, %	Химический состав жидкой фазы, масс. %						Степень извлечения, %	Т:Ж
		Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O		
1	100	4,12	0,130	0,242	0,067	0,050	0,115	60,83	1:3,62
2	110	4,66	0,117	0,219	0,061	0,046	0,104	76,20	1:4,27
3	120	4,98	0,107	0,200	0,055	0,042	0,095	89,00	1:4,93
4	130	4,85	0,099	0,185	0,051	0,039	0,088	93,73	1:5,46
5	140	4,52	0,092	0,172	0,048	0,036	0,082	93,74	1:5,89
6	150	4,23	0,086	0,161	0,045	0,034	0,077	93,75	1:6,33
7	160	3,98	0,081	0,152	0,042	0,032	0,072	93,76	1:6,76
8	170	3,76	0,077	0,143	0,040	0,030	0,068	93,77	1:7,20
9	180	3,56	0,073	0,135	0,038	0,028	0,065	93,78	1:7,64
10	190	3,38	0,069	0,129	0,036	0,027	0,061	93,79	1:8,07
11	200	3,21	0,066	0,122	0,034	0,026	0,058	93,79	1:8,51

В таблице 3 приведены данные влияния температуры процесса выщелачивания на химический состав жидкой фазы и степень извлечения алюминия 30%

азотной кислоты при 130% превышении ее стехиометрически расчетного значения и продолжительности процесса 5 часов.

Таблица 3.

Влияние температуры и продолжительности процесса на степень извлечения алюминия и химический состав жидкой фазы

№	t, °C	Химический состав жидкой фазы, масс. %						Степень извлечения Al ₂ O ₃ , %
		Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	
Продолжительность выщелачивания 1 час								
1	90	1,69	0,102	0,191	0,053	0,040	0,091	31,65
2	120	2,01	0,102	0,190	0,053	0,040	0,091	37,66
3	150	2,86	0,101	0,189	0,052	0,039	0,090	54,14
4	180	2,36	0,102	0,190	0,053	0,040	0,090	44,55
Продолжительность выщелачивания 2 часа								
5	90	2,12	0,102	0,190	0,053	0,040	0,091	39,92
6	120	2,52	0,101	0,189	0,053	0,039	0,090	47,50
7	150	3,58	0,100	0,187	0,052	0,039	0,089	68,29
8	180	2,96	0,101	0,188	0,052	0,039	0,090	56,19
Продолжительность выщелачивания 3 часа								
9	90	2,51	0,101	0,189	0,053	0,039	0,090	47,45
10	120	2,98	0,101	0,188	0,052	0,039	0,090	56,47
11	150	4,23	0,100	0,186	0,052	0,039	0,089	81,18
12	180	3,50	0,100	0,187	0,052	0,039	0,089	66,79
Продолжительность выщелачивания 5 часов								
13	90	2,89	0,101	0,189	0,052	0,039	0,090	54,79
14	120	3,42	0,100	0,188	0,052	0,039	0,089	65,20
15	150	4,85	0,099	0,185	0,051	0,039	0,088	93,73
16	180	4,02	0,100	0,186	0,052	0,039	0,089	77,12

Зависимость степени извлечения алюминия от температуры выщелачивания при 130% превышении расчетного значения азотной кислоты, проявляется максимально в диапазоне температур 145-160°C. Степень извлечения алюминия при этих технологических параметрах процесса повышается с увеличением продолжительности процесса и достигает максимального значения при температуре 150°C, продолжительность выщелачивания 5 часов.

Таким образом проведенные исследования по выщелачиванию алюминия из прокаленных каолиновых глин Ангренского месторождения показали возможность получения растворов нитрата алюминия с содержанием 5,32% при использовании 30% азотной кислоты и ее количестве 130% от расчетного, температуре 150°C и продолжительности процесса 4-5 часов. При этом степень извлечения алюминия составляет 93,73%.

Список литературы:

1. Ваккосов С.С., Мавлонов А.С., Мирзакулов Х.Ч. Переработка алюминийсодержащего сырья на глинозем // Сборник трудов НТК «Проблемы внедрения инновационных идей, технологий и проектов в производство». Джизак. 2010. – С. 58-59.
2. Ваккосов С.С., Мавлонов А.С., Мирзакулов Х.Ч., Икрамов А. Взаимодействие компонентов глиноземсодержащего сырья с азотной кислотой. // Сборник трудов НТК «Проблемы внедрения инновационных идей, технологий и проектов в производство». Джизак. 2010. – С. 59-61.
3. Закиров М.З., Гончаренко А.И. Каолины Ангренского месторождения и пути их использования. В кн.: Генезис и ресурсы каолинов и огнеупорных глин. – М.: Наука, 1990. – С. 89-93.
4. Кенжаев М.Э., Исламова М. Ш., Мирзакулов Х.Ч. Исследование влияния процесса прокаливания на извлечение окиси алюминия из Ангренских каолинов. // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. 2017. № 4(37). URL: [http://7universum.com/ru/tech/archive/item/2017.№4\(37\)](http://7universum.com/ru/tech/archive/item/2017.№4(37)). С. 56-59. Дата обращения 13.08.2018.
5. Кенжаев М.Э., Аманова Д.У., Бозорова М.И., Мирзакулов Х.Ч. Исследование процесса получения нитрата алюминия из каолинов Ангренского месторождения. // Universum: Технические науки : электрон. научн. журн.. 2018. № 7(52). URL: [http://7universum.com/ru/tech/archive/item/2018.№7\(52\)](http://7universum.com/ru/tech/archive/item/2018.№7(52)). С. 26-29. Дата обращения 13.08.2018.
6. Пак А.И., Чиж Л.М. «Первичные и вторичные каолины Западного Узбекистана». В кн.: Генезис и ресурсы каолинов и огнеупорных глин. М.: Наука, 1990. – С. 94-96.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ХИМИЧЕСКОГО ЗАКРЕПЛЕНИЯ ПОДВИЖНЫХ ПОЧВОГРУНТОВ И ПЕСКОВ АРАЛА И СУРХАНДАРЬИ

Кулдашева Шахноза Абдулазизовна

*д-р хим. наук, вед. научный сотрудник института общей и неорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Адизова Наргиза Замировна

*ассистент кафедры "Естественные науки" Бухарского инженерно-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Бухара*

OPTIMIZATION OF PROCESSES OF CHEMICAL FIXING OF MOBILE SOILS AND SANDS OF ARAL AND SURKHANDARYA

Shakhnoza Kuldasheva

*doctor of Chemical sciences, Leading Researcher of the Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy
of Sciences of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent*

Nargiza Adizova

*assistent of the Department " natural science" of the Bukhara Engineering and Technology Institute,
Uzbekistan, Bukhoro*

АННОТАЦИЯ

С использованием многофакторного планирования эксперимента обосновывается выбор оптимальных технологических режимов закрепления подвижных почвогрунтов и песков Арала и Сурхандарьи. На основе лабораторных и опытно-полевых исследований для оценки эффективности закрепления почвогрунтов, которая выражается в изменении механической прочности объекта исследования, были выделены наиболее важные переменные факторы, такие как концентрация гидросиликата кальция, древесных опилок, поташа в обрабатываемых материалах.

Разработаны математические модели, что позволяет проводить количественную оценку эффективности воздействия на механическую прочность почвогрунтов и оптимизировать расход связующего материала.

ABSTRACT

With the use of multifactor experiment planning, the choice of optimal technological regimes for fixing moving soil and sands of the Aral Sea and Surkhandarya is justified. On the basis of laboratory and field trials, the most important variable factors, such as the concentration of calcium hydrosilicate, wood sawdust, and potash in processing materials, were identified to assess the effectiveness of soil consolidation, which is expressed in a change in the mechanical strength of the research object.

Mathematical models have been developed, which makes it possible to quantify the effectiveness of impact on the mechanical strength of soil and optimize the consumption of binder material.

Ключевые слова: закрепление, математическое моделирование, оптимизация, прочность, влияние переменных факторов, интервалы варьирования.

Keywords: fixing, mathematical modeling, optimization, strength, influence of variable factors, variation intervals.

Введение. Высыхание Аральского моря является проблемой глобального масштаба, экологические, климатические и социальные последствия которой трудно переоценить. Эти проблемы, особенно для ряда Центральноазиатских государств, обостряются в связи угрозой дальнейшего засоления почвы, загрязнения атмосферы пылью, содержащей соли тяжелых металлов, пестициды и другие поллютанты.

Частичное решение этой проблемы экологами многих стран видится в разработке технологий закрепления подвижных почвогрунтов и песков.

В настоящее время имеется ряд технологических и инженерно-экологических методов осуществления этих мероприятий, в частности использование малотоксичных химических отходов предприятий, древесных опилок, жидкого стекла и пр. Однако предвидеть ответные реакции экосистемы на ее воздействие конкретными факторами возможно лишь через сложный анализ

существующих в ней количественных взаимоотношений и закономерностей, которые можно описать математическим моделированием.

В экологии широкое распространение получил метод математического моделирования как средство изучения и прогнозирования природных процессов. Суть метода заключается в том, что с помощью математических символов строится абстрактное упрощенное подобие изучаемой системы. Затем, меняя значение отдельных параметров, исследуют, как поведет себя данная искусственная система, т. е. как изменится конечный результат [6, с. 327.].

Цель работы. Целью настоящего исследования является разработка математических моделей и оптимизация процессов химического закрепления подвижных почвогрунтов и песков Арала и Сурхандарьи.

Результаты и обсуждение

Оптимизация преследует достижение наилучших или определение наиболее благоприятных условий проведения данного процесса. Известно, что при оптимизации химико-технологических систем (ХТС) качество функционирования систем определяют с помощью критериев или показателей эффективности, под которыми понимают числовые характеристики системы, оценивающие степень приспособления системы к выполнению поставленных перед ней задач [6, с. 327].

Для этого необходимо выделить входные и выходные переменные процессы закрепления подвижных почвогрунтов (ППГ) и песков (ПП) [6, с. 327; 2, с. 29-30; 3, с. 119-122; 4, с. 119-122; 5, с. 117-120.].

На основе лабораторных и опытно-полевых исследований с учетом мнений большинства специалистов для оценки эффективности закрепления почвогрунтов нами выбраны: для ППГ Арала следующие переменные X_1 -концентрация ГСК (гидросиликат кальция), %; X_2 -расход ДО (древесные опилки), кг/м² и X_3 -расход золы, кг/м², а в качестве критерия оптимизации Y_1 -механическая прочность ППГ Арала, МПа.

Для ПП Арала: X_4 – концентрация МПК-1 (водорастворимый полимер получен путем щелочного гидролиза отхода производства полиакрилонитрилового (ПАН) волокна-нитрон), %; X_5 -расход ДО, кг/м² и X_6 – расход Ca(OH)₂, кг/м², а в качестве критерия оптимизации Y_2 – механическая прочность ПП Арала, МПа.

Для ППГ Сурхандарьи выбраны следующие параметры: X_7 - концентрация ГСК, %; X_8 – расход ДО, кг/м² и X_9 – расход ЛП (листопад), кг/м², а в качестве критерия оптимизации Y_3 – механическую прочность ППГ, МПа.

Для ПП Сурхандарьи выбраны следующие переменные параметры: X_{10} – концентрация МПК-1, %; X_{11} -расход ДО, кг/м²; X_{12} – расход золы, кг/м² а в качестве критерия оптимизации Y_4 -механическую прочность корки ПП Сурхандарьи, МПа.

Пределы интервалов варьирования переменных факторов $X_1 \div X_{12}$ представлены в табл. 1.

Таблица 1.

Уравнение и интервалы варьирования переменных факторов $X_1 \div X_{12}$

Переменные факторы	Единицы измерений	Основной уровень	Интервал варьирования	Уровень исследований	
				Нижний (-)	Верхний (+)
Для ППГ «Арала»:					
X_1	%	0,2	0,1	0,1	0,3
X_2	кг/м ²	0,18	0,08	0,10	0,26
X_3	кг/м ²	1,56	0,28	1,28	1,84
Для ПП «Арала»:					
X_4	%	0,3	0,1	0,2	0,4
X_5	кг/м ²	0,18	0,08	0,1	0,26
X_6	кг/м ²	0,2	0,07	0,13	0,33
Для ППГ «Сурхандарьи»:					
X_7	%	0,2	0,1	0,3	0,5
X_8	кг/м ²	0,26	0,1	0,16	0,36
X_9	кг/м ²	1,56	0,28	1,28	1,84
Для ПП «Сурхандарьи»:					
X_{10}	%	0,5	0,1	0,4	0,6
X_{11}	кг/м ²	0,18	0,08	0,1	0,26
X_{12}	кг/м ²	1,56	0,28	1,28	1,84

Опыты проводили согласно рандомизированной матрицы по двум параллельным пробам, результаты которых представлены в табл. 2, где Y^I и Y^{II} – результаты двух параллельных опытов, $\bar{Y}$ и $\hat{Y}$ – результаты среднего и вычисленных значений y , соответственно.

Обработка экспериментальных данных (табл.3) производилась для получения регрессионных уравнений $Y_1 \div Y_4$ в следующем виде:

$$Y = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_3 X_3 + B_{1,2} X_{1,2} + B_{1,3} X_{1,3} + B_{2,3} X_{2,3} \dots \dots \dots (1)$$

где, B_0 – свободный член уравнения Y ;

B_i – коэффициент уравнения Y_i который рассчитываем по формуле:

$$B = \sum_{i=1}^N (X_i \bar{Y}_i) / N \quad (2) \text{ где, } N - \text{число опытов.}$$

С использованием уравнения 2, нами рассчитаны коэффициенты регрессионных уравнений $Y_1 \div Y_4$, которые имеют следующие значения (табл. 3).

Обработка экспериментальных данных (табл.3) производилась для получения регрессионных уравнений $Y_1 \div Y_4$ в следующем виде:

$$Y = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_3 X_3 + B_{1,2} X_{1,2} + B_{1,3} X_{1,3} + B_{2,3} X_{2,3} \dots \quad (1)$$

где, B_0 – свободный член уравнения Y ;

B_i – коэффициент уравнения Y_i который рассчитываем по формуле:

$$B = \sum_{i=1}^N (X_i \bar{Y}_i) / N \quad (2) \text{ где, } N - \text{число опытов.}$$

Таблица 2.

Рандомизированная матрица опытов для изучения переменных факторов

№ опыта	Свободный член X_0	Переменные факторы			$X_i \cdot X_{i+1}$	$X_i \cdot X_{i+1}$	$X_{i+1} \cdot X_{i+1}$
		X_i	X_{i+1}	X_{i+2}			
n^{xj}	+	+	+	+	+	+	+
$n+1$	+	+	+	-	+	-	-
$n+2$	+	+	-	-	-	-	+
$n+3$	+	+	-	+	-	+	-
$n+4$	+	-	-	+	+	-	-
$n+5$	+	-	-	-	+	+	+
$n+6$	+	-	+	-	-	+	-
$n+7$	+	-	+	+	-	-	+

Примечание: xj равен 1;

Использованием уравнения 2, нами рассчитаны коэффициенты регрессионных уравнений $Y_1 \div Y_4$, которые имеют следующие значения (табл. 3).

Таблица 3.

Рассчитанные значения коэффициентов регрессионных уравнений $Y_1 \div Y_4$

Y	B_0	B_1	B_2	B_3	B_{12}	B_{13}	B_{23}
Y_1	2,465	0,83	0,10	0,22	0,25	-0,15	-0,005
Y_2	2,185	0,68	0,31	0,26	0,31	-0,08	-0,060
Y_3	2,609	0,82	0,15	0,24	0,29	-0,20	-0,034
Y_4	2,623	0,64	0,03	0,21	0,28	-0,09	0,033

Далее, для каждого опыта (табл. 4) рассчитывали значения дисперсий по формуле:

$$S^2\{Y\} = \sum_{i=1}^N (\bar{Y} - \hat{Y})^2 / p - 1 ; \quad (3)$$

где p -число параллельных опытов ($p = 2$);

Проведенный анализ рассчитанных коэффициентов в регрессионных уравнениях $Y_1 \div Y_4$ показали, что парные коэффициенты $X_2 X_3$, $X_5 X_6$, $X_8 X_9$ и $X_{11} X_{12}$ оказались малозначительными, что позволяет исключить их из полученных математических моделей. При этом отсеивание данных коэффициентов осуществляли с использованием критерия Кохрена [2, с. 448]:

$$G_i = \frac{S_{\max}^2\{Y\}}{\sum_{i=1}^8 S_i^2\{Y\}} ; \quad (4); \text{ где: } G_i - \text{значение Кохрена;}$$

$S_{\max}^2\{Y\}$ - максимальное значение дисперсии;

Здесь в качестве дисперсии опыта можно использовать его среднее значение т.к. $G_i^{\text{расч}} \leq G_i^{\text{табл}}$ ($G_i^{\text{табл}} = 0,68$) :

$$S_{cp}^2\{Y\} = \frac{\sum_{i=1}^N \{Y\}}{N} ; \quad (5)$$

Отсюда, дисперсию можно определить по формуле:

$$S^2\{B\} = \frac{S_{cp}^2\{Y\}}{N} ; \quad (6); \text{ где, } S\{B\} = \sqrt{S^2\{B\}} ; \quad (7)$$

Таблица 4.

Показатели критериев оптимизации $Y_1 \div Y_4$

Показатели критериев оптимизации	Значения критериев $Y_1 \div Y_4$			
	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
$\sum_{i=1}^N S_i^2\{Y\}$	8,0	6,0	8,4	6,6
$S_i^2\{Y\}$	1,0	0,75	1,2	0,84
$S^2\{B\}$	0,12	0,1	0,15	0,17
$S\{B\}$	0,5	0,3	0,6	0,34
Δb	0,75	0,5	0,79	0,61
$\sum_{i=1}^N S_{R_i}^2\{Y\}$	1,175	0,4	1,204	0,57
f	1,5	1,05	1,6	1,14
S_R	0,55	0,43	0,6	0,57
$F_{расч}$	0,5626	0,5625	0,5625	0,5625
$F_{табл.при}$	1,9	1,6	2,1	1,8
$f_1 = N - d$	5	5	5	5
$f_2 = N(m - 1)$	8	8	8	8

В табл.4 представлены расчетные значения дисперсий $Y_1 \div Y_4$.

В итоге, незначимые коэффициенты определяются на основе критериев Стьюдента-Фишера (при степени свободы $f=8$ и уровне значимости $p=0,95$):

$$\Delta b = \pm t + S\{B\} \quad (8)$$

где, t - значение критерия Стьюдента-Фишера (в данном случае $t = 2,31$).

Регрессионные уравнения, т.е. математические модели процессов закрепления подвижных почвогрунтов и песков (после отсева незначимых параметров) имеют следующие виды:

- при закреплении подвижных почвогрунтов Арала:

$$Y_1 = 2,465 + 0,83X_1 + 0,1X_2 + 0,22X_3 + 0,245X_1X_2 - 0,145X_1X_3 \dots (9)$$

- при закреплении подвижных песков Арала:

$$Y_2 = 2,185 + 0,68X_4 + 0,31X_5 + 0,255X_6 + 0,3075X_4X_5 - 0,08X_7X_3 \dots (10)$$

- при закреплении подвижных почвогрунтов Сурхандарьи:

$$Y_3 = 2,609 + 0,816X_7 + 0,151X_8 + 0,244X_9 + 0,294X_7X_8 - 0,199X_7X_9 \dots (11)$$

- при закреплении подвижных песков Сурхандарьи:

$$Y_4 = 2,623 + 0,6425X_{10} + 0,0275X_{11} + 0,2075X_{12} + 0,2775X_{10}X_{11} - 0,925X_{10}X_{12} \dots (12)$$

При оценке адекватности регрессионных уравнений $Y_1 \div Y_4$ реальным процессам, остаточную дисперсию (S_R^2) определяли известными методами [1, с. 327].

Из табл. 5 видно, что уравнения $Y_1 \div Y_4$ адекватно описывают рассматриваемые процессы, т.к. расчетные значения критериев Фишера во много раз меньше табличных.

Анализируя полученные результаты (табл. 3 и 4) нами в качестве оптимальных условий закрепления ППГ и ПП Арала и Сурхандарьи выбраны значения переменных факторов, которые представлены в табл. 5.

Таблица 5.

Оптимальные значения закрепления ППГ и ПП Арала и Сурхандарьи

Наименование переменного фактора	Условное обозначение	Единица измерения	Оптимальные значения
Для закрепления ППГ Арала:			
Концентрация ГСК	X_1	%	0,3
Расход ДО	X_2	кг/м ²	0,26
Расход золы	X_3	кг/м ²	1,28

Для закрепления ПП Арала:			
Концентрация МПК-1	X_1	%	0,4
Расход ДО	X_2	кг/м ²	0,26
Расход Са(ОН) ₂	X_3	кг/м ²	0,13
Для закрепления ППГ Сурхандарьи:			
Концентрация ГСК	X_1	%	0,5
Расход ДО	X_2	кг/м ²	0,16
Расход ЛП	X_3	кг/м ²	1,28
Для закрепления ПП Сурхандарьи:			
Концентрация МПК-1	X_1	%	0,6
Расход ДО	X_2	кг/м ²	0,26
Расход золы	X_3	кг/м ²	1,28

Таким образом, математическая модель закрепления ППГ и ПП Арала и Сурхандарьи позволило количественно оценить влияние переменных факторов на выбранные критерии ($Y_1 \div Y_4$) оптимизации рассматриваемых процессов, а также выявить их оптимальные значения.

Выводы

1. С использованием многофакторного планирования эксперимента обоснован выбор оптимальных технологических режимов закрепления подвижных почвогрунтов и песков Арала и Сурхандарьи.

2. На основе лабораторных и опытно-полевых исследований для оценки эффективности закрепления почвогрунтов выделены наиболее важные переменные факторы, такие как концентрация гидросиликата кальция, древесных опилок, поташа в обрабатываемых материалах.

3. Разработаны адекватные математические модели процессов закрепления подвижных почвогрунтов и песков (после отсева незначимых параметров) имеющие следующий вид:

- при закреплении подвижных почвогрунтов Арала:

$$Y_1 = 2,465 + 0,83X_1 + 0,1X_2 + 0,22X_3 + 0,245X_1X_2 - 0,145X_1X_3 \dots$$

- при закреплении подвижных песков Арала:

$$Y_2 = 2,185 + 0,68X_4 + 0,31X_5 + 0,255X_6 + 0,3075X_4X_5 - 0,08X_1X_3 \dots$$

- при закреплении подвижных почвогрунтов Сурхандарьи:

$$Y_3 = 2,609 + 0,816X_7 + 0,151X_8 + 0,244X_9 + 0,294X_7X_8 - 0,199X_7X_9 \dots$$

- при закреплении подвижных песков Сурхандарьи:

$$Y_4 = 2,623 + 0,6425X_{10} + 0,0275X_{11} + 0,2075X_{12} + 0,2775X_{10}X_{11} - 0,925X_{10}X_{12} \dots$$

Список литературы:

1. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии. Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. школа, 1985.- 327 с.
2. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии 4-е изд., перераб., доп. -М.: Химия, 1985, 448 с.
3. Кулдашева Ш.А. Химическая мелиорация подвижных почвогрунтов Сурхандарьинской области новыми комплексными закрепителями на основе отхода производства для предотвращения ветровой эрозии //Журнал «Композиционные материалы». -Ташкент. 2017. №4. -С.117-120.
4. Кулдашева Ш.А., Эшметов И.Д. Изучение структурно-пористых и адсорбционных характеристик почвогрунтов и песков Арала // Журнал "Universum" химия и биология -Москва. 2017. №3. -С.117-120.
5. Кулдашева Ш.А., Эшметов И.Д., Усманов Р.М. Микроскопическое наблюдение химического закрепления засоленных песков Сурхандарьинской области комплексными добавками //Материалы республиканской научно-технической конференции. 1-Том. Ургенч. 2017. С. 29-30.
6. Чернова Н.М., Былова А.М.. Общая экология. Учебник М.: Дрофа, 2004. -252 с.

**ГРАНУЛИРОВАННАЯ ИЗВЕСТКОВО-АММИАЧНАЯ СЕЛИТРА
НА ОСНОВЕ ПЛАВА НИТРАТА АММОНИЯ И ИЗВЕСТНЯКА****Жураев Нодирбек Ёдгорович**

директор по производству АО «Навоиазот», Институт общей и неорганической химии
АН Республики Узбекистан
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: igic@rambler.ru

Маматалиев Абдурасул Абдумаликович

младший научный сотрудник, Институт общей и неорганической химии АН Республики Узбекистан
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: Abdirasul.86@mail.ru

Намазов Шафоат Саттарович

заведующий лабораторией фосфорных удобрений, Институт общей и неорганической химии
АН Республики Узбекистан
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: igic@rambler.ru

**GRANULAR CARBONATE-AMMANIUM NITRATE BASED
ON MELT AMMONIUM NITRATE AND LIMESTONE****Nodirbek Juraev**

Director for production at JSC «Navoiyazot»,
Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Abdurasul Mamataliyev

Senior scientific researcher,
Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Shafokat Namazov

Head of laboratory of «Phosphate fertilizers»,
Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В работе получены образцы гранулированной известково-аммиачной селитры путём добавления к плаву нитрата аммония - (NH_4NO_3) известняка (CaCO_3) Овхонинского месторождения Узбекистана при массовых соотношениях $\text{NH}_4\text{NO}_3 : \text{CaCO}_3$ от 100 : 5 до 100 : 80 с последующим гранулированием нитратно-карбонатного расплава методом прилирования на грануляционной башне. Изучены состав, прочность и скорость растворения гранул полученных образцов. Было показано, что увеличение количества известняка, вводимого в расплав NH_4NO_3 с 4,76 до 44,44% уменьшает в продукте содержание азота с 33,15% до 19,23%, но с другой стороны увеличивает содержание кальция с 2,68 до 24,45%. Если для чистой АС без всяких добавок и селитры с магниевой добавкой (0,28% MgO) она равна – 1,32 и 1,58 МПа соответственно, то для удобрения с соотношением $\text{NH}_4\text{NO}_3 : \text{CaCO}_3 = 100 : 30$ составляет 6,39 МПа. Время полного растворения гранулы чистой АС составляет 44,6 сек. В то время с увеличением доли известняка в смеси с селитрой от 5 до 80г время полного растворения гранул получаемых удобрений достигает 72,3 сек. Также изучены реологические свойства расплавов известково-аммиачной селитры.

ABSTRACT

Samples of granulated carbonate-ammonium nitrate were prepared by adding ammonium nitrate (NH_4NO_3) limestone (CaCO_3) to the melt Ovhonin deposit of Uzbekistan at mass ratios of $\text{NH}_4\text{NO}_3 : \text{CaCO}_3$ from 100: 5 to 100: 80 followed by granulation of the nitrate-carbonate melt prilling method on a granulation tower. The composition, strength, and rate of dissolution of the granules of the obtained samples were studied. It was shown that an increase in the amount of limestone introduced into the melt of NH_4NO_3 from 4.76 to 44.44% reduces the content of nitrogen in the product from 33.15% to 19.23%, but on the other hand increases the calcium content from 2.68 to 24.45%. If for pure NP without any

additives and ammonium saltpeter (0.28% MgO) it is equal to 1.32 and 1.58 MPa, respectively, then for fertilizer with the ratio $\text{NH}_4\text{NO}_3 : \text{CaCO}_3 = 100 : 30$ is 6.39 MPa. The time for complete dissolution of the granule of a pure AS is 44.6 sec. At that time, with an increase in the proportion of limestone in a mixture with nitrate from 5 to 80 g, the time for complete dissolution of the granules of the fertilizers obtained reaches 72.3 seconds. The rheological properties of the carbonate-ammonium nitrate melts.

Ключевые слова: аммиачная селитра, известняк, плотность и вязкость, известково-аммиачная селитра, состав, прочность и скорость растворения её гранул.

Keywords: ammonium nitrate, limestone, density and viscosity, carbonate-ammonium nitrate, composition, strength and dissolution rate of its granules.

Введение. Аммиачная селитра (АС) является самым распространенным и эффективным в мире азотным удобрением. В Узбекистане совокупные мощности трёх заводов, производящих АС (АО «Максам-Чирчик», «Навоиазот» и «Ферганаазот»), превысили 1 млн. 700 тыс. т в год. Она используется в сельском хозяйстве под все виды культур и на любых типах почв. Но ей присущ один очень серьезный недостаток – взрывоопасность [1]. В связи с этим, были ужесточены требования к качеству АС и к условиям её хранения. Перед производителями поставлена задача – обеспечить переход на выпуск удобрений на базе АС, сохраняющих агрохимическую эффективность, с существенно большей устойчивостью к внешним воздействиям и, соответственно, меньшей взрывоопасностью.

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

1) карбонатсодержащие соединения природного и техногенного происхождения (мел, карбонат кальция, доломит);

2) калийсодержащие вещества (хлористый калий и сульфат калия);

3) вещества, содержащие одноимённый катион – аммоний (сульфат аммония, орто- и полифосфаты аммония);

4) прочие балластные вещества, не несущие полезной нагрузки, а определяющие только механическое разбавление аммиачной селитры (гипс, фосфогипс и прочие) [2].

Добавки 1-ой группы используются в производстве, так называемой, известково-аммиачной селитры (ИАС) [3, 4].

Из веществ – добавок 2-ой группы широко используется хлорид калия для производства калийно-аммиачной селитры. Последняя в зарубежных странах выпускается в довольно значительном количестве с содержанием 16-16,5% N и 25-28% K_2O . В России производство азотно-калийного удобрения на основе АС и хлорида калия впервые было освоено на ОАО «Невинномысский Внештрейдинвест» в 1999 г. Метод получения и состав удобрения защищены патентом [5].

Вещества – добавки 3-ей группы использованы на ОАО «Череповецкий азот» (Россия), где в 2002 г. было налажено производство сложного NP-удобрения состава 32,3% N и 5,2% P_2O_5 путём введения в раствор АС жидкого комплексного удобрения

состава 11% N и 37% P_2O_5 на основе суперфосфорной кислоты [6].

В Институте общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан с целью термостабилизации АС было решено вводить в расплав АС фосфоритовую муку в количестве от 3 до 5% P_2O_5 . Содержание азота в селитре в этом случае лежит в пределах 25,24-28,03%. Были проведены обширные исследования взаимодействия фосмуки с расплавом АС, в результате которых была разработана технология получения фосфатизированной АС под названием АФУ (азотнофосфорное удобрение) [7, 8].

Перспективны и представители четвертой группы добавок к аммиачной селитре: гипс и фосфогипс [9, 10]. В этих работах разрабатывалась технология получения термостабильного удобрения на основе аммиачной селитры путём введения в её расплав дигидрата, полугидрата фосфогипса и природного гипса. Получаемый продукт с 5-ти процентной добавкой фосфополугидрата и содержащий 33,6% N имел в два раза большую прочность гранул, чем чистая селитра, сохранял 100 %-ную рассыпчатость в течение 4-х месяцев, выдерживал 7 термоциклов при температурах 20-60°C без значительного снижения статической прочности гранул, имел более слабую растворимость по сравнению с чистой селитрой. Продукт обладал значительно более высокой термической стабильностью по сравнению с чистой аммиачной селитрой (энергия активации для чистой селитры 160 кДж/моль; с максимальным количеством добавки фосфогипса составила 240 кДж/моль).

В Узбекистане имеются несколько крупных месторождений известняка, что нам открывает широкие возможности организовать производство ИАС. Учитывая химический состав, разработанность, доступность и большие запасы для своих исследований в качестве объекта выбрали известняк трёх месторождений: «Жамансай» (Республика Каракалпакстан), «Кармана» (Навоийская область) и «Овхона» (Самаркандская область).

Ранее [11] нами изучены состав и свойства продуктов на основе взаимодействия нитрата аммония (NH_4NO_3) с известняком (CaCO_3) в зависимости от весовых соотношений $\text{NH}_4\text{NO}_3 : \text{CaCO}_3$.

Результаты показывают, что при изучаемых диапазонах соотношений $\text{NH}_4\text{NO}_3 : \text{CaCO}_3 = 100 : (5-80)$ продукты с добавкой Жамансайского месторождения содержат 19,40-33,26% N, 2,65-24,64% CaO, а Карманского месторождения – 19,43-33,30% N, 2,50-

24,28% CaO. Введение известнякового порошка в плав NH_4NO_3 позволяет значительно повысить прочность и время полного растворения гранул последнего. Чем больше массовая доля известняка в плаве NH_4NO_3 , тем выше прочность и время полного растворения гранул продукта. Так с увеличением массовой доли Жамансайского известняка от 5 до 80 на 100 массовых частей селитры прочность гранул увеличивается от 2,32 до 6,41 МПа и 59,8-81,6 сек. В случае использования Карманинского месторождения показатель прочности гранул меняется от 3,52 до 8,45 МПа и 60,1-92,7 сек.

Задача настоящей работы расширить эту область применения известняка Овхонинского месторождения от 5 до 80 г по отношению 100 г нитрата аммония для получения уравновешенных азотно-кальциевых удобрений с последующим гранулированием нитратно-карбонатного расплава методом приллирования на грануляционной башне. Преимуществом такого удобрения перед чистой АС является наличие в нём кальция. Известно, что кальций помогает движению углеводов и повышает растворимость многих элементов питания в почве, способствуя тем самым лучшему их поглощению растениями.

Целью настоящей работы было использование для получения известково-аммиачной селитры известняка Овхонинского (54,82% CaO; 43,54% CO_2) месторождения Узбекистана. Известняк предварительно размалывался в фарфоровой ступке до размера частиц 0,25 мм. А в качестве образца для сравнения выбран гранулированный NH_4NO_3 .

Объекты и методы исследования. Опыты проводили следующим образом: навеска нитрата аммония расплавлялась в металлической чашке путём электрообогрева. Затем в расплав вводили известняк при массовых соотношениях $\text{NH}_4\text{NO}_3 : \text{CaCO}_3 = 100 : (5-80)$. Далее нитратно-карбонатный расплав выдерживали при 175°C в течение 3-х минут. После чего

его переливали в лабораторный гранулятор, представляющий из себя металлический стакан с перфорированным дном, диаметр отверстий в котором равнялся 1,2 мм. Насосом в верхней части стакана создавалось давление и плав распылялся с высоты 35 м на полиэтиленовую пленку, лежащую на земле. Полученные гранулы рассеивались по размерам частиц. Частицы размером 2-3 мм подверглись испытанию на прочность по ГОСТу 21560.2-82. После чего продукты измельчались и анализировались по известным методикам [12]. Для определения скорости растворения гранул изучаемых удобрений гранулу продукта опускали в стакан со 100 мл дистиллированной воды, в котором визуально наблюдали и фиксировали время её полного растворения. Температура при этом комнатная. Испытание пятикратное. Плотность расплава известково-аммиачной селитры определяли пикнометрическим методом, а вязкость - с помощью вискозиметра ВПЖ-2. Для этого образцы селитры с добавкой известняка расплавлялись, тщательно перемешивались, охлаждались до комнатной температуры и размалывались. Полученные порошки вводили в пикнометр и вискозиметр, которые затем помещались в термостат, залитый глицерином. Температура в термостате поднималась до заданной величины. Порошок в пикнометре и вискозиметре при этом расплавлялся. Если уровень плава в пикнометре не достигал отметки, в него добавлялся порошок. А если превышал отметку, то избыток плава убирался ваткой на конце проволоки. Температура в термостате регулировалась контактным термометром. Плав выдерживался при заданной температуре 5-7 минут, а затем производились замеры.

Результаты приведены в таблицах 1-3.

Результаты и их обсуждение. Результаты показывают, что добавление известняка в расплав NH_4NO_3 значительно снижает температуру кристаллизации плава (Таблица 1).

Таблица 1.

Химический состав ИАС на основе плава NH_4NO_3 и известняка

Массовое соотношение $\text{NH}_4\text{NO}_3 : \text{CaCO}_3$	Температура кристаллизации, °C	Содержание компонентов, мас. %			Степень декарбонизации
		N	CaO _{общ.}	CO ₂	
Гранулированный NH_4NO_3 марки «ч»	167,0	34,96	-	-	-
100 : 5	162,0	33,15	2,68	1,52	27,52
100 : 10	160,7	31,89	5,02	2,96	26,02
100 : 20	159,4	29,18	9,24	4,82	25,06
100 : 30	158,2	26,90	12,67	6,68	24,10
100 : 40	157,0	25,04	15,71	8,55	23,13
100 : 50	155,8	23,37	18,33	10,41	22,15
100 : 60	154,5	21,91	20,60	12,27	21,18
100 : 70	153,1	20,44	22,58	14,13	20,20
100 : 80	152,0	19,23	24,45	15,97	18,28

Таблица 2.

Свойства ИАС на основе плава NH_4NO_3 и известняка

Массовое соотношение $\text{NH}_4\text{NO}_3 : \text{CaCO}_3$	pH 10 %-ного раствора	Прочность гранул			Время полного растворения гранул, сек.
		кг/гранул	кгс/см ²	МПа	
Гранулированный NH_4NO_3 марки «ч»	5,50	0,76	15,32	1,50	44,60
100 : 5	7,01	1,395	28,12	2,76	63,0
100 : 10	7,26	1,915	38,60	3,78	63,3
100 : 20	7,27	2,235	45,06	4,42	63,8
100 : 30	7,29	3,235	65,22	6,39	64,3
100 : 40	7,30	3,432	69,20	6,78	67,3
100 : 50	7,32	3,620	72,98	7,15	70,2
100 : 60	7,33	3,762	75,84	7,43	70,4
100 : 70	7,34	3,903	78,68	7,71	70,5
100 : 80	7,36	4,845	97,67	9,57	72,3

При изучаемых соотношениях $\text{NH}_4\text{NO}_3 : \text{CaCO}_3 = 100 : (5-80)$ температура кристаллизации плава селитры понижалась от 167 (исходная NH_4NO_3) до 152°C. То есть введение известняка в плавы NH_4NO_3 приводит к уменьшению температуры её плавления до 15°C. Снижение теплоты кристаллизации АС в присутствии добавки известняка можно объяснить тем, что нерастворимые компоненты добавки, являясь центрами кристаллизации, облегчают процесс затвердевания плава.

Из данных таблицы 1 видно, что с увеличением количества известняка, вводимого в расплав NH_4NO_3 , с 5 до 80 г по отношению 100 г расплава нитрата аммония в получаемом продукте уменьшается содержание общего азота с 33,15% до 19,23%. При этом содержание СаО повышается с 2,68 до 24,45%.

В таблице 2 приведены свойства образцов азотнокальциевых удобрений. Из неё видно, что добавление известняка в плавы нитрата аммония повышает pH 10 %-ного раствора последнего с 5,50 до 7,36. При изучаемых соотношениях $\text{NH}_4\text{NO}_3 : \text{CaCO}_3 = 100 : (5-80)$ прочность гранул азотнокальциевых удобрений лежит в пределах 2,76-9,57 МПа, в то время как этот показатель у чистого нитрата аммония равен 1,50 МПа. Увеличение прочности гранул селитры свидетельствует об уменьшении её пористости и внутренней удельной поверхности, что ведёт к снижению проникновения внутрь гранулы дизельного топлива, и, следовательно, уменьшению детонационной способности селитры. Время полного растворения гранулы чистой АС составляет 44,6 сек. В то время с увеличением доли известняка в смеси с селитрой от

5 до 80 г время полного растворения гранул получаемых удобрений достигает 72,3 сек. Это говорит о том, что получаемые удобрения будут значительно медленнее вымываться из почвы, чем чистая аммиачная селитра.

Как видно из таблицы 3, плотность и вязкость плава селитры значительно повышаются с увеличением количества вводимых добавок. Увеличение доли известняка с 5 до 80 приводит к повышению плотности расплава при 155°C с 1,587 до 3,031 г/см³ и вязкости с 5,68 до 14,76 сПз. С повышением температуры расплава плотность и вязкость его уменьшаются.

Здесь следует отметить следующий факт. Чистая аммиачная селитра при 155-165°C не плавится и, естественно, не течёт. А добавка известняка приводит к снижению её температуры плавления. Смесь аммиачной селитры с известняком при соотношениях $\text{NH}_4\text{NO}_3 : \text{CaCO}_3$ от 100 : 5 до 100 : 80 начинает плавиться уже при 155°C и хотя расплав обладает большой вязкостью, но легко течёт. Жидкотекучее состояние расплавов известково-аммиачной селитры даёт возможность гранулировать её в гранбашне.

Закключение. Таким образом, путем добавления к плаву нитрата аммония известняка при массовых соотношениях $\text{NH}_4\text{NO}_3 : \text{CaCO}_3 = 100 : (5,0-80)$, температуре 170-175°C с последующей грануляцией полученного расплава методом прилирования придаёт продукту новое свойство – высокую прочность, а состав селитры обогащается дополнительным питательным элементом кальция. А кальций по значимости для питания растений стоит на пятом месте после азота, фосфора, калия и серы.

Таблица 3.

Реологические свойства ИАС на основе плава NH_4NO_3 и известняка

Массовое соотношение $\text{NH}_4\text{NO}_3 : \text{CaCO}_3$	Плотность (г/см ³) при температуре, °С						Вязкость (сПз) при температуре, °С					
	155	160	165	170	175	180	155	160	165	170	175	180
100 : 5	1,587	1,538	1,492	1,471	1,450	1,450	5,68	5,37	5,05	4,74	4,42	4,11
100 : 10	1,765	1,705	1,645	1,585	1,515	1,455	6,09	5,47	5,07	4,69	4,45	4,36
100 : 20	1,943	1,883	1,823	1,763	1,704	1,633	7,13	5,96	5,57	5,32	5,08	4,67
100 : 30	2,121	2,00	1,953	1,903	1,843	1,794	7,90	6,73	6,38	6,10	5,76	5,44
100 : 40	2,288	2,228	2,168	2,118	2,058	1,988	9,31	8,89	7,76	7,12	6,75	5,86
100 : 50	2,455	2,395	2,325	2,265	2,185	2,129	10,70	10,10	9,47	8,85	8,22	7,59
100 : 60	2,621	2,567	2,505	2,445	2,389	2,324	12,11	11,69	10,89	9,87	9,31	8,75
100 : 70	2,787	2,727	2,667	2,597	2,537	2,457	13,52	12,93	12,28	10,98	10,34	9,12
100 : 80	3,031	2,971	2,921	2,841	2,771	2,691	14,76	13,74	12,71	11,70	10,68	9,64

Если его вносить в почву в усвояемой для растений форме, он даст значительную прибавку урожая [13].

Список литературы:

1. Лавров В.В., Шведов К.К. О взрывоопасности аммиачной селитры и удобрений на её основе // Научно-технические новости: ЗАО «ИНФОХИМ». – Спецвыпуск. – 2004. – № 4. – С. 44-49.
2. Левин Б.В., Соколов А.Н. Проблемы и технические решения в производстве комплексных удобрений на основе аммиачной селитры // Мир серы, N, P и K. – 2004. – № 2. – С. 13-21.
3. Жмай Л., Христианова Е. Аммиачная селитра в России и в мире. Современная ситуация и перспективы // Мир серы, N, P и K. – 2004. – № 2. – С. 8-12.
4. Набиев А.А., Реймов А.М., Намазов Ш.С., Маматалиев А.А. Физико-химические и товарные свойства магнийсодержащий известковой аммиачной селитры. // UNIVERSUM, технические науки, электронный научный журнал. – Россия. – 2017. – № 5 (38). – С. 40-45.
5. Патент № 2154620 Россия. Кл. С 05 С 1/02, С 05 D 1/00, С 05 G 1/06, С 05 D 5/00. Способ получения азотно-калийного удобрения / В.Ф.Духанин, А.И.Серебряков – 20.08.2000. – Б.И. – № 23.
6. Ильин В.А. Разработка технологии сложного азотно-фосфатного удобрения на основе сплава аммиачной селитры: Автореф. дис. ... канд. техн. наук, Ивановский Гос. химико-технол. ун-т. – Иваново. – 2006. – 17 с.
7. Курбаниязов Р.К. Технология сложного азотнофосфорного удобрения на основе плава аммиачной селитры и фосфоритов Центральных Кызылкумов; Автореферат диссертации канд. техн. наук, ИОНХ АН РУз, Ташкент. – 2011. – 28 с.
8. Пак Д.Г., Маматалиев А.А., Намазов Ш.С., Сейтназаров А.Р., Беглов Б.М. Фосфатизированная аммиачная селитра на основе плава аммиачной селитры и некондиционных фосфоритов Центральных Кызылкумов. // UNIVERSUM, технические науки, электронный научный журнал. – Россия. – 2016. – № 8 (29). – С. 57-62.
9. Москаленко Л.В. Разработка технологии получения термостабильного удобрения на основе аммиачной селитры : Автореф. дис. ... канд. техн. наук, Невинномысский технологический институт, Москва, 2007. – 16 с.
10. Mamataliev A.A., Namazov S., Seytnazarov A.R., Alimov U.K. Nitrogen-sulphuric fertilizers based on ammonium nitrate melt and phosphogypsum // Uzbek chemical journal: Tashkent. Special issue / 2017. – PP. 50-58.
11. Жураев Н.Ё., Намазов Ш.С., Маматалиев А.А., Сейтназаров А.Р. Известково-аммиачная селитра на основе плава нитрата аммония и известняка // Узбекский химический журнал. – Ташкент. – 2018. – № 1. – С. 21-28.
12. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов / М.М.Винник, Л.Н.Ербанова, П.М.Зайцев и др. – М.: Химия, 1975. – С. 213.
13. Копейкина А.Н. Значение вторичных элементов питания для сельскохозяйственных культур // Химическая промышленность за рубежом – М.: НИИТЭХИМ. – 1984. – № 1. – С. 26-44.

ВЛИЯНИЯ ДЕПРЕССОРНОЙ ПРИСАДКИ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Вафаев Ойбек Шукрулаевич

д-р философии (PhD), старший научный сотрудник,
«ООО Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии»,
Республика Узбекистан, Ташкент. обл., Ташкентский р-н, п/о Ибрат
E-mail: vafaev.oybek@mail.ru

Соттикулов Элёр Сотимбоевич

докторант, ООО Ташкентский научно-исследовательский институт
Республика Узбекистан, Ташкент. обл., Ташкентский р-н, п/о Ибрат
E-mail: elyor-s88@mail.ru

Таджиходжаев Зокирходжа Абдусатторович

д-р техн. наук, профессор, ведущий научный сотрудник,
«ООО Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии»,
Республика Узбекистан, Ташкент. обл., Ташкентский р-н, п/о Ибрат

Юлдашев Норбек Худайназарович

канд. техн. наук, старший научный сотрудник,
«ООО Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии»,
Республика Узбекистан, Ташкент. обл., Ташкентский р-н, п/о Ибрат

Джалилов Абдулахат Турапович

директор, академик АНРУз, д-р хим. наук, профессор,
«ООО Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии»,
Республика Узбекистан, Ташкент. обл., Ташкентский р-н, п/о Ибрат
E-mail: a.t.djalilov@mail.ru

INFLUENCE OF A POUR-POINT DEPRESSANT ADDITIVE ON QUALITATIVE INDICATORS OF DIESEL FUEL

Oybek Vafayev

Doctor of Philosophy (PhD), Senior Research Scientist of
“JSC Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology”,
Uzbekistan, Tashkent, Tashkent Region, Ibrat

Ehler Sottikulov

Postdoctoral Student, “JSC Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology”,
Uzbekistan, Tashkent, Tashkent Region, Ibrat

Zokirkhodzha Tajihodzhayev

Doctor of Technical Science, Professor, Leading Research Scientist,
“JSC Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology”,
Uzbekistan, Tashkent, Tashkent Region, Ibrat

Norbek Yuldashev

Candidate of Technical Sciences, Senior Research Scientist of
“JSC Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology”,
Uzbekistan, Tashkent, Tashkent Region, Ibrat

Abdulahat Jalilov

Director, Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Sciences, Doctor of Chemistry, Professor,
“JSC Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology”,
Uzbekistan, Tashkent, Tashkent Region, Ibrat

АННОТАЦИЯ

В статье показана возможность снижения температуры застывания дизельного топлива с помощью депрессорных присадок, синтезированных на основе вторичных полимерных отходов. Изучена депрессорная эффективность присадок в зависимости от соотношения их компонентов. Показано, что для снижения температуры замерзания дизельных топлив наиболее эффективными являются введение депрессорных присадок.

ABSTRACT

In the article the possibility to reduce the diesel-fuel pour point by means of pour-point depressants additives synthesized on the basis of secondary polymer waste is shown. The depressor effectiveness of additives is studied depending on the ratio of their components. It is presented that to reduce the freezing point of diesel fuels, the most effective are the introduction of depressant additives.

Ключевые слова: депрессорная присадка, температуры застывания, дизельное топливо, эффективность присадок.

Keywords: depressant additive; pour point; diesel fuel; effectiveness of additives.

Введение. Дизельные топлива имеют существенные преимущества перед бензинами. Одними из основных недостатков дизельных топлив являются некоторые их свойства, приводящие к трудностям запуска дизельных двигателей в зимнее время. Поэтому дизельные топлива выпускаются с неодинаковыми характеристиками в зависимости от времени года. Они являются чуть ли не единственными нефтепродуктами, имеющими сезонные требования к показателям их качества.

Для зимних дизельных топлив разработаны особые требования к низкотемпературным свойствам – температуре помутнения, температуре застывания и предельной температуре фильтруемости. Существует несколько способов доведения до необходимых требований зимних сортов дизельных топлив. Наиболее распространенный способ – облегчение фракционного состава. При этом ресурсы дизельных топлив сокращаются на 25 % [5]. При гидродепарафинизации ресурсы ДТ сокращаются до 18 % [1; 4]. Использование карбамидной депарафинизации и депарафинизации на цеолитах приводит к неселективному извлечению из топлив парафиновых углеводородов, в т.ч. и низкомолекулярных, ответственных за цетановое число [3]. Кроме того, с помощью карбамидной депарафинизации не удастся обеспечить необходимые требования по температуре помутнения.

Еще один способ доведения низкотемпературных показателей ДТ до желаемых – это введение в топлива депрессорных присадок.

В проведенных нами ранее исследованиях по разработке различных по природе депрессорных присадок были установлены факторы, влияющие на эффективность их действия на низкотемпературные свойства, такие как совместимость депрессора с дизельным топливом, величина его концентрации, температура введения депрессора в топливо, присутствие воды и ряд других показателей [2].

Экспериментальная часть. Из синтезированных нами депрессоров для дальнейших экспериментов определена наиболее эффективная присадка ДП₃ (на основе вторичного полиэтилентерефталата), способная при концентрации 0,2% понижать температуру застывания топлива в среднем на 12-18⁰С в зависимости от его углеводородного состава.

Зачастую дизельные топлива различаются по углеводородному составу, т. е. в разных партиях вырабатываемого дизельного топлива могут превалировать парафины нормального строения (н-парафины), изопарафины, ароматика и другие, поэтому исследование углеводородного состава топлив и его влияние на эффективность депрессорной присадки ДП₃ представляет определенный интерес. Для этого нами выбрано три образцов товарных летных дизельных топлив и в равных концентрациях вводился депрессор ДП₃ (табл. 1).

Таблица 1.

Влияние концентрации депрессора на температуру застывания дизельного топлива, °С

Топливо	Концентрация депрессора, %			
	0	0,05	0,1	0,2
образец 1	- 14	- 23	- 25	- 26
образец 2	- 11	---	- 25	- 27
образец 3	- 7	- 7	- 9	- 9

Из табл. 1 видно, что эффективность действия депрессора на температуру застывания топлива различна. Это можно объяснить, как нам представляется, различным углеводородным составом топлива

(табл. 2) (был определен групповой состав образцов дизельных топлив по ГОСТ 31872-2012).

Таблица 2.

Углеводородный состав исследуемых образцов дизельных топлив, %

Групповой состав	Дизельное топливо		
	образец 1	образец 2	образец 3
н-парафины,	25	30	40
из них			
C ₅ -C ₁₄	12	15,5	19,5
C ₁₅ -C ₁₈	7	8	13
C ₁₉ -C ₂₅	6	6,5	7,5
Изопарафины	47	49	30
ароматические углеводороды,	10	10	8
из них моноциклических	5	5,8	5,8
Нафтенy	14	9,5	12
непредельные углеводороды	4	1,5	10

Как видно из таблицы 2 образцы дизельных топлив 1 и 2 значительно отличаются от образца 3 по своему групповому углеводородному составу. Полученные данные о зависимости эффективности депрессора от углеводородного состава топлива хорошо согласуются с литературными источниками [5], из которых следует, что в общем случае углеводороды могут быть расположены в следующий ряд по убыванию восприимчивости к депрессорам:

н-парафины > ароматические углеводороды > изопарафины и нафтенy

Хорошая восприимчивость н-парафинов к депрессорам обусловлена механизмом действия этих присадок, которые взаимодействуют с кристаллизующимися парафинами. Однако сами н-парафины имеют высокие температуры застывания, их присутствие резко ухудшает низкотемпературные свойства топлив. При оптимальных концентрациях н-парафинов в топливе действие депрессоров проявляется лучше всего.

Из ароматических углеводородов более восприимчивы те, которые содержат боковые парафиновые цепи. С увеличением числа бензольных колец и уменьшением длины боковых цепей их восприимчивость к депрессорам снижается [2].

Из литературы известно [3], что в ряде случаев присутствие депрессорных присадок может негативно влиять на определенные показатели качества топлива. Так, при введении 0,2% присадки ВЭС-238 коэффициент фильтруемости топлива летнего сорта повышается до 30, затем при хранении несколько понижается, но все равно остается достаточно высоким относительно нормируемого значения, равного 3, и составляет 4—5. Увеличение коэффициента фильтруемости наблюдается и при использовании депрессора Keroflux-5486. При испытании синтезированного нами депрессора ДП₃ установлено его незначительное воздействие, в сравнении с известными аналогами, на данный показатель (рис.1).

Рисунок 1. Влияние концентрации присадок на коэффициент фильтруемости дизельного топлива

Введение 0,2% присадки ВЭС-238 сказывается и на увеличении показателя коэффициента фильтруемости [3].

Испытания по определению влияния разработанной присадки ДП₃ на первоначальные показатели дизельного топлива проведены в соответствии с ГОСТ

305 – 82 на образце топлива 2 (табл. 3). При исследованиях была использована депрессорная присадка с концентрацией, равной 0,2%.

Таблица 3.

Влияние депрессора на показатели качества дизельного топлива

Наименование показателя	Нормируемый по ГОСТ 305-82	Фактический для топлива до введе- ния депрессора	Фактический для топлива с 0,2% де- прессора
Цетановое число, не менее	45	47	47
Фракционный состав: 50% перегоняется при температуре, °С, не выше	280	265	265
96% перегоняется при температуре (конец пере- гонки), °С, не выше	360	342	342
Кинематическая вязкость при 20 °С, мм2/с	3,0-6,0	4,2	4,2
Температура вспышки для дизелей общего назначения, определяемая в закрытом тигле, °С, не ниже	40	52	52
Массовая доля серы, %, не более	0,20	0,17	0,17
Массовая доля меркаптановой серы, %, не более	0,01	Отсутствие	
Содержание сероводорода	Отсутствие		
Испытание на медной пластинке	Выдерживает		
Содержание водорастворимых кислот и щелоч- ей	Отсутствие		
Концентрация фактических смол, мг на 100 см ³ топлива, не более	40	3	3
Кислотность, мг КОН на 100 см ³ топлива, не бо- лее	5	1,26	1,26
Йодное число, г йода на 100 г топлива, не более	6	0,5	0,5
Зольность, %, не более	0,01	Отсутствие	
Коксуемость 10%-ого остатка, %, не более	0,20	0,028	0,028
Коэффициент фильтруемости, не более	3	1,5	1,5
Плотность при 20 °С, кг/м ³ , не более	860	810	810

Из таблицы 3 видно, что введение присадки ДПЗв дизельное топливо не сказывается на коэффициенте фильтруемости, содержании фактических смол и других показателях.

Выводы

Проведенные исследования показывают, что эффективность присадки ДПЗв в значительной мере зависит от углеводородного состава топлива и не ухуд-

шает его качественные показатели. Учитывая депрессорную эффективность и климатические условия Республики Узбекистан, разработанная присадка, при рациональном подборе углеводородного состава летнего сорта дизельного топлива, вполне может быть использована для улучшения его низкотемпературных свойств при эксплуатации автомобильной техники в зимний период.

Список литературы:

1. Афанасьев И.П., Алексеев С.З., Минхайров М.Ф., Ишмурзин А.В., Лебедев Б.Л., Першин В.А. Производство зимнего дизельного топлива из нефтегазоконденсатной смеси методом каталитической депарафинизации // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2005. – №10. – С. 20 - 24.
2. Вафаев О.Ш., Таджиходжаев З.А., Джалилов А.Т. Республиканская научно-практическая конференция «Актуальные проблемы химической науки и инновационные технологии её обучения». - Ташкент: 2016. - 88-89с.
3. Данилов А.М. Применение присадок в топливах. – М.: Мир. 2005. – 189с
4. Каминский Э.Ф., Хавкин В.А. Глубокая переработка нефти: технологический и экологический аспекты. – М.: Издательство «Техника». ООО «ТУМАГРУПП», 2001. – 384 с.
5. Энглин Б.А. Применение жидких топлив при низких температурах. – М.: Химия, 1980. – 208 с.

ПРОСТОЙ АММОНИЗИРОВАННЫЙ СУПЕРФОСФАТ НА ОСНОВЕ ЗАБАЛАНСОВОЙ ФОСФОРИТНОЙ РУДЫ – МИНЕРАЛИЗОВАННОЙ МАССЫ

Бадалова Ойдин Абдукахаровна

*младший научный сотрудник, Институт общей и неорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Отабоев Хусан Абдусобирович

*младший научный сотрудник, Институт общей и неорганической химии АН
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: jahon17gir@gmail.com*

Намазов Шафоат Саттарович

*д-р техн. наук, проф., акад., заведующий лабораторией, Институт общей и неорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: igic@rambler.ru*

Сейтназаров Атаназар Рейнназарович

*д-р техн. наук, гл. н. с., Институт общей и неорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Ражабов Рузмат Ражабович

*канд. хим. наук, старший научный сотрудник, Институт общей и неорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: igic@rambler.ru*

SIMPLE AMMONIZED SUPERPHOSPHATE BASED ON OFF-BALANCED PHOSPHORITE ORE - MINERALIZED MASS

Oydin Badalova

*Junior scientific staff-researcher Institute of General and Inorganic Chemistry of Uzbek Academy Science,
Uzbekistan, Tashkent*

Husan Otaboyev

*Junior scientific staff-researcher Institute of General and Inorganic Chemistry of Uzbek Academy Science
Uzbekistan, Tashkent*

Shafokat Namazov

*Head of laboratory, Institute of General and Inorganic Chemistry of Uzbek Academy Science
Uzbekistan, Tashkent*

Atanazar Seytnazarov

*Main scientific researcher, Institute of General and Inorganic Chemistry of Uzbek Academy Science
Uzbekistan, Tashkent*

Ruzmat Rajabov

*Senior scientific staff-researcher Institute of General and Inorganic Chemistry of Uzbek Academy Science
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

Изучен состав образцов простого суперфосфата, полученных на основе разложения минерализованной массы с неполной нормой (от 60 до 100% от стехиометрии на образование монокальцийфосфата) серной кислоты 60 %-ной концентрации. Проведен процесс нейтрализации свободной кислотности суперфосфата аммиаком и проанализированы реакции, происходящие при аммонизации кислого суперфосфата. Найдена оптимальная

норма (80%) серной кислоты, при котором получается продукт с относительным содержанием водорастворимой формы P_2O_5 по отношению к общей форме P_2O_5 более 60%.

ABSTRACT

Studied the composition of samples of simple superphosphate obtained on the basis of decomposition of a mineralized mass with an incomplete norm (from 60 to 100% of the stoichiometry for the formation of monocalcium phosphate) of sulfuric acid of 60% concentration. The process of neutralization of the free acidity of superphosphate with ammonia carried out and analyzed reactions, occurring at ammonization of acidic superphosphate. Founded optimum norm (80%) of sulfuric acid, at which is got product with relative contents water-soluble forms P_2O_5 to the total form P_2O_5 more than 60%.

Ключевые слова: минерализованная масса, серная кислота, разложение, аммонизация, грануляция, состав.

Keywords: mineralized mass, sulfuric acid, decomposition, ammonation, granulation, composition.

Потребность сельского хозяйства Республики в фосфорсодержащих удобрениях составляет 525,2 тыс. т P_2O_5 в год, а химическая промышленность производит всего 130-150 тыс. т P_2O_5 , что связано с нехваткой фосфатного сырья.

Чтобы увеличить объем производства фосфорных удобрений с 2015г. в рамках реализации проекта «Расширение существующего производства по обогащению фосфоритного сырья» на базе Кызылкумского фосфоритового комплекса увеличена годовая мощность производства мытого обожженного фосфоконцентрата от 400 до 716 т. с содержанием не менее 26% P_2O_5 . Единственным потребителем мытого обожженного фосфоконцентрат является АО «Аммофос-Максам», выпуская аммофос (10% N, 46% P_2O_5) и Супрефос (8-15% N, 20-24% P_2O_5). Но, к сожалению, по новой схеме обогащения отсутствует попутное производство, как мытого сушеного концентрата, так и рядовой фосфоритовой муки. В сложившейся ситуации на сырьевом обеспечении производств нитрокальцийфосфатного удобрения (6% N и 16% P_2O_5) и простого аммонизированного суперфосфата (1,5% N и 13,5% P_2O_5) необходимо вовлечь в сельскохозяйственное производство забалансовые фосфоритные руды, являющимися отходом производства мытого обожженного фосфоконцентрата. Эти минерализованная масса (12-14% P_2O_5), шламовый фосфорит (10-12% P_2O_5) и пылевидная фракция (18-20% P_2O_5), которые образуются при сухой сортировке, промывке и обжиге соответственно. В настоящее время в отвалах накапливалась более 14 млн. т забалансовой руды. В условиях острейшего дефицита качественного сырья они могут служить большим резервом для производства минеральных удобрений.

В связи с этим разработка и реализация рационального и экономичного технического решения, обеспечивающего максимальную степень использования сырья, исключение отходов и снижение расходов минеральных кислот является особенно актуальной.

Одним из перспективных методов переработки таких фосфоритных отходов является переработка их на простой аммонизированный суперфосфат. Простой аммонизированный суперфосфат является хорошим фосфорсодержащим удобрением, пригодным для применения на любых типах почв и под все сельскохозяйственные культуры. Наличие в его составе

более 50% гипса делает его эффективным даже на засоленных почвах, так как гипс считается мелиорантом солончаков.

Освоенная до сегодняшнего дня технология производства простого аммонизированного суперфосфата на АО «Кукон суперфосфат заводи» включает в себя: разложение мытого сушеного фосфоконцентрата (18-19% P_2O_5) серной кислотой концентрацией 60% при её норме от стехиометрии 100% и при температуре 70-75°C; камерное вызревание суперфосфатной массы в течение 1-1,5 ч при температуре 115-120°C; складское дозревание в течение 6 суток при 3-х разовом перелопачивании; грануляцию и аммонизацию (влажность суперфосфата перед грануляцией 14-15 %); сушку и рассев продукта [4].

Мы же решили осуществить разложение минерализованной массы ($P_2O_{5\text{общ.}}$ 15,12%, $P_2O_{5\text{ув.}}$ по трилону Б 1,59%, $P_2O_{5\text{ув.}}$ по 2 %-ной лимонной кислоте 2,56%, CaO 41,57%, CO₂ 15,67%) пониженными нормами серной кислоты (от 60 до 100% от стехиометрии на образование монокальцийфосфата), что позволяет значительно снизить себестоимость продукта и улучшить технико-экономические показатели процесса. К тому же при низкой норме серной кислоты (а следовательно, меньшей свободной кислоты и большем отношении Т : Ж) получаемый суперфосфат обладает значительно лучшими физическими свойствами. При этом несколько более низкое разложение фосфата и, как следствие, увеличенный расход фоссырья компенсируется экономией серной кислоты и нейтрализующих добавок. Пониженные нормы серной кислоты положительно сказываются и на состоянии аппаратуры. Кроме того, благодаря низкой свободной кислотности суперфосфата не требуется длительного складского дозревания: процесс можно осуществлять камерно-поточной схемой, имеющей огромное преимущество перед камерной [1].

Порядок проведения процесса разложения и получения продукта был следующий: в стеклянный термостатированный стакан, в котором находилась навеска минерализованной массы, медленно заливалось подогретое до 50-60°C расчетное количество серной кислоты с концентрацией 60% при её нормах 60 до 100%. Смесь тщательно перемешивалась. При получении суперфосфата разложение фосфатного сырья - минерализованной массы идет согласно общему уравнению:

В действительности процесс разложения протекает в двух ступенях:

Одновременно с разложением фосфатного сырья происходит разложение и других минералов. Так, кальцит разлагается по реакции:

Образующийся монокальцийфосфат находится сначала в растворе, при пересыщении начинает кристаллизоваться. По мере кристаллизации сульфата кальция реакционная масса постепенно затвердевает. Продолжительность контактирования компонентов реакционной массы составляла 30 мин при 75°C. Затем полученную суперфосфатную массу выдерживали при комнатной температуре в течение одной сутки при 3-разовом перелопачивании. Гранулирование образцов влажных суперфосфатных масс осуществляли в процессе сушки методом интенсивного размешивания и окатывания. Следует отметить, что при пониженных нормах кислоты 60-75% получается не пульпа, а рассыпчатая порошкообразная масса, гранулирование которой практически невозможно. Поэтому для придания массе подвижности её дополнительно увлажняли до содержания в ней воды 20-22%. Полученную гранулированную массу вместе со стаканом помещали в сушильный шкаф, в котором её высушивали при 105-110°C до постоянного веса. Химический анализ продуктов на содержание различных форм P_2O_5 проводили по известным методикам [3]. Усвояемую форму P_2O_5 определяли по растворимости, как в лимонной кислоте, так и в растворе трилона Б. pH продукта определяли после часового взбалтывания его 10 %-ной водной суспензией. Прочность гранул определяли по [2]. Результаты приведены в таблице.

Данные показывают, что с повышением нормы серной кислоты в продуктах увеличивается содержание усвояемой и водной форм P_2O_5 , а содержание общей его формы снижается. С повышением нормы серной кислоты увеличивается степень разложения минерализованной массы. Однако повышение нормы серной кислоты приводит к увеличению содержания влаги и $\text{P}_2\text{O}_{5\text{своб.}}$ в продукте. Если при 60-75 %-ных нормах серной кислоты в кислом суперфосфате (со степенью разложения фоссырья 63,74-76,47% и влажностью продукта 3,18-7,87%), хотя отсутствует свободная P_2O_5 , но при норме кислоты 90-100% от стехиометрии при степени разложения фоссырья 87,7-88,7%, содержание $\text{P}_2\text{O}_{5\text{своб.}}$ в продукте составляет 2,95-7,49%, а влажность продукта 12,41-16,02%. Такой продукт очень гигроскопичен, характеризу-

ется низкой прочностью гранул и сильно слеживается. Это объясняется тем, что давление пара над фосфорной кислотой значительно ниже, чем над насыщенным раствором монокальцийфосфата. Следует отметить, что поглощенная влага растворяет некоторое количество монокальцийфосфата, вызывая его разложение на дикальцийфосфат и фосфорную кислоту:

Выделение же дополнительного количества свободной фосфорной кислоты еще больше увеличивает гигроскопичность суперфосфата, что обладает плохими физическими свойствами, мажется и плохо рассеивается, в результате которого становится не пригодным для механизированного внесения в почву, к тому же вызывает коррозию механизмов и тары. Одним из способов улучшения качества кислого суперфосфата – это нейтрализация свободной H_3PO_4 с помощью аммиака. Нейтрализацию обычно совмещают с процессом гранулирования. Гранулированный аммонизированный суперфосфат не комкуется и не слеживается, обладает пониженной влажностью и повышенным содержанием P_2O_5 ; его можно вносить в почву с помощью рядовых сеялок, что приводит к более равномерному его распределению и лучшему использованию. Содержащийся в нем азот – это полезный питательный элемент. При нейтрализации газообразным аммиаком свободной P_2O_5 образуется моноаммонийфосфат:

Вследствие выделения теплоты нейтрализации температура повышается до 80-90°C и суперфосфат несколько подсушивается.

Для этого кислый суперфосфат после суточного складского дозревания нейтрализовали аммиачной водой (25% NH_3) до значения pH = 3,8 и высушивали при 70-75°C. Гранулирование образцов суперфосфатных масс осуществляли в процессе сушки методом окатывания.

Из нижних строк таблицы следует, что аммонизация кислой суперфосфатной массы и сушки приводит к увеличению общей формы P_2O_5 в продукте, но к уменьшению усвояемой формы P_2O_5 , и главное – к резкому понижению содержания водорастворимого монокальцийфосфата. Так, если при норме серной кислоты 100% до аммонизации относительное содержание водорастворимой формы P_2O_5 составляет 88,47%, то после аммонизации оно понижается до 73,48%. Уменьшение относительного содержания $\text{P}_2\text{O}_{5\text{водн.}}$ объясняется тем, что в процессе аммонизации суперфосфатной массы происходит ретроградация P_2O_5 – водорастворимый монокальцийфосфат переходит в цитратнорастворимый дикальцийфосфат по реакции:

Таблица 1.

Состав простого суперфосфата и аммонизированного суперфосфата на основе разложения минерализованной массы при пониженной норме серной кислоты

Норма H ₂ SO ₄ от стехиометрии, %	Влажность массы, %	рН 10%-ной водной суспен- зии готового продукта	Химический состав продукта, вес. %									$\frac{P_2O_{5\text{ усв.}}}{P_2O_{5\text{ общ.}}}$ в 2%-ной лим. к-те, %	$\frac{P_2O_{5\text{ усв.}}}{P_2O_{5\text{ общ.}}}$ по 0,2М трил. Б,%	$\frac{P_2O_{5\text{ вод.}}}{P_2O_{5\text{ общ.}}}$ %
			N _{общ.}	P ₂ O ₅ _{общ.}	P ₂ O ₅ _{своб.}	P ₂ O ₅ _{усв.} в 2 %-ной лим. к-те	P ₂ O ₅ _{усв.} по 0,2М трил.Б	P ₂ O ₅ _{водн.}	CaO _{общ.}	SO ₃ общ.	SO ₃ водн.			
Простой суперфосфат с дозреванием в течение одних суток														
60	3,18	4,72	-	11,39	отс.	7,26	5,79	2,86	36,48	30,07	13,29	63,74	50,83	25,11
70	6,25	3,57	-	10,73	отс.	7,66	6,64	4,65	34,41	32,68	13,90	71,38	61,88	43,71
75	7,87	2,92	-	10,33	отс.	7,90	6,83	5,61	33,06	33,47	14,04	76,47	66,12	54,31
80	9,49	2,53	-	9,76	0,45	7,93	6,89	6,18	31,23	33,58	14,08	81,25	70,59	63,32
90	12,41	1,96	-	9,19	2,95	8,06	7,29	7,05	29,41	35,31	14,43	87,70	79,32	76,71
100	16,02	1,59	-	8,50	7,49	7,54	7,53	7,52	27,23	36,08	14,65	88,70	88,59	88,47
Простой аммонизированный суперфосфат														
80	2,89	2,56	0,10	10,84	отс.	8,06	7,21	6,17	34,71	37,33	21,19	74,35	66,51	56,92
90	1,98	2,46	0,59	10,55	отс.	8,61	8,04	6,65	33,81	40,59	16,61	81,61	76,21	63,03
100	1,88	2,58	1,74	10,03	отс.	8,76	8,35	7,37	32,13	42,59	15,60	87,34	83,25	73,48

Уменьшение усвояемых форм P_2O_5 при аммонизации объясняется дальнейшей ретроградацией P_2O_5 по реакции:

При нормах серной кислоты 80-100% в образцах аммонизированного суперфосфата содержание азота находится в пределах 0,10-1,74%. Так, в кислом суперфосфате содержание $SO_3_{\text{общ.}}$ составляет 33,58-36,08%, а в аммонизированном суперфосфате 37,33-42,59%. Увеличение содержаний $P_2O_{5\text{общ.}}$, $CaO_{\text{общ.}}$ и $SO_3_{\text{вод.}}$ объясняется снижением влажности за счет сушки продукта. Если относительное содержание $SO_3_{\text{вод.}}$ по отношению $SO_3_{\text{общ.}}$ в кислом суперфосфате при норме серной кислоты 80% от стехиометрии составляло 41,93%, то после аммонизации этот показатель увеличился до 56,76%. Это объясняется тем, что малорастворимый $CaSO_4$ в процессе аммонизации переходит в растворимый ион - сульфата аммония по реакции:

Таким образом, увеличение водорастворимой SO_3 говорит о протекании двух последних реакций при аммонизации суперфосфатной массы.

После аммонизации прочность гранул суперфосфата имеют 2,08-3,18 МПа, в то время этот показатель в кислом суперфосфате не превышает 0,3 МПа. Наиболее ценными фосфорсодержащими удобрениями считаются те, в которых относительное содержание водорастворимой формы P_2O_5 по отношению к общей форме P_2O_5 составляет не менее 50%. Поэтому для обработки минерализованной массы мы считаем оптимальной нормой серной кислоты 80% от стехиометрической нормы на образование монокальций-фосфата, так как именно при этой норме относительное содержание водорастворимой нормы P_2O_5 в продуктах превышает 50%. При норме 80% и концентрации серной кислоты 60% мы имеем в аммонизированном гранулированном суперфосфате с содержанием $P_2O_{5\text{общ.}}$ 10,84%; $P_2O_{5\text{усв.}}$ по лимонной кислоте: $P_2O_{5\text{общ.}} = 74,35\%$; $P_2O_{5\text{вод.}} : P_2O_{5\text{общ.}} = 66,51\%$; рН = 2,56 с прочностью гранул 2,08 МПа.

Таким образом, технология простого аммонизированного суперфосфата позволяет вовлечь крупнотоннажный отход Кызылкумского фосфоритового комбината – минерализованную массу в производство одинарных фосфорных удобрений и тем самым расширить фосфатную сырьевую базу Узбекистана. Широкое применение суперфосфата на базе минерализованной массы, несомненно, явится положительным фактором в деле поднятия урожайности сельскохозяйственных культур.

Список литературы:

1. Алосманов М.С., Курбанов А.Ш., Мирзаев Ф.М., Кармышов В.Ф., Ибрагимова С.М. Физико-химическая интерпретация процесса разложения апатита при пониженных нормах серной кислоты // Узбекский химический журнал. – 1984, №4, с. 3-6.
2. ГОСТ 21560.2-82. Удобрения минеральные. Методы испытаний. – М.: Госстандарт, 1982, 30 с.
3. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов / М.М.Винник, Л.Н.Ербанова, П.М.Зайцев и др. – М.: Химия. 1975г. 218 с.
4. Таджиев С.М., Беглов Б.М. Разработка технологии простого аммонизированного суперфосфата из фосфоритов Ташкура камерным способом // Химическая промышленность. – 2002, № 7, с. 7-10.

ХИМИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ МИНЕРАЛИЗОВАННОЙ МАССЫ С ПОМОЩЬЮ РАСТВОРОВ АММОНИЙНЫХ СОЛЕЙ

Курбанов Жахонгир Хамитович

младший научный сотрудник, Институт общей и неорганической химии АН РУз,
100170, г. Ташкент, Узбекистан, ул. Мирзо Улугбек, 77-а;
E-mail: jahon_17@mail.ru

Бадалова Ойдин Абдукахаровна

младший научный сотрудник, Институт общей и неорганической химии АН РУз,
100170, г. Ташкент, Узбекистан, ул. Мирзо Улугбек, 77-а

Намазов Шафоат Саттарович

д-р техн. наук, проф., акад., зав. 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

Беглов Борис Михайлович

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

CHEMICAL ACTIVATION OF MINERALIZED MASS BY MEANS OF SOLUTION OF AMMONIUM SALTS

Jakhongir Kurbanov

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

Oydin Badalova

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

Shafoat Namazov

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

Atanazar Seytnazarov

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

Boris Beglov

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

АННОТАЦИЯ

В настоящем сообщении излагаются результаты активации забалансовой фосфоритной руды концентрированными растворами сульфата и нитрата аммония. Показано, что обработка минерализованной массы раствором как нитрата, так и сульфата аммония приводит к резкому возрастанию содержания усвояемой формы P_2O_5 в фосфатном сырье. Сульфат аммония оказался более в деле повышения растворимости фосфатного минерала, о чем

свидетельствует степень декарбонизации сырья. Гранулы активированных азотнофосфорных удобрений имеют достаточную прочность, что отвечает требованиям сельского хозяйства.

ABSTRACT

In present message described results activation off-balance phosphorite ore concentrated solution of sulfate and nitrate ammonium. It is shown that processing mineralized masses by solution as nitrate, and sulphate ammonium leads to a sharp increase in the content of assimilated form of P_2O_5 in phosphate raw. Sulphate ammonium proved to be more in deal of increasing solubility of phosphate mineral, about than witnesses of degree decarbonization of raw. The granules activated nitrogen-phosphorus fertilizers have sufficient strength, that satisfy the demands of agriculture.

Ключевые слова: забалансовый фосфорит, растворы нитрата и сульфата аммония, декарбонизация, активация, прочность гранул.

Keywords: off-balance phosphorite, solutions of the nitrate and sulphate ammonium, decarbonization, activation, strength of the granules.

В настоящее время Кызылкумский фосфоритовый комплекс ежегодно выпускает 716 тыс. т мытого обожженного фосфоконцентрата со средним содержанием 26% P_2O_5 . Однако на стадиях обогащения (дробление, сухая сортировка, отмывка от хлора, обесшламливание, сушка и обжиг для удаления CO_2) образуются отходы, так называемые забалансовые руды, которые не используются в производстве минеральных удобрений, а складываются до будущих времен. Это минерализованная масса (12-14% P_2O_5), шламовый фосфорит (10-12% P_2O_5) и пылевидная фракция (18-20% P_2O_5). В общем случае с ними теряются 134,77 тыс. т P_2O_5 в год.

Перед исследователями, занимающимися созданием фосфорсодержащих удобрений, стоит важная задача, как научиться перерабатывать это бедное, низкосортное сырьё в высокоэффективные удобрения с приемлемыми технико-экономическими показателями? В последнее время поиск приемлемых решений переработки бедного фосфатного сырья идет в направлении его активации различными методами [1].

Мы обратили внимание на опыты Д.Н. Прянишникова, который еще в 1900 году обнаружил резкое растворяющее влияние солей аммония на фосфорит [2]. Идеи Д.Н. Прянишникова нашли отражение в целом ряде последующих работ. Так, предложен способ [3] получения комплексного удобрения путем измельчения фосфоритов, смешения образовавшейся фосфоритовой муки с минеральными солями, гранулирования и сушки пульпы, отличающийся тем, что, с целью увеличения содержания усвояемой формы P_2O_5 в удобрении, в качестве минеральной соли используют сульфат аммония, взятый в количестве 0,5-1,2 вес.ч. азота на 1 вес.ч. P_2O_5 . Сульфат аммония можно брать в виде раствора или суспензии и вводить в фосфоритовую муку до образования пульпы с $Ж : Т = (1-3,5) : 1$, а пульпу перед гранулированием выдерживать при перемешивании в течение 0,5-3 ч. при 50-90 °С.

В работе [4] для активации фосфоритов месторождения Чулактау, Кокджон и Чилисай (Казахстан) применены 10%-ный раствор нитрата аммония, 30%-ный раствор сульфата аммония и 50-70%-ные растворы нитрата кальция. Условия активации были следующими: взаимодействие в течение 30 мин при тем-

пературе 80°C и соотношении $Ж : Т = 5 : 1$. При взаимодействии растворов сульфата и нитрата аммония с фосфоритом Чулактау содержание усвояемых фосфатов в удобрении повышается на 38-42 отн.% при степени декарбонизации 24-41 %. В фосфорите же Кокджон не происходило увеличения усвояемой формы P_2O_5 .

Ранее [5] нами проведен процесс активации рядовой фосфоритовой муки Центральных Кызылкумов (18,7% P_2O_5) с помощью 40-75 %-ных растворов нитрата аммония при массовом соотношении $N : P_2O_5$ равным 1:0,3. Процесс взаимодействия длился в течение 30 мин. Варьировалась температура от 75 до 110 °С. Показано, что обработка фосмуки раствором нитрата аммония резко увеличивает содержание усвояемых форм фосфора. Так, если в исходном фоссырье содержание усвояемой формы P_2O_5 по трилону Б по отношению к общей форме P_2O_5 было равным 11,8 %, по лимонной кислоте 13,8 %, то в полученных продуктах эти показатели лежат уже в пределах 53,6-60,5 и 94,2-97,8 % соответственно. Установлено, что концентрация раствора нитрата аммония, температура процесса взаимодействия мало влияют на изменение содержания усвояемых форм фосфора.

В настоящем сообщении приводятся результаты активации минерализованной массы состава (вес. %): $P_2O_{5\text{общ.}}$ 15,12; $P_2O_{5\text{усв.}}$ по трилону Б 1,59; $P_2O_{5\text{усв.}}$ по 2%-ной лимонной кислоте 2,56; СаО 41,57; CO_2 15,67 с растворами сульфата и нитрата аммония. Для этого использовались 70 %-ный раствор NH_4NO_3 и 40 %-ный раствор $(NH_4)_2SO_4$. В обоих случаях массовое соотношение $N : P_2O_5$ варьировали от 1 : 0,2 до 1 : 1. Температуру процесса активации с раствором NH_4NO_3 поддерживали на уровне 100°C, с $(NH_4)_2SO_4$ – 65°C, а время взаимодействия исходных компонентов в течение 30 мин. После чего пульпы высушивались в термостате сначала при 65 °С, далее при 100°C до постоянной массы. Гранулирование образцов влажных масс осуществляли в процессе сушки методом интенсивного размешивания и окатывания. Частицы размером 3-4 мм подвергли анализу на прочность. Затем их измельчали и анализировали на содержание азота, CO_2 , различных форм P_2O_5 и СаО [6]. Усвояемую форму P_2O_5 определяли по растворимости в 2-х %-ной лимонной кислоте. По изменению содержания CO_2 рассчитывали степень декарбониза-

ции фосфатного сырья. Величину рН 10 %-ных водных суспензий готовых удобрений измеряли на лабораторном ионере И-130М с электродной системой, состоящих из электродов ЭСЛ 63-07, ЭВЛ-1М3.1 и ТКА-7 с точностью до 0,05 единиц рН. Результаты опытов приведены в таблице.

Как видно из этой таблицы, обработка минерализованной массы раствором NH_4NO_3 значительно увеличивает содержание усвояемой формы фосфора в фосфатном сырье. Так, если в исходном фоссырье содержание усвояемой формы P_2O_5 по лимонной кислоте по отношению к общей форме P_2O_5 было равным 4,76%, то в полученных продуктах при изучаемых соотношениях $\text{N} : \text{P}_2\text{O}_5 = 1 : (0,2-1)$ этот показатель лежит в пределах 61,45-72,47%. По-видимому, активация фосфатного минерала минерализованной массы с раствором NH_4NO_3 происходит за счет выщелачивания фосфора из кристаллических решеток фторкарбонатапатита, изоморфно замещенных CO_2 -группами. С увеличением количества минерализованной массы в смеси степень её активации монотонно падает. Так, при $\text{N} : \text{P}_2\text{O}_5 = 1 : 0,2$ получается азотнофосфорное удобрение состава: $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ 4,54%; N 23,66%; $\text{CaO}_{\text{общ.}}$ 13,82%; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}}$: $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ = 72,47%. $\text{CaO}_{\text{водн.}}$: $\text{CaO}_{\text{общ.}}$ = 15,77%. Степень декарбонизации

фосфатного сырья 25,59% свидетельствует о разложении карбоната кальция сырья с раствором NH_4NO_3 с выделением в газовую фазу углекислоты с образованием водорастворимого нитрата кальция. При $\text{N} : \text{P}_2\text{O}_5 = 1 : 0,3$ продукт имеет состав: $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ 6,09%; N 20,71%; $\text{CaO}_{\text{общ.}}$ 16,11%; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}}$: $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ = 68,96%; $\text{CaO}_{\text{водн.}}$: $\text{CaO}_{\text{общ.}}$ = 11,54%, а степень декарбонизации 20,35%, а при $\text{N} : \text{P}_2\text{O}_5 = 1 : 0,5$ – $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ 8,03%; N 16,17%; $\text{CaO}_{\text{общ.}}$ 25,17%; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}}$: $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ = 64,88%; $\text{CaO}_{\text{водн.}}$: $\text{CaO}_{\text{общ.}}$ = 8,66%, а степень декарбонизации 11,62%. Дальнейшее увеличение массовой доли минерализованной массы или $\text{N} : \text{P}_2\text{O}_5$ от 1 : 0,7 до 1 : 1 приводит к загустеванию пульпы, что создает трудности при её транспортировке через трубопроводы с последующей грануляцией.

Введение минерализованной массы в раствор NH_4NO_3 в количестве от 4,54 до 10,48% в пересчёте на P_2O_5 способствует повышению прочности гранул с исходного 1,6 МПа (прочность гранул чистого NH_4NO_3) от 2,50 до 5,75 МПа в продукте. С увеличением количества фосфатной добавки прочность гранул азотнофосфорных удобрений снижается. Но в любом случае они по этим показателям отвечают требованиям сельского хозяйства (должен быть не менее 2 МПа).

Таблица 1.

Состав и свойства гранулированных азотнофосфорных удобрений, полученных методом химической активации минерализованной массы с помощью растворов нитрата и сульфата аммония

Массовое соотношение $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5$	рН 10 %-ного раствора	N, %	$\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$, %	$\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}}$ по лим. к-те, %	$\text{CaO}_{\text{общ.}}$, %	$\text{CaO}_{\text{усв.}}$ по лим. к-те, %	$\text{CaO}_{\text{водн.}}$, %	CO_2 , %	$\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}}$: $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ по лим. к-те, %	$\text{CaO}_{\text{водн.}}$: $\text{CaO}_{\text{общ.}}$, %	Степень декарб. фоссырья, %	Прочность гранул, МПа
70 %-ный раствор NH_4NO_3 + Минерализованная масса												
1 : 0,2	7,27	23,66	4,54	3,29	13,82	12,38	2,18	3,58	72,47	15,77	25,59	5,75
1 : 0,3	7,27	20,71	6,09	4,19	18,89	16,11	2,18	4,98	68,96	11,54	20,35	5,47
1 : 0,5	7,27	16,17	8,03	5,29	25,17	20,86	2,18	7,24	64,88	8,66	11,62	4,56
1 : 0,7	7,28	13,46	9,26	5,84	29,39	23,60	2,18	8,70	63,07	7,42	7,29	3,64
1 : 1	7,28	10,58	10,48	6,44	33,42	25,86	2,18	10,13	61,45	6,52	4,70	2,50
40 %-ный раствор $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ + Минерализованная масса												
1 : 0,2	7,60	15,90	3,20	3,05	10,49	55,62*	4,25	1,59	95,31	40,51	51,93	3,11
1 : 0,3	7,61	14,39	4,46	3,77	14,35	50,09*	4,31	2,39	84,53	30,03	46,85	3,09
1 : 0,5	7,62	11,97	6,16	4,44	19,77	44,29*	4,37	3,87	72,08	22,10	38,25	2,76
1 : 0,7	7,63	10,22	7,50	4,84	23,79	38,68*	4,58	5,23	64,53	19,25	30,62	2,43
1 : 1	7,65	8,36	8,78	5,49	28,15	34,94*	4,81	6,82	62,53	17,08	23,24	2,06

Из данной таблицы также видно, что при химической активации минерализованной массы с помощью 40 %-ного раствора $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ при $\text{N} : \text{P}_2\text{O}_5 = 1 : 0,2$ получается сложносмешанное удобрение состава: $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ 3,20%; N 15,90%; $\text{CaO}_{\text{общ.}}$ 10,49%; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}}$: $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ = 95,31%; $\text{CaO}_{\text{водн.}}$: $\text{CaO}_{\text{общ.}}$ = 40,51%; степень декарбонизации 51,93%, при $\text{N} : \text{P}_2\text{O}_5 = 1 : 0,3$ – $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ 4,46%; N 14,39%; $\text{CaO}_{\text{общ.}}$ 14,35%; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}}$: $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ = 84,53%; $\text{CaO}_{\text{водн.}}$: $\text{CaO}_{\text{общ.}}$ = 30,03%; степень декарбонизации 46,85%, при $\text{N} : \text{P}_2\text{O}_5 = 1 : 0,5$ – $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ 6,16%; N 11,97%; $\text{CaO}_{\text{общ.}}$ 19,77%; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}}$: $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ = 72,08%; $\text{CaO}_{\text{водн.}}$: $\text{CaO}_{\text{общ.}}$ = 22,10%; степень декарбонизации 38,25%, при $\text{N} : \text{P}_2\text{O}_5 = 1 : 0,7$ – $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ 7,50%; N 10,22%; $\text{CaO}_{\text{общ.}}$ 23,79%; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}}$:

$\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ = 64,53%; $\text{CaO}_{\text{водн.}}$: $\text{CaO}_{\text{общ.}}$ = 19,25%, а степень декарбонизации 30,62%.

Из данных видно, что сульфат аммония более эффективен в деле повышения растворимости минерализованной массы, чем нитрат аммония о чем свидетельствует степень декарбонизации фоссырья. Прочность гранул образцов азотнофосфорных удобрений на основе раствора $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и минерализованной массы находится в пределах 2,06-3,11 МПа, которые также отвечают требованиям сельского хозяйства. Преимуществом применения $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ в составе сложных удобрений является наличие в нём серы, которая входит в состав белков и аминокислот при формировании урожая. Сера обеспечивает профилактику

возникновения фитофтороза и появления корневой гнили. По физиологической роли в питании растений серу следует поставить на четвертое место после азота, фосфора и калия [7].

Таким образом, гранулированные тукосмеси с высоким содержанием усвояемого фосфора явля-

ются эффективными азотнофосфорными удобрениями. Гигроскопические точки тукосмесей лежат в пределах для образца на основе нитрата аммония 55-58% и для образца на основе сульфата аммония 75-80%. Из этого следует, что получаемые удобрения пригодны для бестарного хранения и перевозки.

Список литературы:

1. Беглов Б.М. Намазов Ш.С., Мирзакулов Х.Ч., Умаров Т.Ж. Активация природного фосфатного сырья. - Ташкент-Ургенч: «Хорезм», 1999. - 112 с.
2. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения. В 3-х том. - М.: „Колос”, 1965. - Т.3. - С. 486-495.
3. А.с. 971833, СССР. МКИ С05В 17/00. Способ получения комплексного удобрения. / М.Е. Позин, Б.Д. Гуллер, М.В. Жданова, М.И. Богорова, Г.С. Одинцова.- Б.И., 1982. - №41.
4. Ирецкая С.Н., Ярош Е.Б., Дмитриевский Б.А. Получение медленнодействующих удобрений из карбонатсодержащих фосфоритов и полупродуктов азотнокислотной переработки фосфатного сырья. // Журнал прикладной химии. -1993. - т.66, №9. - С. 1921-1926.
5. Сейтназаров А.Р., Тукушев А.Т., Мирзакулов Х.Ч., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Химическая активация фосфоритов Централных Кызылкумов. // Доклады АН РУз. - 2003. - №4. - С. 48-51.
6. 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.
7. Милащенко Н.З. Сульфат аммония – перспективная форма азотного удобрения. // Агрохимический вестник. - 2004. - № 2. - С. 3.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПИРОКОНДЕНСАТА ПИРОЛИЗНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Кодиров Орифжон Шарипович

*старший научный сотрудник НПП «Ilm-fan texnologiyalar»,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Мирзакулов Холтура Чориевич

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

Бердиев Хусан Уролович

*младший научный сотрудник Ташкентского химико-технологического института.
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Шарипова Вазира Валижонова

*младший научный сотрудник НПП «Ilm-fan texnologiyalar»,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

RESEARCH OF CHEMICAL COMPOUND PIROCONDENSATE PYROLYSISTION OF MANUFACTURE

Orifjon Kodirov

*senior scientific employee SPE «Ilm-fan texnologiyalar»,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Kholtura Mirzakulov

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

Khusan Berdiev

*younger scientific employee of Tashkent institute of chemical technology
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Vazira Sharipova

*younger scientific employee SPE «Ilm-fan texnologiyalar»,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

Приведены результаты исследования химического состава пироконденсата пиролизного производства – пиролизного дистиллята, тяжелой смолы пиролиза и тар-продукта на основе переработки природного газа Устюртского региона. Показано, что пиролизный дистиллят это легкая жидкость от желтого до светло-коричневого цвета с неприятным запахом.

Тяжелая смола пиролиза это маслянистая жидкость от темно-коричневого до темно-зеленого цвета с неприятным запахом. Тар-продукт вещество черного цвета, без запаха. Составы продуктов не стабильны и зависят от сырья пиролиза.

Пиролизный дистиллят содержит, в основном арены и олефины с числом углерода 6-12. Содержание олефинов составляет 23,7%, аренов 67,18%. Присутствуют также алканы, диены, циклоалканы.

Тяжелая смола пиролиза содержит в основном нафталин 41,51%, 2-метилнафталин 16,25%, а также инден – 9,33%, 1-метилнафталин и 1,6-диметилнафталин. Количественно-качественный анализ показал совпадение спектрограмм компонентов смолы с базой данных прибора «ИК-Фурье спектрометр Nicolet 6700 с микроскопом Continuum и Раман-модулем» на 90-97%.

ABSTRACT

Results of research of a chemical compound pyrocondensate pyrolystion manufactures –pyrolystion distillate, heavy pitch of pyrolysis and a tar-product on the basis of processing of natural gas of Ustjurt region are resulted. It is shown, that pyrolystion distillate is an easy liquid from yellow to light-brown colour with an unpleasant smell.

Heavy pitch of pyrolysis is an oily liquid from dark brown to dark green color with an unpleasant smell. The tar-product substance of black colour, without a smell. Structures of products are not stable and depend on pyrolysis raw materials.

Pyrolystion distillate contains, basically arenes and olephins with number of carbon 6-12. The maintenance olephins makes 23,7 %, arenes 67,18%. Are present also alkanes, diens, cycloalkanes.

Heavy pitch of pyrolysis contains basically naphthalene of 41,51%, 2-metil naphthalene 16,25%, and also indene - 9,33%, 1-methylnaphthalene and 1,6-dimethylnaphthalene. The quantitatively-qualitative analysis has shown coincidence of spectrograms of components of pitch to a device database «Infra red-Fourier spectrometer Nicolet 6700 with microscope Continuum and the Raman-module» on 90-97%.

Ключевые слова: пироконденсат, пиролизный дистиллят, тяжелая смола пиролиза, химический состав.

Keywords: pyrocondensate, pyrolystion distillate, heavy pitch of pyrolysis, chemical compound.

В последние годы химическая промышленность Узбекистана изменилась существенным образом - была проведена полномасштабная реформа, в которой во главу угла была поставлено производство продуктов с высоко добавленной стоимостью на основе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов. В этом отношении особое значение приобретает освоение новых, импортозамещающей химической продукции на базе переработки имеющегося в Республике углеводородного сырья. Руководством страны уделяется большое внимание созданию новых высокотехнологичных химических промышленных объектов, таких как Шуртанский и Устюртский газохимические комплексы, позволившие Республике занять одно из лидирующих позиций по выпуску полимерной продукции в Центральной Азии.

Совместное предприятие ООО "Uz-Kor Gas Chemical", является одним из крупнейших производителей полимерной продукции в Центральной Азии, на основе переработки природного газа Устюртского региона. Общая годовая производственная мощность комплекса составляет 387 тыс. тонн полиэтилена и 83 тыс. тонн полипропилена. При этом образуется более 102 тыс. тонн пиролизного дистиллята, 8 тыс. тонн пиролизного масла (ТСП - тяжелая смола пиролиза) и 10 тысяч тонн тар-продукта. Пиролизный дистиллят, пиролизное масло и тар-продукт не перерабатываются [5].

Пиролизный дистиллят и пиролизное масло являются вторичным сырьем для производства нафталина, ароматических углеводородов, индена, фталевого ангидрида и других ценных химических продуктов в которых нуждается промышленность. На СП ООО "Uz-Kor Gas Chemical" переработка этих фракций не предусмотрена проектом. Между тем тяжелые фракции жидких продуктов пиролиза являются сырьем, имеющим внушительный потенциал для дальнейшего применения, т.к. современные технологии позволяют производить ценные продукты гораздо более дорогие и более необходимые, чем топливо. Из-за отсутствия приемлемых технологий переработки пиролизных отходов с получением индена, нафталина и его гамологов в стране не производится

фталевый ангидрид. Поэтому исследования направленные на разработку комплексной технологии переработки отходов газохимических комплексов является актуальной задачей и требует своего решения.

С целью использования жидких продуктов пиролиза в качестве вторичного сырья и разработки приемлемой для республики технологии их переработки проведены исследования химического состава пироконденсата пиролизного производства СП ООО "Uz-Kor Gas Chemical".

Процесс термического пиролиза углеводородного сырья (нефти и её фракций) – основной способ получения низкомолекулярных ненасыщенных углеводородов – олефинов (алкенов) – этилена и пропилена. Наряду с производством этилена и пропилена, процесс пиролиза нефти – основной источник производства дивинила, выделяемого ректификацией из сопутствующей пиролизной C4 фракции и отгонов бензола, получаемого из жидких продуктов пиролиза. Около 80% мирового производства бутадиена и 39% производства бензола осуществляется пиролизом углеводородов [4].

Современная мировая структура сырья пиролиза выглядит следующим образом: этан 27,6% масс., сжиженные газы (пропан, бутан) 14,0% масс., прямогонный бензин (нафта) 53,1% масс., гидроочищенные керосино-газойлевые фракции 5,3% масс.

Использование этих видов сырья в отдельных странах различно. Так, в США и Канаде преобладающим сырьём является этан (49,1% масс. и 69,7% масс.), в Германии, Китае, Франции и Японии - нафта (57,4% масс., 73,3% масс., 60,0% масс. и 80,3% масс.). Кроме того, в Германии и Китае находят широкое применение гидроочищенные керосино-газойлевые фракции (32,0% масс. и 26,7% масс.) [2].

В Узбекистане преобладающим сырьём для термического пиролиза являются этан, пропан-бутановая фракция и газоконденсат.

Продукты пиролиза делятся на две группы: пирогаз и пироконденсат. Пирогаз – начиная с метана до пропилена, на выходе из пиролизной печи при охлаждении до комнатной температуры находится в газообразном состоянии и разделяется от пироконденсата – от дивинила до тяжелой смолы, который при

комнатной температуре находится в жидко-твердом состоянии.

Пироконденсат в свою очередь разделяется на три группы веществ по температурам кипения – пиролизный дистиллят (начало температуры кипения 35°C, конец температуры кипения 180°C), тяжелая смола пиролиза (начало температуры кипения 170°C, конец температуры кипения 270°C), тар продукт (начало температура кипения 280°C). Количество образующегося пироконденсата составляет от 2% до 25% от общей массы продуктов пиролиза, в зависимости от сырья.

Пиролизный дистиллят – это легкая жидкость от желтого до светло коричневого цвета с неприятным запахом. Состав ее не стабилен и зависит от сырья пиролиза. Образцы пиролизного дистиллята СП ООО “Uz-Kor Gas Chemical”, для предварительного определения качественного и количественного состава, анализировали на газовом хроматографе с масс-селективным детектором Agilent 5977A [4]. Результаты анализов приведены на рисунке 1 и таблице 1.

Рисунок 1. Масс спектрограммы трех образцов (а, б и в) пиролизного дистиллята

Таблица 1.

Химический состав пиролизного дистиллята

Число углерода	Алканы	Диены	Олефины	Циклоалканы	Арены	Всего
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0,8	0,89	4,91	0,19	0	6,79
6	0,22	0,41	3,87	0,41	32,94	37,85
7	0,25	0,14	0,84	0,45	11,23	12,91
8	0,12	0,08	0,18	0,48	9,75	10,61
9	0,04	0,1	0,04	0,15	7,56	7,89
10	0,03	0,11	9,07	0,4	5,23	14,84
11	0,18	0,69	2,95	0	0,47	4,29
12	0	0,15	1,84	0	0	1,99
Всего	1,64	2,57	23,7	2,08	67,18	97,17

Тяжелая смола пиролиза – это маслянистая жидкость от темно-коричневого до темно-зеленого цвета с неприятным запахом. Состав ее не стабилен и зависит от сырья пиролиза. Образцы тяжелой смолы пиролиза СП ООО «Uz-Kor Gas Chemical», для предварительного определения качественного и количественного состава анализировали на газовом хроматографе с масс-селективным детектором Agilent 5977A, Подготовленную пробу анализировали на хромато-масс-спектрометре «Agilent Technology» GC 6890 / MS 5973N с использованием капиллярной колонки размером 30м×0,25 мм с 5% фенилметилсилоксана в диметилсилоксане, газ носитель - водород, температура инжектора – 280°C, температура MS источника – 230°C, температура MS квадруполь –

180°C, при программировании температуры термостата колонок от 100 до 280°C, скорость подъема температуры 10°C мин, величина пробы 1 мкл., в режиме без деления потока. Результаты анализов приведены на рисунке 2. и таблице 2.

Тар-продукт – это твердое вещество черного цвета без запаха. Состав не стабилен и зависит от сырья пиролиза. Образцы тар-продукта СП ООО «Uz-Kor Gas Chemical» для предварительного определения качественного состава анализировали на анализаторе ИК-Фурье спектрометр Nicolet 6700 с микроскопом Continuum и Раман-модулем. Результаты анализа приведены на рисунке 3.

Рисунок 2. Масс спектрограмма образца тяжелой смолы пиролиза производства
 СП ООО Uz-Kor Gas Chemical”

Таблица 2.

Количественно – качественный состав тяжелой смолы пиролиза производства
 СП ООО «Uz-Kor Gas Chemical»

№	Вещество	Количество, %	Совпадение с базой
1.	Indene	9.33	93
2.	1-methylindene	8.96	96
3.	Naphthalene	41.51	90
4.	1-methylnaphthalene	8.61	97
5.	2-methylnaphthalene	16.25	96
6.	1-ethylnaphthalene	1.77	90
7.	1,6-Dimethylnaphthalene	1.71	95

Рисунок 3. ИК-спектрограмма тар-продукта: 1 – тар-продукт, 2, 3 и 4 спектры базы прибора

Исследования химического состава пироконденсата пиролизного производства СП ООО «Uz-Kor Gas Chemical» были проведены для решения проблемы рационального использования тяжелых фракций жидких и твердых продуктов пиролиза. Результаты анализа пироконденсата пиролизного производства СП ООО «Uz-Kor Gas Chemical» для получения зависимости от фракционного состава исходного сырья и условий пиролиза показали, что в сравнении с литературными данными [6] в соответствии с данными таблиц 1 и 2 разница составляет от 3 до 10%, и т.о. пироконденсат может быть использован для дальнейшей переработки.

Основной проблемой эффективного использования ТСП является низкое качество, связанное с высоким содержанием асфальтенов и механических примесей. В связи с тенденцией утяжеления сырья пиро-

лиза требуются дополнительные затраты на облагораживание смол. Вопрос подготовки сырья для производства углеводородных материалов становится ключевым при создании обоснованных композиционных рецептов с учетом данных экономического и экологического анализа. Например, композиции из ТСП и пека можно использовать в качестве «сухой анодной массы» металлургического производства [3].

Особенности химической природы пироконденсата пиролизного производства, большие масштабы производства, превращают пироконденсат из отходов в один из целевых продуктов при производстве различных типов материалов, что позволит повысить эффективность пиролизного производства СП ООО «Uz-Kor Gas Chemical», благодаря получению новых видов химической продукции.

Список литературы:

1. Бёккер Ю. «Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза». Перевод с немецкого, Москва, Техносфера, 2009.
2. Бондалетов В.Г., Бондалетова Л.И., Нгуен Ван Тхань. «Использование жидких продуктов пиролиза углеводородного сырья в синтезе нефтеполимерных смол» // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 1-7. – С. 1130-1133.
3. Лебедева И.П., Дошлов О.И., Иванова К.К. «Утилизация смол пиролиза, образуемых в установке ЭП-300 ОАО «Ангарский завод полимеров»», Экологический вестник России. - 2010. - № 7. - С. 44-46.
4. Мухина Т.Н., Барабанов Н.Л., Бабаш С.Е. Пиролиз углеводородного сырья. - М.: Химия, 1987. - 240 с.
5. Официальный сайт СП ООО «Uz-Kor Gas Chemical» <http://www.uz-kor.com/index.php/ru/deyatelnost> 2018 г.
6. Справочник нефтехимика. В двух томах. Т. 1. /Под ред С.К.Огородникова. Л.: Химия, 1978. – 496 с.

**ОКИСЛЕНИЕ БУРОГО УГЛЯ АНГРЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
ПЕРЕКИСЬЮ ВОДОРОДА В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ****Ганиев Пирназар Худойназарович**

младший научный сотрудник, Институт общей и неорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: igic@rambler.ru

Намазов Шафоат Саттарович

заведующий лабораторией, профессор, академик, Институт общей и неорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: igic@rambler.ru

Беглов Борис Михайлович

главный научный сотрудник, академик АН РУз, Институт общей и неорганической химии АН РУз, академик
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: begloff@mail.ru

Усанбаев Нажимуддин Халмурзаевич

старший научный сотрудник-соискатель, Институт общей и неорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: igic@rambler.ru

**OXIDATION OF THE BROWN COAL OF THE ANGREN DEPOSIT BY HYDROGEN
PEROXIDE IN THE ALKALINE ENVIRONMENT****Pirnazar Ganiyev**

Junior research Scientist, Institute of general and inorganic chemistry AN RUZ,
Uzbekistan, Tashkent

Namazov Shafokat

Head of laboratory, Academician Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
Institute of general and inorganic chemistry AN RUZ,
Uzbekistan, Tashkent

Beglov Boris

Academician Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
Institute of general and inorganic chemistry AN RUZ,
Uzbekistan, Tashkent

Najimuddin Usanbaev

Senior research Scientist, Institute of general and inorganic chemistry,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье изучен процесс окисления бурого угля Ангреновского месторождения перекисью водорода в щелочной среде в зависимости от концентрации перекиси водорода, продолжительности и весового соотношения угля к перекиси водорода. Показано, что повысить содержание гуминовых кислот в угле с 4,1% до 62,7% можно, если проводить окисление 30%-ной H_2O_2 в течение 2 часов при весовом соотношении органической части угля к перекиси водорода, равном 1 : 0,8.

ABSTRACT

The process of oxidation of brown coal from the Angren deposit by hydrogen peroxide in an alkaline medium is studied, depending on the concentration of hydrogen peroxide, duration and weight ratio of coal: H_2O_2 . It is shown that an increase in the content of humic acids in coal from 4.1% to 62.7% is possible if oxidation of 30% H_2O_2 is carried out for 2 hours at a weight ratio of the organic part of the coal to hydrogen peroxide of 1: 0, 8.

Ключевые слова: бурый уголь, окисленный уголь, гуминовая кислота, фульвокислоты, перекись водорода, гидроксид натрия.

Keywords: brown coal, oxidized coal, humic acid, fulvic acids, hydrogen peroxide, sodium hydroxide

В предыдущих работах [1–3] нами исследованы процессы окисления угля азотной кислотой, азотной кислотой в присутствии уксусной кислоты, перекисью водорода в присутствии уксусной кислоты. Выявлено, что при оптимальных условиях окисления угля азотной кислотой количество гуминовых кислот увеличивается с 4,1% в исходном угле до 57,2% в продуктах окисления, а при окислении угля азотной кислотой в присутствии уксусной кислоты, т. е. при концентрации HNO_3 30%, уголь : HNO_3 (мг/г) : CH_3COOH = 1 : 2 : 0,2, температуре 40°C и времени окисления 2 часа, содержание гуминовых кислот в окисленном угле достигает 66,1%. Также можно повысить содержание гуминовых кислот в угле с 4,1% до 62,17% путем окисления 35%-ной H_2O_2 с добавкой 60%-ной уксусной кислоты при 40°C в течении 1 часа и массовом соотношении уголь : H_2O_2 : CH_3COOH = 1 : 0,35 : 0,1.

В настоящей работе мы решили проверить окислительную способность перекиси водорода по отношению к Ангренскому бурому углю в щелочной среде. Крупнотоннажное производство перекиси водорода планируется создать на АО «Навоизазот», а гидроксид натрия в большом количестве уже производится на этом предприятии.

В опытах использовали представительную пробу угольной мелочи Ангренского месторождения марки БОМСШ, имеющую после сушки до воздушно-сухого состояния и измельчения в шаровой мельнице до размера 0,25 мм следующий состав (вес, %): влага

– 14,1; зола – 13,7; органика – 72,2; гуминовые кислоты – 4,36% на органическую массу. Процесс окисления проводился при концентрации перекиси водорода от 10 до 30%, раствора гидроксида натрия от 20 до 40 % и весовом соотношении уголь (органическая часть) : H_2O_2 : NaOH от 1 : 0,1 : 0,05 до 1 : 1 : 0,05.

Эксперименты проводились следующим образом: сначала уголь обрабатывался в механической ступке измельченным гидроксидом натрия или раствором при соотношениях уголь : NaOH от 1 : 0,05 в течение 30 минут. Затем в трубчатый реактор, где был заранее залит раствор перекиси водорода, при перемешивании добавлялась полученная масса и обрабатывалась в течение 2 часов. При окислении угля перекисью водорода температура реакционной массы поднималась до 45–90°C в зависимости от нормы концентрации перекиси водорода. Во всех опытах по окончании процесса реакционная масса сушилась до воздушно-сухого состояния, далее в ней определялись зольность, влажность, органика и выход гуминовых и фульвокислот. Зольность определялась по ГОСТ 11022-75, влажность – по ГОСТ 11014-70, органика – по разности между 100 и суммой процентных содержаний золы и влаги, выход гуминовых кислот – по ГОСТ 9517-76.

Результаты экспериментов приведены в табл. 1, 2. Из таблиц видно, как меняется состав окисленного угля в зависимости от нормы и концентрации окисляющих реагентов.

Таблица 1.

Выход продуктов окисления угля в зависимости от нормы и концентрации перекиси водорода и NaOH

Соотношение Уголь : H ₂ O ₂ : NaOH	Выход продук- тов окисле- ния, %	Определяемые компоненты в % к органической части окис- ленного угля			
		Щелоче- раствори- мые веще- ства	Гумино- вые Кислоты	Фульво- кислоты	Остаточ- ный уголь
Концентрация перекиси водорода 10%					
1 : 0,1 : 0,05	101,63	22,1	19,89	2,21	77,9
1 : 0,2 : 0,05	103,46	29,49	26,98	2,51	70,51
1 : 0,3 : 0,05	104,67	35,38	32,56	2,82	64,62
1 : 0,4 : 0,05	105,31	40,37	37,32	3,05	59,63
1 : 0,5 : 0,05	105,69	43,09	39,95	3,14	56,91
1 : 0,6 : 0,05	106,01	45,41	42,19	3,22	54,59
Концентрация перекиси водорода 20%					
1 : 0,1 : 0,05	102,49	26,78	24,35	2,43	73,22
1 : 0,2 : 0,05	104,01	35,77	32,86	2,91	64,23
1 : 0,3 : 0,05	105,28	42,82	39,59	3,23	57,18
1 : 0,4 : 0,05	106,35	47,51	44,05	3,46	52,49
1 : 0,5 : 0,05	107,01	50,54	46,95	3,59	49,46
1 : 0,6 : 0,05	107,41	51,81	48,19	3,62	48,19

Концентрация перекиси водорода 30%					
1 : 0,1 : 0,05	103,22	31,32	28,64	2,68	68,68
1 : 0,2 : 0,05	105,49	40,97	37,65	3,32	59,03
1 : 0,3 : 0,05	107,12	48,17	44,39	3,78	51,83
1 : 0,4 : 0,05	108,25	52,72	48,64	4,08	47,28
1 : 0,5 : 0,05	109,01	55,2	50,95	4,25	44,8
1 : 0,6 : 0,05	109,41	55,51	51,19	4,32	44,49

Наибольшее количество гуминовых кислот (62,7%) мы имеем в окисленном угле, полученном при использовании 30%-ной перекиси водорода, 40%-ного гидроксида натрия и массовом соотношении уголь : H_2O_2 : $NaOH$ = 1 : 1 : 0,05. Примерно такое же количество гуминовых кислот (61,42%) находится и в угле, окисленном 30%-ной перекисью водорода с

40%-ным гидроксидом натрия при их массовом соотношении уголь : H_2O_2 : $NaOH$ = 1 : 1 : 0,05. Таким образом, окисление бурого угля Ангренского месторождения перекисью водорода в присутствии гидроксида натрия позволяет повысить содержание гуминовых кислот в угле с 4,36% до 62%.

Таблица 2.

Выход продуктов окисления угля в зависимости от концентрации гидроксида натрия

Соотношение Уголь : H ₂ O ₂ : NaOH	Выход продуктов окисления, %	Определяемые компоненты в % к органической части окис- ленного угля			
		Щелоче-рас- творимые вещества	Гуминовые Кислоты	Фульво- кислоты	Остаточный Уголь
Концентрация перекиси водорода 30% (NaOH 20%)					
1 : 0,4 : 0,05	101,82	49,47	46,57	2,9	50,53
1 : 0,6 : 0,05	105,34	55,02	51,83	3,19	44,98
1 : 0,8 : 0,05	107,85	58,85	55,47	3,38	41,15
1 : 1,0 : 0,05	109,31	61,64	58,18	3,46	38,36
Концентрация перекиси водорода 30% (NaOH 40%)					
1 : 0,4 : 0,05	102,64	49,64	46,61	3,03	50,36
1 : 0,6 : 0,05	109,85	56,21	52,96	3,25	43,79
1 : 0,8 : 0,05	114,72	64,84	61,42	3,42	35,16
1 : 1,0 : 0,05	116,82	66,48	62,70	3,78	33,52

Нами также определено содержание функциональных групп в исходном, окисленном, остаточном угле и в гуминовых кислотах исходного и окисленного углей. В качестве окисленного угля был взят уголь, полученный при использовании 30%-ной H_2O_2 , 40%-ной $NaOH$ и массового соотношения

уголь : H_2O_2 : $NaOH$ = 1 : 0,8 : 0,05. Функциональные группы выявлялись сорбционным методом, основанным на способности активных кислых групп, содержащихся в органической массе, реагировать с едким баритом и уксуснокислым кальцием в водной среде [4]. Результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3.

Содержание функциональных групп в угле и продуктах его окисления перекисью водорода в щелочной среде

Вещество	Влага, %	Зола, %	Функциональные группы		
			$COOH+OH$, мг-экв/г	$COOH$, мг-экв/г	OH , мг-экв/г
Исходный уголь	4,2	14,21	2,198	0,56	1,638
Окисленный уголь	7,19	9,12	6,56	4,24	2,32
ГК исходного угля	1,91	7,18	7,79	3,37	4,42
ГК окисленного угля	4,22	4,25	8,38	4,17	4,21
Остаточный уголь исходного угля	5,61	16,42	3,53	0,34	3,19
Остаточный уголь окисленного угля	3,92	20,32	2,21	1,42	0,79

Как видно из данной таблицы, в результате окисления угля перекисью водорода в присутствии уксусной кислоты повышается содержание активных функциональных групп, причем как в самом окисленном угле, так и в его гуминовых кислотах. Если в исходном угле содержание карбоксильной группы составляло 0,56 мг-экв/г, а фенольного гидроксила – 1,638 мг-экв/г, то в окисленном угле эти цифры возросли до 4,24 мг-экв/г и 2,32 мг-экв/г соответственно,

а в гуминовых кислотах окисленного угля – до 4,17 мг-экв/г и 4,21 мг-экв/г.

Таким образом, проведенное исследование показало, что окисление бурого угля Ангренского месторождения перекисью водорода в щелочной среде значительно повышает в нем содержание гуминовых кислот и активных функциональных групп.

Список литературы:

1. Усанбаев Н., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Окисление бурого угля Ангренского месторождения азотной кислотой // Химическая промышленность. – СПб., 2006. – Т. 83, № 2. – С.55–61.
2. Усанбаев Н.Х., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Окисление бурого угля Ангренского месторождения азотной кислотой в присутствии уксусной кислоты // Химия и химическая технология. – 2014. – № 4. – С.14–17.
3. Усанбаев Н.Х., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Окисление бурого угля Ангренского месторождения перекисью водорода в присутствии уксусной кислоты // Химическая промышленность. – 2015. – Т. 92, № 2. – С. 55–60.
4. Данченко Н.Н. Функциональный состав гумусовых кислот: определение и взаимосвязь с реакционной способностью: дис. ... канд. хим. наук. – М., 1997. – С. 109–110.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ТРИПОЛИФОСФАТА НАТРИЯ ИЗ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ

Мирзакулов Холтура Чориевич

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

Хужамбердиев Шерзод Мусурмонович

докторант Ташкентского химико-технологического института
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: sherzod0108@mail.ru

Арифджанова Камола Сайфуллаевна

старший преподаватель Ташкентского химико-технологического института
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: sherzod0108@mail.ru

Турдиалиев Умид Мухторалиевич

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

THE PROCESS RESEARCH OF OBTAINING SODIUM TRIPOLYPHOSPHATE FROM WET-PROCESS PHOSPHORIC ACID OF CENTRAL KYZYLKUM

Kholtura Mirzakulov

Professor of Tashkent Chemical-Technological Institute,
Uzbekistan, Tashkent

Sherzod Khuzhamberdiyev

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

Kamola Arifdzhanova

Senior Lecturer, Tashkent Chemical-Technological Institute,
Uzbekistan, Tashkent

Umid Turdialiyev

Vice Principal of Tashkent Chemical-Technological Institute,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье приводятся результаты получения триполифосфата натрия из экстракционной фосфорной кислоты на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов.

При нейтрализации обесфторенной и обессульфаченной экстракционной фосфорной кислоты до pH 3,5-5,0 и последующим отделением жидкой фазы, получены растворы с содержанием 13,80-14,25% P_2O_5 и 0,14-0,35% CaO, 0,783-0,786% MgO, 0,0118-0,0368% Fe_2O_3 , 0,013-0,122% Al_2O_3 , 0,95-1,01% SO_3 , 0,0054-0,022% F.

Нейтрализацией очищенных растворов карбонатом натрия до pH=6,5-6,8, упариванием до влажного состояния, сушкой и прокалкой получен триполифосфат натрия. Процесс дегидратации проводили при температуре 500°C и продолжительности процесса 2 часа. При этом триполифосфат натрия на основе экстракционной фосфорной кислоты из фосфоритов Центральных Кызылкумов содержит не менее 50,62% P_2O_5 .

ABSTRACT

In the article results of obtaining sodium tripolyphosphate from extraction phosphoric acid on the basis of phosphorite of Central Kyzylkum are presented. Due to neutralization of defluorinated and desulfurized extraction phosphoric acid to pH 3.5-5.0 and subsequent separation of the liquid phase, solutions with a content of 13.80-14.25% P_2O_5 and

0.14-0.35% CaO, 0.783-0.786 % MgO, 0.0118-0.0368% Fe₂O₃, 0.013-0.122% Al₂O₃, 0.95-1.01% SO₃, 0.0054-0.022% F are obtained.

Neutralization of purified solutions with sodium carbonate to pH = 6.5-6.8, evaporation to a wet state, drying and calcination, sodium tripolyphosphate is produced. The dehydration process has been carried out at temperature of 500 °C and process time of 2 hours. In this case, sodium tripolyphosphate on the basis of extraction phosphoric acid from phosphorites of Central Kyzylykum contains at least 50.62% P₂O₅.

Ключевые слова: экстракционная фосфорная кислота, обессульфачивание, обесфторивание, карбонат натрия, фильтрация, сушка, дегидратация.

Keywords: extraction phosphoric acid, desulfonation, defluorination, sodium ash, filtration, calcination, dehydration.

Для получения солей фосфорной кислоты, необходима фосфорная кислота, которую получают из различных видов фосфатного сырья. Производство термической фосфорной кислоты является дорогостоящим и поэтому вместо нее в технологии получения чистых солей фосфорной кислоты используют более дешевую очищенную органическими экстрагентами [5]. Для условий нашей страны более предпочтительным является осадительный метод, основанный на поэтапном осаждении сульфатов, фторидов, полуторных окислов [7, 8].

Из фосфорсодержащих солей наибольшим спросом пользуется триполифосфат натрия. Наиболее важным свойством полифосфатов натрия, обуславливающее их широкое практическое применение, является способность связывать кальций и магний, умягчая тем самым воду. Полифосфаты натрия широко применяются в качестве компонента синтетических моющих и чистящих средств [1-4]. Несмотря на широкое использование и большую потребность, триполифосфат натрия в Республике Узбекистан не выпускается. В этом аспекте представляется интересным получение чистых фосфатов натрия путем

очистки ЭФК в процессе получения фосфорных солей [6].

Для исследований использовали предварительно обесфторенную и обессульфаченную ЭФК из фосфоритов Центральных Кызылкумов (ЦК), полученную в дегидратном режиме.

Однако, полученная кислота содержит соединения кальция, магния, алюминия, железа и фтора. Для очистки кислоты от этих соединений использовали карбонат натрия.

На первой стадии нейтрализации происходят следующие физико-химические превращения:

Полученные результаты приведены в таблица 1.

Таблица 1.

Влияние карбоната натрия на химический состав жидкой фазы нейтрализованной экстракционной фосфорной кислотой

pH	Na ₂ O/P ₂ O ₅	Химический состав, масс. %							
		Na ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	F
3,5	0,337	4,80	14,25	0,95	0,35	0,786	0,122	0,0368	0,0218
4,0	0,389	5,52	14,18	0,98	0,27	0,784	0,057	0,0147	0,0173
4,5	0,442	6,16	13,93	0,99	0,21	0,783	0,027	0,0121	0,0116
5,0	0,494	6,81	13,79	1,01	0,15	0,783	0,013	0,0118	0,0054

С повышением количества вводимого карбоната натрия повышается отношение Na₂O:P₂O₅ и соответственно pH среды. С повышением соотношения Na₂O:P₂O₅ с 0,337 до 0,494 pH среды повышается с 3,5 до 5,0. При этом в жидкой фазе содержится от 4,80% до 6,82% Na₂O, 14,25-13,80% P₂O₅ и примеси соединений кальция, магния. Примеси алюминия, железа, сульфатов и фтора составляют сотые доли процента, тогда как содержание оксида кальция составляет 0,15-0,35%, оксида магния 0,78-0,79%, сульфатов 0,95-1,01%. Для получения чистых растворов необходимо нейтрализацию кислоты проводить до pH 4,5-5 или соотношения Na₂O:P₂O₅=0,44-0,49.

В таблице 2 приведены результаты влияния pH среды на степень осаждения компонентов из обесфторенной и обессульфаченной ЭФК.

Из таблицы видно, что при достижении pH среды 6 степень осаждения кальция, алюминия, железа и фтора превышает 98%, тогда как степень осаждения магния не превышает 2,15%. При этом в осадок выпадает 42,39% P₂O₅ от исходного содержания в кислоте. Фосфатный шлам хорошо фильтруется. Скорость фильтрации по пульпе составляет 3862,8 кг/м²·ч.

Таблица 2.

Влияние pH на степень осаждения компонентов из обесфторенной и обессульфаченной экстракционной фосфорной кислоты

№	pH	P ₂ O ₅	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	F
1	3,5	34,55	87,41	1,73	83,23	94,34	89,02
2	4,0	37,35	90,19	1,95	92,22	97,73	91,19
3	4,5	39,27	92,34	2,11	96,33	98,14	94,20
4	5,0	40,69	94,72	2,12	98,18	98,29	97,23
5	5,5	41,66	96,53	2,13	98,39	98,43	98,00
6	6,0	42,39	98,22	2,13	98,58	98,64	98,91
7	6,5	42,76	99,50	2,14	98,79	98,85	98,95
8	6,7	43,07	99,83	2,15	99,14	99,26	99,03

В таблице 3 приведены составы триполифосфата натрия, полученные после выпарки, сушки и дегидратации нейтрализованных растворов до pH 6,5-6,8

при температуре 500°C, продолжительности процесса 2 часа.

Таблица 3.

Влияние соотношения Na₂O:P₂O₅ на химический состав триполифосфата натрия

pH	Химический состав, масс. %							
	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	F
6,5	41,93	52,08	4,40	0,0098	0,54	0,0088	0,0075	0,0021
6,6	42,64	51,60	4,38	0,0076	0,52	0,0076	0,0060	0,0019
6,7	43,37	51,11	4,35	0,0054	0,51	0,0062	0,0048	0,0017
6,8	44,08	50,62	4,32	0,0032	0,50	0,0056	0,0043	0,0015

Увеличение доли карбоната натрия приводит к снижению P₂O₅ с 52,08% при pH 6,5 до 50,62% при pH 6,8. Содержание других компонентов изменяется незначительно и составляет сотые и тысячные доли процента, за исключением магния. Содержание магния составляет 0,50-0,54%.

Таким образом, проведенные исследования показали возможность получения триполифосфата натрия из ЭФК на основе фосфоритов ЦК. Получен триполифосфат натрия, содержащий 50,62-52,08% P₂O₅, 41,93-44,08% Na₂O и пригодный для применения в производстве синтетических моющих и чистящих средств.

Список литературы:

1. Кочетков С.П., Смирнов Н.Н., Ильин А.П. Концентрирование и очистка экстракционной фосфорной кислоты: монография / ГОУВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2007. 304 с. ISBN 5-9616-0212-5.
2. Мирмусаева К.С. Технология производства ортофосфатов натрия на основе экстракционной фосфорной кислоты из фосфоритов Центральных Кызылкумов. Дисс ... канд. техн. наук. Ташкент, 2011. 169 с.
3. Патент № IAP 04968, UZ, МПК8 С 01 В 25/00. Способ получения фосфата натрия. Мирзакулов Х.Ч., Асамов Д.Д., Усманов И.И., Садыков Б.Б., Волынского Н.В., Бардин С.В., Мирмусаева К.С., Меликулова Г.Э. Опубл. 28.11.2014. – Бюл. № 11.
4. Патент № RU 2378191, RU, МПК51 С 01 В 25/41/ Способ получения триполифосфата натрия из экстракционной фосфорной кислоты. Колосс К.Ю., Малык Г.А., Муллаходжаев Т.И., Олифсон А.Л., Степанов А.Ю., Ханина Т.Г. Опубл. 10.01.2010. – Бюл. № 1.
5. Banach M., Kowalski Z., Makara A. Microstructure of sodium tripolyphosphate obtained by spray-kiln method. Poland, CHEMIK, 2011, 65, 10, -P. 1081-1084.
6. Cheremysynova A., Sknar I., Kozlov Y., Sverdlikovska O., Sigunov O. Study of thermal dehydration of sodium orthophosphate monosubstituted. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 3/6 (87) 2017, -P. 60-66. 6666
7. Kowalski Z., Kijkowska R., Gorazda K., Wzorek Z., Nowak A.K. Analysis of sodium tripolyphosphate production processes with a cumulative calculation method. Warszawska. Polish journal of chemical technology, Vol. 12, № 4, 2010. -P. 22-25.
8. Makara A, Wzorek Z. Otrzymywanie tripolifosforanu sodu (TPFS) – warunki procesu i metody produkcji. Czasopismo Techniczne, z. 1-Ch/2008, Wyd. PK, 54-63.

УКСУСНОКИСЛОТНАЯ ОЧИСТКА ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ, ПОЛУЧЕННОЙ ИЗ МЫТОГО ОБОЖЖЕННОГО ФОСФОКОНЦЕНТРАТА

Каршиев Бекзод Носирович

младший научный сотрудник, Институт общей и неорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: qarshiyevb@mail.ru

Кахаров Эркинжон Махмуджонович

младший научный сотрудник, Институт общей и неорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: igic@rambler.ru

Намазов Шафоат Саттарович

д-р техн. наук, проф., акад., заведующий лабораторией, Институт общей и неорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: igic@rambler.ru

Сейтназаров Атаназар Рейпназарович

д-р техн. наук, гл.н.с., Институт общей и неорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: igic@rambler.ru

ACETIC ACID PURIFICATION OF EXTRACTION PHOSPHORIC ACID, FROM WASHED AND BURNED PHOSPHORIC CONCENTRATE

Bekzod Karshiev

Junior scientific staff-researcher Institute of General and Inorganic Chemistry of Uzbek Academy Science
Uzbekistan, Tashkent

Erkinzhon Kaharov

Junior scientific researcher, Institute of General and Inorganic Chemistry of Uzbek Academy Science,
Uzbekistan, Tashkent

Shafokat Namazov

Head of laboratory, Institute of General and Inorganic Chemistry of Uzbek Academy Science
Uzbekistan, Tashkent

Atanazar Seytnazarov

Main scientific researcher, Institute of General and Inorganic Chemistry of Uzbek Academy Science,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены процессы, происходящие при аммонизации экстракционной фосфорной кислоты и очистки технической фосфорной кислоты. Изучен процесс очистки ЭФК, получаемой из мытого обожженного фосфоконцентрата. Найдены оптимальные условия: весовое соотношение $H_3PO_4 : CH_3COOH = 1 : 4$ и продолжительность перемешивания – 30 мин., при которых фосфорная кислота очищена от примесей в среднем 75%. Перед очисткой предлагается провести предварительное обессульфачивание ЭФК.

ABSTRACT

Considered processes, occurring at ammonization extraction phosphoric acid and refining of the technical phosphoric acid. Explored process purification extraction phosphoric acid, obtained from washed and burned phosphoric concentrate. Founded optimal conditions: weight correlation $H_3PO_4 : CH_3COOH = 1 : 4$ and mixing time - 30 min., under which phosphoric acid is refined from admixtures at the average 75 %. Before purification is offered conduct preliminary desulphurization of extraction phosphoric acid.

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

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

Кызылкумский фосфоритовый комплекс выпускает 716 тыс. тонн мытого обожженного фосфоконцентрата (26% P_2O_5 , CaO: $P_2O_5 = 2,0-2,2$), перерабатывая фосфоритную руду Центральных Кызылкумов с содержанием 16-18% P_2O_5 (CaO: $P_2O_5 = 2,8-2,9$). В настоящее время АО «Аммофос-Махат» в промышленном масштабе освоило производство экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК) из мытого обожженного фосфоконцентрата и сложных концентрированных фосфорсодержащих удобрений на её основе. ЭФК, получаемый дигидратным способом, содержит (вес. %) 18,69 P_2O_5 ; 0,29 CaO; 0,64 MgO; 0,73 Al_2O_3 ; 0,46 Fe_2O_3 ; 2,72 SO_3 ; 1,02 F; 0,093 Cl. Гранулированный аммофос, получаемый путём аммонизации до pH = 5,5, содержит 10% N и 46% P_2O_5 . Низкое содержание фосфорного компонента в аммофосе связано присутствием в составе различных нежелательных примесей. Следует отметить, что в Технических условиях на ЭФК [7] регламентированы только нижний предел концентрации P_2O_5 , содержание сульфатной серы и твердого осадка. Кроме сульфатной серы, в кислоте содержатся растворенные ионы железа, алюминия, кальция, магния и фтора. Твердый осадок может содержать сульфаты кальция, выпадающие при охлаждении кислоты, фосфаты железа и алюминия $(Fe, Al)_3(H_3O)H_8(PO_4)_6 \cdot 6H_2O$, кремнефториды Na_2SiF_6 , K_2SiF_6 , $NKSiF_6$, чухровит $CaSO_4 \cdot AlSiF_3 \cdot 10H_2O$, ральстонит (Ca, Mg) $NaAlF_6 \cdot 2H_2O$ [6]. Уместно привести результаты твердых фаз, образующихся при аммонизации ЭФК на примере рядовой фосмуки Каратау [2; 6]. Так вот, при аммонизации ЭФК до pH примерно 2,5 образуются соединения, хорошо растворимые в воде $NH_4H_2PO_4$, $NH_4HSO_4 \cdot NH_4H_2PO_4$, $(NH_4)_2SiF_6$ и цитратнорастворимые комплексные фосфаты железа и алюминия $(Fe, Al)_3NH_4H_8(PO_4)_6 \cdot 6H_2O$, $(Fe, Al)NH_4HPO_4F_2$ и $Mg(Fe, Al)NH_4(HPO_4)_2F_2$. Первая комплексная хорошо кристаллизуется, легко фильтруется и отделяется. Вторая аморфно, образует коллоидные неотстаивающиеся и плохо фильтрующиеся осадки. Наименее растворимое соединение $Mg(Fe, Al)NH_4(HPO_4)_2F_2$ образуется в магнийсодержащих кислотах, которое также хорошо кристаллизуется. При аммонизации до pH около 2,5 выделяются в осадок почти все ионы железа, часть алюминия, магния, фтора. В интервале pH 2,5-5,5 образуются соединения, содержащиеся в аммофосе: $NH_4H_2PO_4$; $(NH_4)_2SO_4$; $MgHPO_4$; $Mg(Fe, Al)(NH_4)_2(HPO_4)_2F_3$; $Mg_3(NH_4)_2(HPO_4)_4 \cdot 8H_2O$; $MgNH_4PO_4 \cdot H_2O$; $MgNH_4HFPO_4$; $(Fe, Al)NH_4(HPO_4)_2 \cdot 0,5H_2O$; $(Fe, Al)NH_4HPO_4F_2$; SiO_2 ; $CaHPO_4$; $Ca_5(PO_4)_3OH$. Отделяемые осадки могут использоваться как самостоятельное азотнофосфорное удобрение, так и перерабатываться в другие виды удобрений. Присутствие в ЭФК ионы SO_4 при аммонизации образуют хорошо растворимый сульфат аммония. Поэтому недостатком способа осаждения примесей

при нейтрализации ЭФК аммиаком требует предварительного процесса обессульфачивания.

Необходим поиск других методов очистки ЭФК. Другие методы очистки фосфорнокислых растворов: метод упарки, очистка органическими растворителями, ионный обмен, сорбционная очистка с применением адсорбентов перекристаллизация [3].

Однако метод упарки с отдувкой летучих компонентов связано с высокими энергозатратами и сложностью аппаратного оформления, а также необходимость сорбентов. Ионный метод не находит широкого применения из-за высокого содержания примесей в исходной кислоте, низкой производительности и отсутствия эффективных методов регенерации ионитов. Применение эффективных угольных сорбентов: уголь марки БАУ, сульфуголь марки КУ-11 и БАУ, модифицированный фосфорной кислотой либо гидрооксидом натрия требуют их восстановления, например, термическим способом. В этой связи наиболее перспективным является применение методов жидкостной экстракции с применением органических растворителей.

Цель настоящей работы – уксуснокислотная очистка ЭФК из мытого обожженного фосфоконцентрата фосфоритов Центральных Кызылкумов. АО «Навоиузот» выпускает порядка 8 тыс. тонн ледяной уксусной кислоты в год, хотя мощность её производства составляет 25 тыс. тонн в год. Следует отметить, что после очистки ЭФК органическая кислота регенерируется методом отгонки и возвращается в голову процесса.

В литературе имеются данные по очистке технических растворов фосфорной кислоты с помощью уксусной кислоты. Так, в патенте Хиксона [5] 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 [1] изучен процесс очистки ЭФК при 25°C из рядовой фосмуки 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 ЭФК из фосфоритов Центральных Кызылкумов.

В качестве исходных компонентов служили ЭФК состава (вес. %): 18,40 P_2O_5 ; 0,21 CaO; 0,30 MgO; 0,41 Fe_2O_3 ; 0,51 Al_2O_3 ; 2,05 SO_3 и 99 %-ная ледяная уксусная кислота. Ледяная уксусная кислота (CH_3COOH) марки «хч» имеет концентрацию 99,5%.

Она представляет собой бесцветную жидкость с резким характерным запахом с температурой кипения +118°C и плотностью 1,0492 г/см³. Для выделения примесей из технической фосфорной кислоты навеску 25 г раствора ЭФК смешивали уксусной кислотой ацетоном при температуре +25°C в течение 30 мин. Варьировались два параметра: весовое соотношение $H_3PO_4 : CH_3COOH$ (1 : 1, 1 : 2, 1 : 3, 1 : 4, 1 : 5) и продолжительность перемешивания (5, 10, 20, 30, 60, 120 минут). При этом образовались желеподобные осадки. После окончания процесса перемешивания смесь кислот фильтровывались на воронке Бюхнера с использованием колбы Бунзена, при разрежении 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, Fe_2O_3 , Al_2O_3 и SO_3 . Анализ выделенных осадков проводили по методикам [4]. Коэффициент осаждения того или иного компонента рассчитывали по их содержанию в осадке по отношению к содержанию в кислоте в процентах.

В табл. 1 приведены результаты очистки ЭФК в зависимости от весового соотношения $H_3PO_4 : CH_3COOH$. Из этой таблицы видно, что во всех случаях происходит осаждение примесных компонентов. Чем больше вводится уксусной кислоты в состав ЭФК, тем выше коэффициент удаления примесных компонентов в осадок. Так, с увеличением массовой доли уксусной кислоты по отношению ЭФК от 1 : 1 до 1 : 5 степень осаждения примесных компонентов: CaO повышается от 31,20 до 73,95%, MgO от 29,68 до 75,52%, Fe_2O_3 от 40,77 до 76,33%, Al_2O_3 от 49,25 до 79,50%, SO_3 от 13,75 до 23,62%. Дальнейшее увеличение количества уксусной кислоты мало влияет на коэффициент осаждения компонентов. При этом степень перехода P_2O_5 в осадок в зависимости от соотношения $H_3PO_4 : CH_3COOH$ увеличивается от 7,69 до 9,41%. Оптимальным соотношением $H_3PO_4 : CH_3COOH$ следует принимать 1 : 4, при котором с осадком удаляется 71,52% CaO, 69,89% MgO, 77,69% Fe_2O_3 , 79,06% Al_2O_3 , 21,54% SO_3 . Меньшее соотношение $H_3PO_4 : CH_3COOH$ не обеспечивает достаточную очистку ЭФК, а большее неэкономично.

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 ($t = 25^\circ C$, $\tau = 30$ 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	37,95	1,56	2,12	3,98	5,98	6,71	8,66	31,20	29,68	40,77	49,25	13,75
1 : 2	37,32	2,07	2,55	4,02	6,12	6,89	9,41	45,74	39,44	45,49	55,68	15,59
1 : 3	30,88	2,22	2,82	4,85	6,91	7,18	9,26	58,35	51,89	65,30	74,79	19,33
1 : 4	30,48	2,98	4,16	6,32	8,00	8,76	8,35	71,52	69,89	77,69	79,06	21,54
1 : 5	29,96	3,29	4,8	6,63	8,59	10,26	7,69	73,95	75,52	76,33	79,50	23,62

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 ($H_3PO_4 : CH_3COOH = 1 : 4$, $t = 25^\circ C$)

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	27,86	2,01	3,87	5,82	7,81	9,56	6,12	38,67	52,12	57,35	61,87	18,84
10	28,56	2,48	3,82	6,15	8,27	8,54	7,39	56,21	60,61	71,40	77,19	19,83
20	30,75	2,89	4,17	6,23	8,29	8,65	8,09	66,61	67,28	73,54	78,67	20,42
30	30,48	2,98	4,16	6,32	8,00	8,76	8,35	71,52	69,89	77,69	79,06	21,54
60	30,85	3,06	4,72	6,58	8,32	9,18	8,11	70,53	76,15	77,68	78,96	21,67
120	29,65	3,05	4,65	6,79	8,45	9,35	7,67	69,13	73,78	78,83	78,87	21,71

При увеличении продолжительности перемешивания фосфорной кислоты с уксусной кислотой от 5 до 60 мин. коэффициенты удаления компонентов в осадок повышается, но с увеличением времени до 120 мин. эти показатели несколько снижаются (табл. 2). Поэтому оптимальным временем перемешивания ЭФК с уксусной кислотой является 30 минут. При этом фосфорная кислота очищается от основных примесей (CaO, MgO, Fe_2O_3 , Al_2O_3) в среднем 75%. А высушенный осадок представляет собой продукт с

содержанием 30,48% P_2O_5 , 2,98% CaO, 4,16% MgO, 8,0% Al_2O_3 , 6,32% Fe_2O_3 и 8,76% SO_3 и может использоваться в качестве 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 и далее перерабатывается в фосфаты амония. Следует отметить, что независимо от соотношения $H_3PO_4 :$

CH_3COOH и времени перемешивания сульфатные ионы ЭФК очищаются очень плохо (всего до 13,75-23,62%). Поэтому необходимо проведение предварительного удаления сульфатов с применением кальциевых и других реагентов.

Таким образом, с применением метода экстракции технической фосфорной кислоты, полученной из

мытого обожженного фосфоконцентрата фосфоритов Центральных Кызылкумов уксусной кислотой можно получить очищенную фосфорную кислоту вполне приемлемую для производства водорастворимых фосфатов аммония для капельного орошения в сельском хозяйстве.

Список литературы:

1. 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.
2. Кононов А.В., Трутнева Н.В., Ленёва З.Л., Евдокимова Л.М. Количество и состав твердой фазы, образующейся при аммонизации экстракционной фосфорной кислоты из рядовых руд бассейна Каратау в интервале изменения pH 1,3-2,5 // Химическая промышленность. -1983. - №7. – С. 417-419.
3. Кочетков С.П., Смирнов Н.Н., Ильин А.П. Концентрирование и очистка экстракционной фосфорной кислоты. / ГОУВПО Ивановский гос.хим.-техн.ун-т. – Иваново, 2007. – 304с.
4. 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.
5. Патент США №2202526,1940.
6. Портнова Н.Л., Кленицкий А.И., Кононов А.В. Реакции, протекающие при аммонизации экстракционной фосфорной кислоты // НИУИФ, Москва, 1979г, 9 стр. Деп. В ОНИИТЭХИМ, г.Черкассы, № 3275/79.
7. ТУ 6-08-342-76. Кислота фосфорная экстракционная.

ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ХЛОРИРОВАННОГО ПОЛИАЦЕТИЛЕНА**Сафаров Тойир Турсунович***проректор Ташкентского химико-технологического института
Республика Узбекистан, г. Ташкент***Мирзакулов Холтура Чориевич***профессор Ташкентского химико-технологического института
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: khchmirzakulov@mail.ru***Бекназаров Хасан Сойибназарович***ведущий научный сотрудник Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии
Республика Узбекистан, Ташкентская область, Ташкентский район, п/о Ибрат
E-mail: hasan74@mail.ru***Рахимов Фарход Хушбакович***начальник отдела Министерства инновационного развития
Республика Узбекистан, г. Ташкент***Хабибуллаев Рашид Азаматович***канд. техн. наук Ташкентского химико-технологического института
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: khchmirzakulov@mail.ru***PAINTED MATERIALS BASED ON CHLORINATED POLYACETHYLENE****Toir Safarov***Vice-Rector of Tashkent Chemical-Technological Institute
The Republic of Uzbekistan, the city of Tashkent***Kholtura Mirzakulov***Professor of Tashkent Chemical Technology Institute
The Republic of Uzbekistan, Tashkent***Hasan Beknazarov***Leading Researcher of Tashkent Research Institute of Chemical Technology
Republic of Uzbekistan, Tashkent region., Tashkent district, post office Ibrat***Farhod Rakhimov***Head of the Department of the Ministry of Innovative Development
The Republic of Uzbekistan, Tashkent***Rashid Khabibullaev***Cand. tech. of the Tashkent Institute of Chemistry and Technology
The Republic of Uzbekistan, Tashkent***АННОТАЦИЯ**

Приведены результаты исследований по получению лакокрасочных покрытий на основе хлорированного полиацетилена. В качестве растворителя использован растворитель Р-4 из смеси бутилацетата, ацетона и толуола. Установлено, что добавление в композицию пластификатора – дибутилфталата не приводит к расслоению, помутнению и другим нежелательным процессам. Оптимальным содержанием пластификатора в лаке является 1–6%. Выявлено, что лакокрасочные материалы на основе хлорированного полиацетилена устойчивы к воздействию различных агрессивных сред и могут быть использованы в качестве антикоррозионных покрытий.

ABSTRACT

The results of studies on the production of paint coatings based on chlorinated polyacetylene are presented. The solvent used was a solvent P-4 from a mixture of butyl acetate, acetone and toluene. It has been established that the addition of a plasticizer, dibutyl phthalate, to the composition does not lead to delamination, turbidity and other undesirable processes. The optimum content of plasticizer in lacquer is 1-6%. It has been found out that paint materials based on chlorinated polyacetylene are resistant to various aggressive media and can be used as anticorrosion coatings.

Ключевые слова: лакокрасочные материалы, хлорированный полиацетилен, полихлорвиниловая смола, пластификатор, антикоррозионные покрытия.

Keywords: paint and varnish materials, chlorinated polyacetylene, polyvinylchloride resin, plasticizer, anticorrosion coatings.

Введение. В первую очередь, галогенированные лакокрасочные материалы должны защищать субстрат, увеличивая его долговечность, поэтому подобное покрытие должно хорошо соединяться с основанием, сохранять свою целостность и быть одновременно устойчивым к просачиванию воды и достаточно паропроницаемым. Кроме того, покрытие должно сохранять первоначальные эстетические характеристики материала: обеспечивать устойчивость к прилипанию грязи, изменению блеска или цвета, а также к распространению водорослей и грибов [2].

Несмотря на то, что выбор каждого компонента рецептуры очень критичен и может сильно повлиять на конечные характеристики покрытия, многие важные параметры зависят от типа пленкообразующего. В данной статье мы проанализируем, как пленкообразующее влияет на покрытие, и рассмотрим преимущества, возникающие при нанесении дополнительного защитного прозрачного слоя на материалы [4, 7, 8].

Экспериментальная часть. Лакокрасочная композиция была изготовлена по рецептуре и последовательности, прописанным в технических условиях для получения лака на основе перхлорвиниловой смолы ХВ-139.

Получение лака на основе хлорированного полиацетилена проводилось следующим образом: в трехгорлую колбу помещали смесь растворителей, состоящий из бутилацетата, ацетона, толуола (Р-4), включали механическую мешалку, при постоянном перемешивании добавляли хлорированного полиацетилена до полного растворения при температуре около 60°C в течение 2 часов.

Для получения пигментированной эмали на основе хлорированного полиацетилена использовали лабораторную бисерную мельницу объемом 100 мл.

Перетирание производилось в течение 1 часа, далее готовую массу отфильтровали [5, 1, 6, 3].

Результаты и их обсуждение. Композиции лакокрасочных материалов на основе пленкообразующих полимеров хлорированных полиацетиленов получали растворением последних в среде органических растворителей при температуре 60–70°C. Для получения лака в качестве растворителя, как правило, применяется растворитель Р-4, состоящий из смеси бутилацетата, ацетона и толуола со связывающим хлорсодержащим полимером.

Данная композиция была изготовлена по рецептуре и последовательности, прописанным в технических условиях для получения лака на основе перхлорвиниловой смолы ХВ-139. Были испытаны основные физико-химические показатели полученных лаков, а также зависимость их свойств от различных факторов при изготовлении, процессов сушки, вида и обработки поверхности подложек и др.

Смесь компонентов растворяется в емкости, снабженной мешалкой, при температуре около 50°C в течение 2 часов до получения однородной массы.

Приведенные исследования направлены на изучение физико-химических свойств полученных лаков: цвета и вязкости композиции, твердости, точности при ударе и продолжительности высыхания образованных с использованием пластификатора пленок.

При этом было уделено внимание совместимости использованного пластификатора с полученным лаком. Добавление дибутилфталата в композицию не приводит к расслоению, помутнению или другим нежелательным процессам. В табл. 1 и 2 приведены рецепты и соответствующие основные физико-химические показатели полученных лаков и пленок на их основе, а также их зависимость от количества введенного пластификатора.

Таблица 1.

Рецептура для получения лака на основе хлорполиацетилена

Компоненты	Стандарт рецепт.	СОДЕРЖАНИЕ компонентов (вес,%)			
		3	4	5	6
1. Сухая перхлор-виниловая смола	16,4	-	-	-	-
2. Смола N 135	4,7	-	-	-	-
3. Хлорированный полиацетилен	-	21,1	21,1	21,1	21,1
4. Толуол	45,6	47,6	45,6	45,6	44,6
5. Ацетон	17,8	19,8	19,8	17,8	16,8

6. Совол	11,4	11,5	11,5	11,5	11,5
7. Бутилацетат	4,1	-	-	-	-
8. Дибутилфталат	-	-	2,0	4,0	6,0
ИТОГО	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Исходя из литературы и полученных предварительных данных, наиболее оптимальным и целесообразным содержанием пластификатора в лаке является его использование в интервале от 1 до 6%.

Таблица 2.

Физико-химические показатели лака на основе хлорированного полиацетилена

№	Наименование показателей	Требования по ГОСТу	Содержание пластификатора (вес, %)			
			-	2,0	4,0	6,0
1.	Цвет по йодометрической шкале, мг	30	50	50	60	70
2.	Вязкость по вискозиметру ВЗ-4 при 20°C, сек.	25-75	28,0	28,0	28,8	29,4
3.	Продолжительность высыхания пленки при 18-20°C, час, не более	4	1	1,5	2	2,5
4.	Массовая доля нелетучих веществ, %	16-21	15,3	15,3	17,6	18,6
5.	Твердость покрытия по маятниковому прибору, усл. ед., не менее	0,6	0,8	0,8	0,64	0,58
6.	Прочность пленки при ударе по прибору У-1, см, не менее	30	10	10	35	40
7.	Эластичность пленки при изгибе, мм, не более	5	20	15	5	3
8.	Адгезия покрытия, баллы, не менее	2	2	2	1	1

Как известно, наряду с другими основными показателями по физико-химическим свойствам, наиболее важным определяющим фактором является твердость образованных покрытий от различных факторов при практическом использовании полученных лакокрасочных материалов. В связи с этим, при помощи маятникового прибора была определена зависимость твердости покрытий от содержания пластификатора (рис. 1), времени (рис. 2) и температуры высыхания (рис. 3), а также зависимость продолжительности отверждения до получения необходимой твердости от температуры (рис. 4).

Все приведенные результаты испытания лака и полученных на их основе пленок показывают высокие эксплуатационные свойства при их практическом использовании. Как показали проведенные исследования, наиболее оптимальным составом является рецептура с использованием пластификатора в количестве 4,0% от основной массы. При этом полученные пленки обладают оптимальной эластичностью, необходимой для данного класса покрытий.

Рисунок 1. Зависимость твердости пленки от концентрации введенного пластификатора в композиции

Рисунок 2. Зависимость твердости пленки от времени высыхания при температуре 25°C

Рисунок 3. Зависимость твердости пленки от температуры высыхания за 30 мин.

Рисунок 4. Зависимость продолжительности отверждения покрытий от температуры до степени адгезии

Для получения пигментированной эмали использовали лабораторную бисерную мельницу объемом 100 мл, где перетирание производили в течение 1 часа до достижения удовлетворительного результата

по перетиранию пигмента и вязкости готовой эмали. Рецептура красок изготовлялась по составу, в частности, для голубой эмали (табл. 3).

Таблица 3.

Рецептура для получения эмали на основе хлорированного полиацетилена

№	Наименование компонентов	Вес. масс. час., г.
1.	Хлорполиацетиленовый лак	88,03
2.	Двуокись титана	11,37
3.	Пигмент голубой фталоцианиновый	0,6
ИТОГО		100,0

Как известно, присутствие наполнителей и пигментов в составах эмалей, в отличие от лака, приводит к повышению ряда эксплуатационных показателей покрытий на их основе. Полученные лакокрасочные материалы на практике из-за большой химостойкости используются в специальных целях – в областях с повышенной агрессивностью, например, для окраски оборудования химической промышленности

и горно-металлургических производств, где широко используются материалы класса ХВ. В связи с этим, все испытания проводились в условиях, позволяющих их сравнить с типичным представителем этого класса красок – эмалью ХВ-16 (ТУ 6-10-1301-72).

Исследование основных показателей дало положительные результаты, соответствующие ГОСТу (табл. 4).

Таблица 4.

Физико-химические свойства пигментированных эмалей на основе хлорированного полиацетилена

№	Наименование показателя	Эмаль ХВ-16 ТУ 6-10-1301-72	Эмаль на основе хлорполиацетилена
1	2	3	4
1.	Цвет пленки эмали	серо-голубой	соответствует
2.	Внешний вид пленки	После высыхания пленка эмали должна быть гладкой	соответствует
3.	Вязкость по вискозиметру ВЗ-4 при 20°C, сек.	16-40	29,0
4.	Продолжительность высыхания пленки, мин., не более при 18–20°C при 60°C	90 -	60 15
5.	Массовая доля нелетучих веществ, %	22-28	23,4

6.	Твердость покрытия по маятниковому прибору, усл. ед., не менее	0,6	0,62
7.	Прочность пленки при ударе по прибору У-1, см, не менее	30	40
8.	Эластичность пленки при изгибе, мм, не более	3	1
9.	Адгезия покрытия, баллы, не менее	2	2

Согласно требованиям данного стандарта, особое внимание было уделено реакции испытуемых покрытий к действию агрессивных сред: воды, минеральных масел, нефтепродуктов, кислот и щелочей.

Результаты внешнего осмотра после испытаний соответствуют предъявляемым требованиям (табл. 5), где допускается только незначительное изменение при взаимодействии покрытий с раствором щелочи.

Таблица 5.

Влияние агрессивных сред на внешний вид полученных покрытий

№	Стойкость покрытия	Время, час, не менее	Результаты осмотра после испытания		
			пузыри	изменение цвета	отслаивание
	1	2	3	4	5
1.	Вода при 60°C	2	выдерж.	нет	нет
2.	Минеральные масла при 60°C,	5	выдерж.	нет	нет
3.	Бензин при 25°C	8	выдерж.	нет	нет
4.	Щелочь 5%-ная при 20°C	1	выдерж.	легкое пожелтение	нет
5.	Кислота соляная 5%-ная при 20°C	1	выдерж.	нет	нет

Все методики испытаний и условия их проведения приведены в экспериментальной части работы.

Выводы. Таким образом, на основании полученных результатов по испытанию основных физико-химических показателей полученных лаков и эмалей следует заключить о том, что пластифицированные лакокрасочные материалы на основе хлорированного полиацетилена соответствуют требованиям, предъявляемым к химостойким покрытиям.

Из приведенных данных установлено, что разработанные покрытия обладают высокой стойкостью к действию различных агрессивных сред и могут быть использованы в качестве антикоррозионных покрытий для оборудования, используемых в химической, горно-металлургической и других отраслях промышленности.

Список литературы:

1. Benedict A. Jose S., Akagi K. Liquid crystalline polyacetylene derivatives with advanced electrical and optical properties // J. Polymer Chemistry, 2013, Is. 20, Pp. 5131–5370.
2. Kenji Watari Hiroaki Kouza. Synthesis and Properties of Substituted Polyacetylenes Containing a Photosensitive Moiety in the Side Group // Polymer Journal, 2006, Vol. 38, No. 3, Pp. 298–301.
3. Matnishyan A.A., Grigoryan L.C. Syntetic features of structure formation of polyacetylene //J. Mol. Electron, 1989, Vol. 5, No. 1, Pp. 57–62.
4. Min-Hua Chen, Tse-Chuan Chou. Synthesis of polyacetylene chloride conducting polymer by using an electropolymerization // J. Synthetic Metals, 1999, Is. 100, 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., 2014, Vol. 39, No. 1, Pp. 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, 2008, Vol. 19, No. 11, Pp. 1672–1683.
8. Сафаров Т.Т. Разработка технологии лакокрасочных материалов из ацетиленсодержащих отходов: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Ташкент, 1999. – 21 с.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научный журнал

**UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№ 9(54)
Сентябрь 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 25.09.18. Формат бумаги 60х84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 5,25. Тираж 550 экз.

Издательство «МЦНО»
125009, Москва, Георгиевский пер. 1, стр.1, оф. 5
E-mail: mail@7universum.com
www.7universum.com

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