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(66)

Сентябрь 2019

Москва
2019

УДК 62/64+66/69

ББК 3

U55

Главный редактор:

Ахметов Сайранбек Махсутович, д-р техн. наук;

Заместитель главного редактора:

Ахмеднабиев Расул Магомедович, канд. техн. наук;

Члены редакционной коллегии:

Демин Анатолий Владимирович, д-р техн. наук;

Елисеев Дмитрий Викторович, канд. техн. наук;

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

Ким Алексей Юрьевич, д-р техн. наук;

Козьминых Владислав Олегович, д-р хим. наук;

Манасян Сергей Керопович, д-р техн. наук;

Мартышкин Алексей Иванович, канд. техн. наук;

Романова Алла Александровна, канд. техн. наук;

Серегин Андрей Алексеевич, канд. техн. наук;

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

U55 Universum: технические науки: научный журнал. – № 9(66). М., Изд. «МЦНО», 2019. – 88 с. – Электрон. версия печ. публ. – <http://7universum.com/ru/tech/archive/category/966>

ISSN (печ.версии): 2500-1272

ISSN (эл.версии): 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2019.66.9

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2019 г.

Содержание

Информатика, вычислительная техника и управление	5
МЕТОДЫ СИНТЕЗА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ УПРАВЛЯЮЩИХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ	5
Мусаев Мухаммаджон Усарович Иркабаев Джуманали Усманович Джаббаров Одил Джураевич	
О НЕПОДВИЖНЫХ ТОЧКАХ ОПЕРАТОРОВ ВОЛЬТЕРОВСКОГО ТИПА С ПЕРИОДИЧЕСКИМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ	9
Исмоилов Хамроали Саттаров Акмал Ибрагимов Санжарбек Салижанович	
Машиностроение и машиноведение	14
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ПОДВЕСКИ И УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ПЛАВНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ	14
Нгуен Хак Минь Нгуен Хак Туан	
Металлургия и материаловедение	20
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЫШЕНИЯ СТЕПЕНИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ И ЧИСТОТЫ АФФИНИРОВАННОГО ПАЛЛАДИЕВОГО ПОРОШКА ИЗ СБРОСНЫХ РАСТВОРОВ	20
Хасанов Абдурашид Солиевич Вохидов Бахриддин Рахмидинович Хамидов Рустам Абдугафурович Сирожов Талант Толипович Мамараимов Гайрат Фарход угли Хужамов Умиджон Умаркулович	
Строительство и архитектура	31
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ ДРЕВЕСНО-ПЛАСТИКОВЫХ ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ОТ СОДЕРЖАНИЯ ПОЛИМЕРНОГО СВЯЗУЮЩЕГО ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ПЛОТНОСТИ	31
Бойдадаев Муротбек Бойдада угли Холмуродова Дилафруз Куватовна	
Технология продовольственных продуктов	36
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СУБЛИМАЦИОННОЙ СУШКИ	36
Арипов Миролим Миразим угли Кадиров Улугбек Равшанович Маматов Шерзод Машрабжанович Турабджанов Садриддин Мухаммадинович	
РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ДИЕТИЧЕСКОГО МАЙОНЕЗА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ	39
Гаипова Шахноза Саидазим кизи Салиджанова Шахнозахон Дилмурадовна Рузибаев Акбарали Турсунбаевич	
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ МОРКИ И СУШКИ КОКОНОВ ТУТОВОГО ШЕЛКОПРЯДА	45
Сафаров Жасур Эсиргапович Султанова Шахноза Абдувахитовна Эргашева Зулфия Кахрамановна Самандаров Достон Ишмухаммат угли	
СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ ЗЕРНА И ЗЕРНОПРОДУКТОВ	48
Мукимов Зиёвиддин Турсунов Сотволди Турсунович	

Химическая технология	52
АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТРУБЧАТОГО ТЕПЛООБМЕННИКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ И РАСХОДА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ Худайбердиев Абсалом Абдурасулович Исмаилов Ойбек Юлибоевич	52
РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ И СВОЙСТВ СТРУКТУР В ДИСПЕРСИЯХ ПОЛУВОДНОГО ГИПСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИМЕРНЫХ РЕАГЕНТОВ Абылова Амина Жанабаевна	56
СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНО-КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОКСАЛАТОМ МАГНИЯ Кенжаев Даврон Ражабович Джалилов Абдулахат Турапович Тураев Хайит Худойназарович Бекназаров Хасан Сойибназарович Тиллаев Холмамат Рахмонович	59
ПРОДУКТЫ РАЗЛОЖЕНИЯ И ВЫСОЛООБРАЗОВАНИЯ В КЛАДКАХ АРХИТЕКТУРНЫХ ПАМЯТНИКОВ ДРЕВНЕЙ ХИВЫ Бабаев Забибулла Камилович Машарипова Шарофат Мухаммадовна Джабберганов Джахангир Сабирбаевич	63
РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИЙ ЖЕСТКИХ ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВ НА ОСНОВЕ ОЛИГОЭТИЛЕНАДИПИНАТФУРАНОЛОВ Низамов Тулкун Абдусаматович Алимухамедов Музафар Ганиевич Магруппов Фархад Асадуллаевич	67
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ НИТРАТА КАЛИЯ Нормаматов Фарход Хайдарали угли Эркаев Актам Улашевич Дадаходжаев Абдулла Турсунович Тоиров Зокир Каландарович Кучаров Бахром Хайриевич	71
ТЯЖЕЛЫЕ НЕФТИ УЗБЕКИСТАНА И ИХ УСТОЙЧИВЫЕ ВОДОНЕФТЯНЫЕ ЭМУЛЬСИИ Очилов Абдурахим Абдурасулович Абдурахимов Саидакбар Абдурахманович Адизов Бобиржон Замирович	77
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ШОРТЕНИНГ ЖИРОВ НА ОСНОВЕ ХЛОПКОВОГО МАСЛА Сабирова Наргиза Нусратовна Мажидов Кахрамон Халимович Абдурахимов Саидакбар Абдурахмонович	81
Энергетика	85
УСТАНОВКА КОМПЕНСИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ ВБЛИЗИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И АВТОМАТИЧЕСКАЯ РЕГУЛИРОВКА СЕТЕВОГО НАПРЯЖЕНИЯ Махсудов Мохирбек Толибжонович	85

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ**МЕТОДЫ СИНТЕЗА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ УПРАВЛЯЮЩИХ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ****Мусаев Мухаммаджон Усарович**

канд. техн. наук, доцент Алмалыкского филиала Ташкентского государственного технического университета
им. Ислама Каримова,
Узбекистан, г. Алмалык
E-mail: asadbek50@mail.ru

Иркабаев Джуманали Усманович

ст. преп. Алмалыкского филиала Ташкентского государственного технического университета
им. Ислама Каримова,
Узбекистан, г. Алмалык

Джаббаров Одил Джураевич

ст. преп. Алмалыкского филиала Ташкентского государственного технического университета
им. Ислама Каримова,
Узбекистан, г. Алмалык

**METHODS FOR THE SYNTHESIS OF FUNCTIONAL MODULES THAT CONTROL
COMPUTING SYSTEMS****Mukhammadjon Musayev**

Candidate of technical Sciences, associate professor Almalyk branch of Tashkent state technical University
named after Islam Karimov,
Uzbekistan, Almalyk

Jumanali Irkabaayev

Senior lecturer Almalyk branch of Tashkent state technical University named after Islam Karimov,
Uzbekistan, Almalyk

Odil Jabbarov

Senior lecturer Almalyk branch of Tashkent state technical University named after Islam Karimov,
Uzbekistan, Almalyk

АННОТАЦИЯ

Задача синтеза макроструктуры специализированных вычислительных систем (ВС) заключается в разработке формальной процедуры установления соответствия между автоматами (функциональными модулями), поиска области допустимых структур ВС и выбора из нее оптимальной структуры схемы с постоянными связями, а также, разработки метода композиции функциональных модулей (ФМ). В работе показана раскраска ФМ, а также рассмотрена раскраска модулей с помощью классов толерантности. На построенной области допустимых структур ВС найден вариант, который позволяет решить задачи с минимальными затратами времени и оборудования. Получив структуры вычислительных систем, развернутую в пространстве, и уточнив состав ФМ с точки зрения минимизации времени можно приступить к композиции ФМ, ведущий к синтезу структуры ВС с многократным использованием модулей.

ABSTRACT

The task of the synthesis of the macrostructure of specialized computing systems is to develop a formal procedure for establishing a correspondence between automata (functional modules), search for the area of permissible structures of computing systems and select from it the optimal structure of the scheme with constant connections, as well as the development of the method of composition of functional modules. The paper shows the coloring of the functional modules, and also considered the coloring of the modules using the classes of tolerance. On the constructed area of permissible structures of the aircraft found an option that allows you to solve the problem with minimal time and equipment. Having

received the structure of computer systems deployed in space, and specifying the composition of the functional modules in terms of minimizing the time you can proceed to the composition of the functional modules, leading to the synthesis of the structure of computer systems with multiple modules.

Ключевые слова: синтез макроструктуры, раскраска функциональных модулей, композиция функциональных модулей, отношения порядка, кортеж, понятие упорядоченности.

Keywords: synthesis of macrostructure, coloring of functional modules, composition of functional modules, order relations, tuple, the concept of orderliness.

Постановка задачи. В работе задача синтеза ФМ управляющих вычислительных систем (УВС) рассматривается как акт установления отношения порядка на множестве элементов ФМ, ведущей к синтезу ВС и заданию упорядоченности, порожденных порядком на блоках алгоритмов и раскрывающих конкретный вид упорядоченности между элементами структуры ВС. Структура отражает устойчивую упорядоченность. Понятие упорядоченности в системно-структурных исследованиях выступает как определенный вид этой композиции, которая в знаковой математической форме описывается с помощью формул, уравнений, таблиц, графиков и других средств. С учетом изложенного в работе [1] понимания ФМ ВС и отношения порядка на них дадим определение понятия структуры ВС, ориентированной на классы применения.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 1. Структура ВС, настроенная на структуру алгоритмов решаемых задач, есть вид композиции (упорядоченности) множества ФМ, который устойчив (инвариантен) относительно заданного класса решаемых задач.

Для установления отношения порядка на множестве элементов ВС, при котором наиболее полно учитывается характер взаимосвязи операторов и блоков, составляющих алгоритмы решаемых задач, предлагается один из возможных подходов к композиции, названный методом проекционного отображения. Он основан на установлении соответствия между компонентами схемы алгоритма и ФМ с последующим отображением блок-схем алгоритмов на набор ФМ, что позволяет построить структурный граф требуемой ВС.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 2. Проекция набора M модулей на блок-схему G алгоритма есть выбор одного (или более) элемента M_σ некоторого множества M и перевод его в элемент подмножества $\{G_j\}$ данного множества G . При этом обычно элементы множества M представляют собой кортеж, полученный в результате декартова произведения множества $\{M_i\}$, элементом подмножества является элемент из множества M_i или из произведения части этих множеств, но не из всего M .

Считаем, что проекция задана, если установлены правила перевода элементов из M в элементы $\{M_i\}$. Задача синтеза макроструктуры, специализированной ВС заключается в разработке этих правил. Ее решение распадается на несколько взаимосвязанных задач. В статье рассмотрена задача, названная методом проекционного отображения. Остальные задачи показаны в работе автора [1].

Решение задачи. РАСКРАСКА БЛОКОВ АЛГОРИТМА. Пусть задана модель алгоритма, состоящего из n блоков $G_j, j \in \{1, \dots, n\}$, на схемах каждого из которых определена базисная система маршрутов $W_j, j \in I$, пусть также на множестве блоков $\{G_j\}$ определены классы толерантности $KT_k, k = 1, \dots, s$ по правилам, изложенным в [2], упорядочены все блоки $\{G_j\}, \{G_j\} \in G$ по классам толерантности. В результате упорядочения получим ряд из S подсистем блоков, образующих некоторые K – классы толерантности, $k = 1, \dots, s$. Эти подсистемы блоков зададим с помощью матрицы инцидентности

$$Y = \|y_{kj}\|_{k,j=1}^{s,n} = 1 \quad (1)$$

y_{kj} – двоичная переменная, определяемая следующим образом

$$y_{kj} = \begin{cases} 1 - \text{если } j\text{-блок входит в состав } K \text{ класса толерантности,} \\ 0 - \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Из свойства матрицы инцидентности и определения класса толерантности следует, что вектор-строка Y_k перечисляет упорядоченные блоки $\{G_{k\beta}, \beta = 1, \dots, n_k\}$, находящихся в отношении вложения каждого предыдущего со всеми последующими, и задает подсистему блоков, образующих K -класс толерантности, который запишем в виде

$$Y_k = (n_k; k_1, k_2, \dots, k_\beta, k_{n_k}), k = \overline{1-s}$$

Для каждого K – класса толерантности определим (построим) его представитель – вектор $W_{k\beta}$ – такой, что все остальные вектора данного K – класса находятся с ним в отношении ϵ вложения. Обозначим этот вектор через $\overline{W}_k$. Из определения отношения вложения следует, что он содержит максимальное (для данного K -класса) число m_k компонент-единиц ((маршрутов $w_{k\beta}$ на схеме алгоритма) $m_k = \max_{\beta=1, \dots, n_k} \{m_{k\beta}\}$ и согласно принятому правилу построения (упорядочения) им выступает вектор $W_{k_{n_k}}$. Обозначим $m_{k_{n_k}}$ через $\overline{m}_k$, т.е. $m_{k_{n_k}} = \overline{m}_k$.

Тогда векторы – представители K -классов можно записать в виде

$$\overline{W}_k = \{m_k; k_{\beta 1}, \dots, k_{\beta \alpha}, \dots, k_{\beta m_k}\}, k = 1, \dots, s$$

Рассмотрим все блоки $G_j, j=1, \dots, n$, определим,

в состав каких построенных подсистем $KT_k, k=1, \dots, s$ (классов толерантности) они входят, тем самым найдем расцветку каждого блока G_j , т.е. все его k -цвета. Эта информация содержится в j -м вектор-столбце матрицы (1), перечисляющем все инцидентные с блоком G_j подсистемы KT_k . Об этом свидетельствуют единичные компоненты $y_{kj}, k=1, \dots, s$ y_{kj} , вектора Y_j

$$Y_j = (y_{1j}, \dots, y_{kj}, \dots, y_{sj}) j = 1, \dots, n$$

Выписав только номера мест единичных компонент вектора Y_j , представим его в компактной форме $Y_j = (s_j; j_1, \dots, j_{s_j}) j_1 > j_2, \dots, > j_{s_j}$

Здесь s_j количество классов толерантности (признаков цветов), в состав которых входит блок G_j, j_j - номер цвета - класса толерантности. В который окрашен блок G_j алгоритма.

ГРУППИРОВАНИЕ БЛОКОВ АЛГОРИТМА.

РАСКРАСКА ГРУПП. Поскольку классы толерантности пересекаются, что вытекает из формального свойства отношения толерантности [2], то один и тот же блок алгоритма может войти в состав разных классов. По этой причине не существует однозначного - единственного распределения блоков по таксонам. Однако при синтезе макроструктуры ВС каждый блок должен быть включен в состав только одного таксона. Поэтому - возникает задача такого распределения блоков, при котором каждый из них входил бы в состав только одного из классов, если блоки из этих классов толерантности входят в разные таксоны, а, значит, и только одного таксона. Рассматривая таксон как инцидентную систему, состоящую из K -классов толерантности, $k=1, \dots, s$, каждый из которых сам в свою очередь выступает инцидентной подсистемой, содержащей блоки $G_j, j=1, \dots, n$ в качестве своих элементов, зададим его матрицей $X = \|x_{lk}\|_{l, k=1}^{q, s}$

где x_{lk} - двоичная переменная, определяемая следующим образом

$$x_{lk} = \begin{cases} 1 - \text{если } K\text{-класс входит} \\ \text{в состав } l\text{-таксона,} \\ 0 - \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Вектор-строка этой матрицы задает все K -классы толерантности, входящие в l -таксон $x_{l.} = (s_l; l_1, \dots, l_{s_l}) l=1, \dots, q$ поэтому ее можно считать и вектором раскраски l -таксона.

У некоторых блоков и таксонов все цвета могут оказаться разными. Такие блоки и таксоны не сравнимы по расцветке. На сравнимых же по расцветке

блоках и таксонах возможные ситуации описываются условием

$$S_i > S_j, \quad (2)$$

(S_i, S_j - число цветов у l - таксона j - блока соответственно).

Если число цветов в разных таксонах одинаково по отношению к одноименному блоку, то выбирается таксон с меньшим номером.

РАСКРАСКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ.

Пусть задан набор ФМ $\{M_\sigma, \sigma=1, \dots, r\}$ с базисными системами - маршрутов $N_\sigma, \sigma=1, \dots, r$. Вне зависимости от метода оптимизации набора M^0 модулей $M_\sigma, M_\sigma \in M^0$ суть их раскраски одна и та же и заключается в определении векторов представителей классов толерантности или векторов - представителей классов толерантности. Поэтому в работе рассмотрена раскраска модулей с помощью классов толерантности.

Построим пространственную структурную схему G^* ВС следующим образом. Каждому l -таксону ставим в соответствие подсистему модулей, с которыми

вектор-таксон $\vec{W}_l(\xi)$, следовательно, и всякий блок из l -таксона находится в отношении вложения. Соответствие устанавливаем сравниваем раскраски X_l каждого отдельного таксона $T_l(\xi)$ из ξ -яруса с раскрасками ФМ M_σ и последующего выбора для каждого таксона тех модулей, в расцветке которых встречаются все цвета l - таксона, т.е. номера тех классов толерантности, образующие l - таксон.

Выполнив описанную процедуру сюръективного отображения для всех ξ -ярусов ($\xi=1, \dots, p$), определим исходный, структурный граф $G^*(M^*, U^*)$, т.е. найдем подмножество $M^*(\xi), \xi=1, \dots, p$, модулей $M_{l_0}(\xi)$, образующие множество M^* , и установим порядок на нем U_1^* , т.е. связи между модулями, изоморфные связям U_1 на множестве G блоков $G_j(\xi)$ алгоритма. Полученный исходный, структурный граф $G^*(M^*, U^*)$ с описанными свойствами задает область допустимых структур ВС, развернутых в пространство. Граница этой области определяются следующим образом.

На заданной схеме алгоритма G с блоками $G_1, \dots, G_n$ множество классов толерантности строится единственным образом. По этой причине раскраска модулей, блоков и таксонов на ярусах при выбранном радиусе сферы таксономизации также единственная. Сами цвета на ярусах и таксонах распределяются случайным образом. Тогда, чтобы определить множество всех вариантов структурного построения ВС, необходимо вычислить число способов, которыми могут быть реализованы блоки алгоритмов. т.е. входящие в состав одного таксона $T_l(\xi)$ цветов распределены между подмножеством $M_l(\xi)$ модулей, если отображение ϕ_l l -таксонов на множестве $M_l(\xi)$ взаимно-однозначно $\phi_l: T_l(\xi) \rightarrow M_l(\xi)$.

В таком случае задача формализуется как задача на перестановки с повторениями. Опустив все промежуточные выкладки, приведем окончательно выражение для вычисления перестановок

$$P(n_l(\xi), r_l(\xi)) = \frac{(n_l(\xi) + r_l(\xi) - 1)!}{n_l(\xi)! (r_l(\xi) - 1)!} = G_{r_l(\xi) + n_l(\xi) - 1}^{n_l(\xi)}$$

а, значит, и числа способов реализации блоков, входящих в таксон $T_l(\xi)$ подмножеством модулей $M_l(\xi)$. Для ξ - яруса число возможных вариантов

равно $\prod_{l=1}^{q(\xi)} G_{r_l(\xi) + n_l(\xi) - 1}^{n_l(\xi)}$, а для всего графа G ал-

горитма $\prod_{\xi=1}^p \prod_{l=1}^{q(\xi)} G_{r_l(\xi) + n_l(\xi) - 1}^{n_l(\xi)}$

Выводы. На построенной области допустимых структур ВС необходимо найти вариант, который позволяет решать задачи и минимальными затратами времени и оборудования. Будем считать время решения задач главным фактором, влияющим на выбор структуры ВС, а затраты оборудования подчиненным фактором, и они не должны лишь превосходить некоторых заданных (разумных) пределов. Это значит, что оптимизация затрат на оборудование (и вопрос его многократного использования) может решаться лишь в тех случаях, когда имеется запас по времени решения проблемных задач. Поэтому на первом этапе оптимизации целевая функция сводится к критерию затрат времени. На втором этапе оптимизируется оборудование ВС. При таком подходе значительно упрощается поиск оптимальной структуры ВС.

Список литературы:

1. Мусаев М.У., Ручка Е.И. Формальный аппарат установления сходства и различия алгоритмов и автоматов/ Ташк.политех.ин-т.-1988.-16 с. ---Деп. В УзНИИТИ.27.12.88.№912.
2. Бекмуратов Т.Ф., Мусаев М.У. Методы построения классов толерантности на множестве алгоритмов. Доклады АН РУз № 7. 1997г. с. 24-27.

О НЕПОДВИЖНЫХ ТОЧКАХ ОПЕРАТОРОВ ВОЛЬТЕРОВСКОГО ТИПА С ПЕРИОДИЧЕСКИМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ

Исмоилов Хамроали

*ст. преп., Андижанский машиностроительный институт,
Узбекистан, г. Андижан
E-mail: jsx78@mail.ru*

Саттаров Акмал

*ассистент, Андижанский машиностроительный институт,
Узбекистан, г. Андижан
E-mail: jsx@rambler.ru*

Ибрагимов Санжарбек Салижанович

*ассистент, Андижанский машиностроительный институт
Узбекистан, г. Андижан
E-mail: sanjari@gmail.com*

ON FIXED POINTS OF OPERATORS OF VOLTERRIAN TYPE WITH PERIODIC COEFFICIENTS

Hamroali Ismoilov

*Senior Lecturer, Andijan Engineering Institute,
Uzbekistan, Andijan*

Akmal Sattarov

*Assistant, Andijan Engineering Institute,
Uzbekistan, Andijan*

Sanjarbek Ibragimov

*Assistant, Andijan Engineering Institute,
Uzbekistan, Andijan*

АННОТАЦИЯ

В настоящей работе изучается вопрос о существовании и количестве неподвижных точек операторов вольтерровского типа с периодическими коэффициентами. Приведено 3 теоремы и их доказательства для определения числа неподвижных точек. Найдены собственные числа динамической системы вычисления якобиан в разных точках. В результате определены Седловые точки для динамической системы, которая играет важную роль в математическом программировании и теории игр.

ABSTRACT

In this paper, we studied the question of the existence and number of fixed points of operators of Volterra type with periodic coefficients. Three theorems and their proofs for determining the number of fixed points were presented. The eigenvalues of a dynamical system were found for calculating Jacobians at different points. As a result, a Saddle point was defined for a dynamical system that plays an important role in mathematical programming and game theory.

Ключевые слова: неподвижная точка, операторы вольтерровского типа, собственные числа, Седловые точки, семейства квадратичных стохастических операторов, якобиан.

Keywords: fixed point, Volterra type operators, eigenvalues, Saddle points, families of quadratic stochastic operators, Jacobian.

Операторы вольтерровского типа определяются равенствами:

$$V : x'_k = x_k \cdot (1 + f_k), \quad k = \overline{1, m}, \quad (1)$$

где $f_k(x) = f_k(x_1, x_2, \dots, x_{k-1}, x_{k+1}, \dots, x_m)$ непрерывные функции, удовлетворяющие условиям [1]:

$$a) f_k(x) \geq -1, \quad \text{для любого } x \in S^{m-1}$$

$$б) \sum_{k=1}^m x_k \cdot f_k(x) = 0, \text{ для всех } x \in S^{m-1}$$

Легко заметить, что при выполнении этих условий $V: S^{m-1} \rightarrow S^{m-1}$.

Интересным, с биологической точки зрения, является случай, когда $f_k(x)$ - параметры управляющие эволюцией, являются периодическими функциями [2], [3].

В настоящей работе изучается вопрос о существовании и количестве неподвижных точек операторов вольтеровского типа с периодическими коэффициентами.

В симплексе $S^1 = \{x+y=1, x \geq 0, y \geq 0\}$ рассмотрим семейства квадратичных стохастических операторов (КСО) вида:

$$V_{n1}: \begin{cases} x' = x(1 - ay \sin n\pi y) \\ y' = y(1 + ax \sin n\pi y) \end{cases} \text{ и } V_{n2}: \begin{cases} x' = x(1 - ay \cos n\pi y) \\ y' = y(1 + ax \cos n\pi y) \end{cases}$$

где $a \in (0; 1]$, $n \in N$.

Очевидно, что $V(S^1) \subset S^1$.

Теорема 1. Пусть $a \in (0; 1]$ тогда:

- 1) Для любых V_{n1} КСО число всех неподвижных точек равно $n+1$.
- 2) Для любых V_{n2} КСО число всех неподвижных точек равно $n+2$.

Доказательство. 1) Решим систему

$$\begin{cases} ay \sin n\pi y = 0 \\ x + y = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n\pi y = \pi k \\ x + y = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} y = \frac{k}{n}, k = \overline{0, n} \\ x = \frac{n-k}{n} \end{cases}$$

Следовательно $(\frac{n-k}{n}; \frac{k}{n}) \in S^1$ и при $k = \overline{0, n}$, получаем $n+1$ неподвижную точку.

2) Решим систему

$$\begin{cases} ay \cos n\pi y = 0 \\ x + y = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n\pi y = \frac{\pi}{2} + \pi k \\ x + y = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} y = \frac{1+2k}{2n}, k = \overline{0, n-1} \\ x = \frac{2n-1-2k}{2n} \end{cases}$$

При $k = \overline{0, n-1}$, получаем n неподвижную точку и видно, что две вершины симплекса неподвижные точки.

В симплексе $S^2 = \{x+y+z=1, x \geq 0, y \geq 0, z \geq 0\}$ рассмотрим семейства КСО вида:

$$V_{n3}: \begin{cases} x' = x(1 - ay \sin n\pi z + bz \sin n\pi y) \\ y' = y(1 + ax \sin n\pi z - cz \sin n\pi x) \\ z' = z(1 - bx \sin n\pi y + cy \sin n\pi x) \end{cases} \text{ и } V_{n4}: \begin{cases} x' = x(1 - ay \cos n\pi z + bz \cos n\pi y) \\ y' = y(1 + ax \cos n\pi z - cz \cos n\pi x) \\ z' = z(1 - bx \cos n\pi y + cy \cos n\pi x) \end{cases}$$

где $a, b, c \in (0; 1]$, $n \in N$

Легко заметить, что $V(S^2) \subset S^2$.

Теорема 2. Пусть $a = b = c$ тогда:

1. Для V_{n3} КСО а) все точки ∂S^2 неподвижные и $C_0(\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3})$ - внутренняя

отталкивающая неподвижная точка;

- б) Существует не менее $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$ -внутренних неподвижных точек ($n \geq 3$).

2. Для V_{n4} КСО а) $C_0(\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3})$ - внутренняя отталкивающая

неподвижная точка;

- б) $(1; 0; 0)$ $(0; 1; 0)$ и $(0; 0; 1)$ являются Седловыми.

Доказательство. 1. а) Пусть $x=1, y=z=0$ тогда, очевидно: $x'=x$ и $y'=z'=0$, т.е. вершина $(1; 0; 0)$ неподвижная точка. Теперь берем $(x; y; 0)$ точки, тогда очевидно $x'=x, y'=y, z'=0$ т.е. $(x; y; 0)$ неподвижные точки. Это означает, что все точки у ∂S^2 неподвижные. Посмотрим якобиан динамической систем V_{n3} и здесь $a=b=c$:

$$J(x) = \begin{vmatrix} 1 - ay \sin n\pi z + bz \sin n\pi y & x(-a \sin n\pi z + bz n\pi \cos n\pi y) & x(-ay n\pi \cos n\pi z + b \sin n\pi y) \\ y(a \sin n\pi z + cz n\pi \sin n\pi x) & 1 + ax \sin n\pi z - cz \sin n\pi x & y(ax n\pi \cos n\pi z - c \sin n\pi x) \\ z(-b \sin n\pi y + cy n\pi \cos n\pi x) & z(-bx n\pi \cos n\pi y + c \sin n\pi x) & 1 - bx \sin n\pi y + cy \sin n\pi x \end{vmatrix},$$

где $C_0(\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3})$ является неподвижной точкой

динамической системы V_{n3} . Тогда из $|J(C_0) - \lambda I| = 0$ находим собственные числа якобиана в точке $C_0 \in S^2$:

$$\begin{vmatrix} 1-\lambda & \frac{1}{3}(-a \sin \frac{n\pi}{3} + \frac{an\pi}{3} \cos \frac{n\pi}{3}) & \frac{1}{3}(-\frac{an\pi}{3} \cos \frac{n\pi}{3} + a \sin \frac{n\pi}{3}) \\ \frac{1}{3}(a \sin \frac{n\pi}{3} - \frac{an\pi}{3} \cos \frac{n\pi}{3}) & 1-\lambda & \frac{1}{3}(\frac{an\pi}{3} \cos \frac{n\pi}{3} - a \sin \frac{n\pi}{3}) \\ \frac{1}{3}(-a \sin \frac{n\pi}{3} + \frac{an\pi}{3} \cos \frac{n\pi}{3}) & \frac{1}{3}(-\frac{an\pi}{3} \cos \frac{n\pi}{3} + a \sin \frac{n\pi}{3}) & 1-\lambda \end{vmatrix} = 0$$

и обозначим через $p = \frac{1}{3}(a \cos \frac{n\pi}{3} + \frac{an\pi}{3} \sin \frac{n\pi}{3})$.

Отсюда детерминант имеет вид:

$$\begin{vmatrix} 1-\lambda & p & -p \\ -p & 1-\lambda & p \\ p & -p & 1-\lambda \end{vmatrix} = 0.$$

Далее получим

$$(1-\lambda) \cdot (\lambda^2 - 2\lambda + 1 + 3p^2) = 0$$

Собственные числа этого уравнения следующие:

$$\lambda_1 = 1, \lambda_2 = 1 - 2\sqrt{3}pi \text{ и } \lambda_3 = 1 + 2\sqrt{3}pi.$$

Это означает, что $C_0(\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3})$ является внутрен-

ней отталкивающей неподвижной точкой (рис.1. и рис.2.).

$$J(x) = \begin{vmatrix} 1 - ay \cos n\pi z + bz \cos n\pi y & -x(a \cos n\pi z + bz n\pi \sin n\pi y) & x(ay n\pi \sin n\pi z + b \cos n\pi y) \\ y(a \cos n\pi z + cz n\pi \sin n\pi x) & 1 + ax \cos n\pi z - cz \cos n\pi x & -y(ax n\pi \sin n\pi z + c \cos n\pi x) \\ -z(b \cos n\pi y + cy n\pi \sin n\pi x) & z(bx n\pi \sin n\pi y + c \cos n\pi x) & 1 - bx \cos n\pi y + cy \cos n\pi x \end{vmatrix},$$

где $C_0(\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3})$ является неподвижной точкой

динамической системы V_{n4} . Тогда из

б) Решим систему

$$\begin{cases} -ay \sin n\pi z + bz \sin n\pi y = 0 \\ ax \sin n\pi z - cz \sin n\pi x = 0 \\ -bx \sin n\pi y + cy \sin n\pi x = 0 \\ x + y + z = 1 \end{cases}$$

полученную из V_{n3} .

Эта система имеет место при всех комбинациях

точки $(x = \frac{p}{n}, y = \frac{q}{n}, z = \frac{d}{n})$, здесь $0 < \frac{p}{n}, \frac{q}{n}, \frac{d}{n} < 1$, и

$p + q + d = n$. Число решений уравнения $p + q + d = n$ в целых неотрицательных числах p, q и

d , равно $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$.

2. а) Посмотрим якобиан динамической системы

V_{n4} и здесь $a = b = c$:

$$|J(C_0) - \lambda I| = 0$$

находим собственные числа в точке $C_0 \in S^2$:

$$\begin{vmatrix} 1-\lambda & -\frac{1}{3}(a \cos \frac{n\pi}{3} + \frac{an\pi}{3} \sin \frac{n\pi}{3}) & \frac{1}{3}(\frac{an\pi}{3} \sin \frac{n\pi}{3} + a \cos \frac{n\pi}{3}) \\ \frac{1}{3}(a \cos \frac{n\pi}{3} + \frac{an\pi}{3} \sin \frac{n\pi}{3}) & 1-\lambda & -\frac{1}{3}(\frac{an\pi}{3} \sin \frac{n\pi}{3} + a \cos \frac{n\pi}{3}) \\ -\frac{1}{3}(a \cos \frac{n\pi}{3} + \frac{an\pi}{3} \sin \frac{n\pi}{3}) & \frac{1}{3}(\frac{an\pi}{3} \sin \frac{n\pi}{3} + a \cos \frac{n\pi}{3}) & 1-\lambda \end{vmatrix} = 0$$

и обозначим через $q = \frac{1}{3}(a \cos \frac{n\pi}{3} + \frac{an\pi}{3} \sin \frac{n\pi}{3})$.

Отсюда детерминант имеет вид:

$$\begin{vmatrix} 1-\lambda & -q & q \\ q & 1-\lambda & -q \\ -q & q & 1-\lambda \end{vmatrix} = 0.$$

Далее получим

$$(1-\lambda) \cdot (\lambda^2 - 2\lambda + 1 + 3q^2) = 0$$

Собственные числа этого уравнения следующие:

$$\lambda_1 = 1, \lambda_2 = 1 - 2\sqrt{3}qi \text{ и } \lambda_3 = 1 + 2\sqrt{3}qi, q > 0.$$

Это означает, что $C_0(\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3})$ является внутренней отталкивающей неподвижной точкой (рис.3. и рис.4.).

б) Вычислив якобиан динамической системы V_{n4} в точке $(1;0;0)$ находим собственные числа

$$\begin{vmatrix} 1-\lambda & a & b \\ 0 & 1+a-\lambda & 0 \\ 0 & 0 & 1-b-\lambda \end{vmatrix} = 0.$$

Далее получим

$$(1-\lambda) \cdot (1+a-\lambda)(1-b-\lambda) = 0$$

Собственные числа этого уравнения следующие:

$$\lambda_1 = 1, \lambda_2 = 1+a, \lambda_3 = 1-b.$$

Это означает, что $(1;0;0)$ является Седловой точкой. Аналогично можно показать, что $(0;1;0)$ и $(0;0;1)$

являются Седловыми точками динамической системы.

Утверждения. Пусть $a, b, c \in (0;1]$ тогда:

1. Для V_{n3} к.с.о. а) все точки ∂S^2 неподвижные; б) существует не менее $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$ -внутренних неподвижных точек ($n \geq 3$).
2. Для V_{n4} к.с.о. $(1;0;0)$, $(0;1;0)$ и $(0;0;1)$ являются седловыми;

Доказательство. Проводится аналогично доказательству теоремы 2.

В симплексе

$S^2 = \{x+y+z=1, x \geq 0, y \geq 0, z \geq 0\}$ рассмотрим семейства квадратичных стохастических операторов вида:

$$V_{n5} : \begin{cases} x' = x(1 - ay \sin n\pi z + bz \cos n\pi y) \\ y' = y(1 + ax \sin n\pi z - cz \cos n\pi x) \\ z' = z(1 - bx \cos n\pi y + cy \cos n\pi x) \end{cases}$$

где $a, b, c \in (0;1], n \in N$

Легко заметить, что $V(S^2) \subset S^2$.

Теорема 3. Пусть $a, b, c \in (0;1]$ тогда:

1. $(x;1-x;0)$ являются неподвижной точкой;
2. существует не менее $\frac{n \cdot (n-1)}{2}$ внутренних неподвижных точек ($n > 1$).

Рисунок 1. $n=3$.

Рисунок 2. $n=4$.

Рисунок 3. $n=2$.

Рисунок 4. $n=3$.

Рисунок 5. $n=2$. Рисунок 6. $n=3$. Рисунок 7. $n=2$. Рисунок 8. $n=3$. Рисунок 9. $n=2$. Рисунок 10. $n=3$.**Список литературы:**

1. Ганиходжаев Р.Н. Квадратичные стохастические операторы, функция Ляпунова и турниры. Математический сборник, 1992 г., т.183, №8 с.129-141.
2. Ганиходжаев Р.Н. Исследования по теории квадратичных стохастических операторов //Автореф. доктор. дис., Ташкент, 1994 г. 30 стр.
3. Курганов К.А. Асимптотическое поведение траекторий дискретных динамических систем, порожденных квадратичными стохастическими операторами вольтеровского типа//Автореф. канд. дис., Ташкент, 1994 г. 35 стр.
4. Поля Г., Сега Г. «Теорема и задачи в анализе» том I,II, Пер. с нем. - 3-е изд., М.: Наука, Гл. ред. физ-мат. лит., 1978. Ч.1 - 392с.; Ч.2 - 432с.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ПОДВЕСКИ И УСЛОВИЙ
ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ПЛАВНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ****Нгуен Хак Минь***аспирант, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ),
РФ, г. Москва***Нгуен Хак Туан***канд. техн. наук, Тхайнгуенский технический университет,
Вьетнам, г. Тхайнгуен,
Email: tuannkcn@tnut.edu.vn***THE EFFECT OF SUSPENSION PARAMETERS AND WORKING CONDITIONS
ON THE VEHICLE RIDE COMFORT****Nguyen Khac Minh***Moscow Automobile and road contruction State Technical University,
Russia, Moscow***Nguyen Khac Tuan***Thai Nguyen University of Technology
Viet Nam, Thai Nguyen city***АННОТАЦИЯ**

В статье представлены результаты исследования влияния конструктивных параметров подвески и условий работы на плавность движения автомобиля. Для проведения исследования была построена модель 1/4 колебания автомобиля с двумя степенями свободы. Источником стимуляции колебания автомобиля является профиль поверхности дороги, выбранный в соответствии с ISO 8086. Среднее значение квадрата ускорения транспортного средства (a_{rm}) в вертикальном направлении было выбрано в качестве критерия для оценки плавности автомобиля. При поддержке программ Matlab/Simulink 2018 и Minitab 16 результаты исследования показали, что коэффициент жесткости подвески k_s оказывает существенное влияние на среднее значение квадрата ускорения автомобиля и наоборот, коэффициент сопротивления c_s оказывает незначительное влияние на a_{rm} ; чем выше скорость движения автомобиля V_a , тем выше значение a_{rm} и чем ниже качество дороги, тем выше значение a_{rm} ; значение впрессоренной массы M обратно пропорционально значению среднего значения квадрата ускорения автомобиля a_{rm} , увеличение значения впрессоренной массы M приведет к уменьшению значения a_{rm} ; Факторы, которые влияют на a_{rm} в зависимости от уровня влияния от высокого к низкому, следующие: тип дороги, скорость автомобиля, жесткость подвески, впрессоренная масса, коэффициент сопротивления подвески.

ABSTRACT

This paper investigates the effect of suspension parameters and working conditions on the vehicle ride comfort. To conduct the study, a vibration vehicle model with 2 DOF was built. The road surface profile in accordance ISO 8086 was selected as a main excitation source. The root mean square weighted acceleration of the sprung mass (a_{rm}) was chosen as a criterion for evaluating the vehicle ride comfort. The work was conducted with the help of Matlab/Simulink 2018 and Minitab 16 softwares. The results showed that, the stiffness coefficient of the suspension k_s has a significant effect on a_{rm} and contrary, the damping coefficient of the suspension c_s has a slight effect on a_{rm} ; the higher the vehicle speed V_a , the higher the value a_{rm} and the lower the quality of the road, the higher the value a_{rm} ; the value of the sprung mass M is inversely proportional to the value a_{rm} , an increase in the value of the sprung mass M will lead to a decrease in the value a_{rm} ; factors that affect a_{rm} depending on the level of influence from high to low are as follows: type of road, vehicle speed, stiffness of the suspension, sprung mass and damping of the suspension.

Ключевые слова: плавность движения автомобиля, вертикальное ускорение, моделирование, подвеска, впрессоренная масса.

Keywords: ride comfort, vertical accelerator, simulation, suspension system, sprung mass.

1. Введение

На сегодняшний день направление исследования по снижению вибрации для улучшения плавности движения автомобиля интересует многих ученых. Изучение колебаний автомобиля обычно выполняется путем моделирования и симуляции с помощью программного обеспечения Matlab-simulink, Adam, Modelica [13,15,12,1]. Модель, используемая при изучении колебаний автомобиля, может быть моделью 1/4, 1/2 или моделью пространственных колебаний автомобиля. В частности, модель пространственных колебаний автомобиля в основном используется для изучения динамики и общей оценки колебаний автомобиля. 1/2 модели автомобиля в основном используется для изучения колебаний, связанных с исследованием расчета вертикальной и горизонтальной устойчивости автомобилей или изучением динамики торможения или тяги. 1/4 модели автомобиля является базовой моделью, традиционные исследования использования оптимальной подвески. Профиль поверхности дороги можно описать различными математическими функциями. Однако наиболее часто используемым источником поверхности дороги является функция случайного стимулирования, поскольку это описание очень близко к фактическим дорожным условиям [7,8,3]. Для оценки воздействия вибрации на людей в транспортном средстве могут использоваться такие критерии оценки, как интенсивность вибрации, ускорение вибрации и соответствующая частота вибрации [8,3]. В настоящее время международный стандарт ISO 2631 и Федеральный отраслевой стандарт Германии VDI-2057 используются для определения плавности движения автомобиля для человека. Показателем для оценки является среднее значение квадрата ускорения транспортного средства [13,6,12].

На основании анализа опубликованных работ, связанных с влиянием различных параметров на гладкость автомобилей, в них часто изучают влияние параметров независимо, таких как: влияние коэффициента жесткости подвески, коэффициента сопротивления подвески, влияние типа дороги, скорости движения автомобиля на плавность движения автомобиля. Кроме того, количество изучаемых одновременно переменных очень ограничено, обычно от 2 до 4 переменных, основным методом исследования является традиционный метод анализа графов. Исследование и сравнение влияния различных параметров на плавность движения в качестве основы для выбора и выбора ключевых влияющих параметров для задачи оптимизации конструкции все еще не завершены.

В данной статье представлены результаты исследования влияния пяти различных факторов, в том числе: тип дороги, скорость автомобиля, жесткость подвески, коэффициент сопротивления подвески и поддресоренная масса. Исследование проводилось с помощью программного обеспечения Matlab/Simulink и Minitab 16, и использовалась модель 1/4 колебания автомобиля.

2. Материалы и методы

2.1 Колебательный образец

На рисунке 1 показана модель 1/4 колебания автомобиля, приняты следующие обозначения: F_M и F_m – силы, действующие на поддресоренную и не поддресоренную массу автомобиля; k_s , c_s – коэффициент жесткости и сопротивления подвески; k_t и c_t коэффициент жесткости и сопротивления шин; z и ζ смещения поддресоренной и не поддресоренной массы автомобиля; q – неровная поверхность дороги.

Рисунок 1. Модель четверти автомобиля

(а) диаграмма свободного тела поддресоренных; и неподдресоренных масс (б)

Для построения математической модели, описывающей движение систем, использующих принцип D'Alambe сочетает в себе теоретические основы многообъектной системы. Основываясь на установлении уравнения равновесной силы между подвешенными и неподвешенными массами (рисунок 1-б), уравнение колебаний системы показано следующим образом:

$$\begin{aligned} M\ddot{z} - k_s(\zeta - z) - c_s(\dot{\zeta} - \dot{z}) + F_M &= 0 \\ m\ddot{\zeta} + k_s(\zeta - z) + c_s(\dot{\zeta} - \dot{z}) - k_t(q - \zeta) - c_t(\dot{q} - \dot{\zeta}) + F_m &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

2.2 Источник возбуждения колебания

В модели колебания автомобиля, показанной на рисунке 1, неровная поверхность дороги считается одним из источников вертикальных колебаний. Неровная поверхность дороги может быть выражена в форме гармонической функции, функции остановки или в произвольной форме. В этой статье используем функцию для представления поверхности дороги в случайной форме в соответствии с ISO-8068 [7] следующим образом:

$$S_q(n) = S_q(n_0) \left(\frac{n}{n_0} \right)^{-\omega} \quad (2)$$

Где: n – частота поверхности дороги (цикл/м), n_0 – частота выборки (цикл/м), $S_q(n_0)$ – плотность спектра высоты поверхности дороги ($\text{м}^3/\text{цикл}$), ω – частотный коэффициент, который описывает спектральную плотность поверхности дороги ($\omega = 2$)

Неровная поверхность дороги предполагается Гауссовским случайным процессом, и генерируется через обратный Fourier случайных величин:

$$q(t) = \sum_{i=1}^N \sqrt{\frac{2vn_0^2 S_q(n_0)}{f_{mid,i}^2}} \Delta f \cdot \cos(2\pi f_{mid,i} t + \varphi_i) \quad (3)$$

Где: $f_{mid,i} = f_1 + \frac{2i-1}{2} \Delta f$; $i=1,2,3\dots n$, φ_i – случайное распределение фаз $0 \div 2\pi$.

а) Модель Simulink

б) Результат моделирования случайной стимуляции поверхности дороги ISO-D

Рисунок 2. Случайная стимуляция поверхности дороги

2.3 Критерии оценки плавности движения автомобиля

В соответствии со стандартом ISO 2631-1 [6] нежное движение автомобиля судят по величине среднеквадратичного ускорения по вертикали, которая определяется в соответствии со следующим выражением:

$$a_{rmz} = \left[\frac{1}{T} \int_0^T a_z^2(t) dt \right]^{1/2} \quad (4)$$

Где:

a_{rmz} – среднеквадратичное вертикальное ускорение

a_z – вертикальное ускорение зависит от времени.

T – время исследования.

3. Результаты и их обсуждение

Для оценки влияния параметров подвески и дорожных условий на плавное движение автомобилей был разработан имитационный эксперимент. Достаточный двухфакторный дизайн был выбран для этого эксперимента (2 - уровень полного факторного дизайна). Кроме того, для входного процесса были выбраны пять входных параметров (таблица 1), в том числе: скорость движения автомобиля V_a , поддресоренная масса M , жесткость подвески k_s , коэффициент сопротивления подвески c_s и качество поверхности дороги R . Таким образом, всего будет проведено $2^5=32$ экспериментов. Для проведения этих экспериментов была построена модель Simulink на математической модели (1). Программное обеспечение Minitab использовалось для разработки и анализа экспериментальных результатов. Таблица 2 показывает различные значения входных параметров и выходов (a_{rm})

Рисунок 3. Модель Simulink для четвертого автомобиля

Параметры, используемые в симуляции, указаны в соответствии со спецификациями студенческого гоночного автомобиля F-SAE [13,1].

Таблица 1.

Входные параметры

Фактор	Код	Единица	Низкое (-1)	Высокое (1)
Скорость автомобиля	V_a	км/ч	20	120
Жесткость подвески	k_s	Н/м	40000	80000
Коеф. сопротивления подвески	c_s	Нс/м	1000	9000
Поддресоренная масса	M	кг	50	90
Тип дороги	R	-	D	A

Остальные параметры модели следующие: $m = 20$ (Кг); $k_t = 120000$ (Н/м); $c_t = 1000$ (Нс/м).

Таблица 2.

Экспериментальные планы и результаты

Порядок	Порядок испытаний	Центральная точка	Блок	V_a	k_s	c_s	M	R	a_{rm}
1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	0,1935
2	9	1	1	1	1	-1	-1	-1	0,4913
3	10	1	1	1	-1	1	-1	-1	0,6182
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
31	18	1	2	-1	-1	1	1	1	1,55
32	25	1	2	1	1	1	1	1	2,7769

Результаты анализа, полученные с помощью программного обеспечения Minitab, показаны на рисунках 4-8.

Влияние параметров конструкции подвески

Анализ результатов на рисунке 4 показывает, что увеличение значения жесткости подвески k_s приведет к увеличению значения a_{rm} . Особенно когда значение жесткости подвески возрастет с 40000 Н/м до 80000 Н/м, значение a_{rm} увеличивается примерно на 11,4%. В обратном направлении, увеличение значения коэффициента сопротивления c_s подвески приведет к уменьшению значения a_{rm} ; В

результате расчета при увеличении $c_s = 1000$ Нс/м до $c_s = 9000$ Нс/м среднее квадратичное вертикальное ускорение уменьшится с $1,33 \text{ м/с}^2$ до $1,265 \text{ м/с}^2$. При сравнении влияния параметров структуры подвески с другими параметрами на график Парето на рисунке 8 было обнаружено, что жесткость системы подвески k_s (фактор с) является существенным фактором, влияющим на a_{rm} но коэффициент сопротивления c_s (коэффициент) является фактором, который не оказывает существенного влияния на величину среднего квадрата ускорения a_{rm} .

Рисунок 4. Влияние параметров конструкции подвески

Рисунок 5. Влияние скорости автомобиля

Влияние скорости движения автомобиля

Анализ графиков, показывающих влияние скорости движения и значения a_{rm} (рисунок 5), показывает, что V_a положительно коррелирует со среднеквадратичным ускорением, увеличение V_a приведет к увеличению значения a_{rm} . Выполнение специальных экспериментов при увеличении скорости движения с 20 км/ч до 120 км/ч приведет к увеличению a_{rm} примерно в 2,25 раза

Рисунок 6. Влияние качества поверхности дороги

Влияние поддресоренной массы М

Значение поддресоренной массы M обратно пропорционально значению a_{rm} (рисунок 7). Когда значение поддресоренной массы M увеличивается, значение среднего квадратного ускорения a_{rm}

Влияние качества поверхности дороги

Чем ниже качество поверхности дороги, значение a_{rm} увеличивается. Результаты сравнения на графике на рисунке 6 показывают, что когда автомобиль движется по дороге уровня 4 (ISO-D) среднеквадратичное вертикальное ускорение составляет около $a_{rm} = 2,4 \text{ м/с}^2$, намного больше (в 6 раз), чем этого автомобиля, движущегося на дороге уровня 1 (ISO-A) $a_{rm} = 0,4 \text{ м/с}^2$.

Рисунок 7. Влияние поддресоренной массы

уменьшается. Результаты расчетов показывают, что когда значение поддресоренной массы M увеличивается с 50 кг до 90 кг, значение a_{rm} уменьшается с $1,38 \text{ м/с}^2$ до $1,22 \text{ м/с}^2$.

Рисунок 8. Диаграмма Парето

Анализ графа Парето (рис. 8) и графика Нормал (рис. 9) показал, что наиболее влиятельным фактором в плавном движении автомобилей является тип дороги, напротив коэффициент сопротивления подвески существенно не влияет на плавность движения автомобиля. Влияние пяти факторов организовано в порядке от большего к меньшему следующим образом: тип дороги, скорость автомобиля, жесткость подвески, поддресоренная масса и коэффициент сопротивления подвески.

4. Выводы

В данной статье представлены результаты исследования влияния параметров структуры подвески и

Рисунок 9. График нормал

условий эксплуатации на плавное движение автомобилей. Для проведения исследования была построена модель 1/4 колебательного автомобиля и среднее значение квадрата ускорения транспортного средства (a_{rm}) в вертикальном направлении было выбрано в качестве критерия для оценки плавности автомобиля. Результаты моделирования благодаря помощи программ Matlab Simulink 2018 и Minitab 16 показывают:

- Конструктивные параметры системы подвески имеют разные степени влияния на плавность движения автомобилей. В частности, коэффициент жесткости подвески k_s оказывает существенное влияние; и наоборот, коэффициент сопротивления c_s оказывает

незначительное влияние. Увеличение значения твердости системы подвески приведет к увеличению значения a_{gm} ; увеличение значения c_s приведет к уменьшению значения a_{gm} .

- Чем выше скорость движения автомобиля V_a , тем выше значение a_{gm} и чем ниже качество дороги, тем выше значение a_{gm} .

- Значение вподрессоренной массы M обратно пропорционально значению a_{gm} , увеличение значения вподрессоренной массы M приведет к уменьшению значения a_{gm} .

- Факторы, которые влияют на a_{gm} в зависимости от уровня влияния от высокого к низкому, следующие: тип дороги, скорость автомобиля, жесткость подвески, поддрессоренная масса, коэффициент сопротивления подвески.

Признательность

Мое исследование было поддержано Тхайнгуенским университетом для научного проекта

Acknowledgments

My research was supported by Thai Nguyen University for the scientific project

Список литературы:

1. Нгуен Х.Т., Нгуен К.Х. Выбор метода компьютерного моделирования для изучения влияния параметров подвески на комфорт езды гоночного автомобиля «Формула Студент» // Universum: Технические науки : электрон. научн. журн. 2018. № 5(50). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/5893>
2. Певзнер Я.М., Гридасов Г.Г., Конев А.Д. и др. Колебания автомобиля, М.: Машиностроение, 1979. — 208 с.
3. Тарасик В.П. Теория движения автомобиля, СПб.: БХВ-Петербург, 2006. — 478 с.: ил. — ISBN 5-94157-967-5.
4. Хачатуров А.А. Динамика системы дорога - шина - автомобиль - водитель М. : Изд-во "Машиностроение", 1976. — 535 с.
5. Galal Ali Hassaan, Car Dynamics using Quarter Model and Passive Suspension, Journal of Computer Engineering, Volume 17, Issue 2, Ver. 1 (Mar – Apr. 2015), PP 65-74.
6. ISO 2631-1 (1997). Mechanical vibration and shock-Evaluation of human exposure to whole-body vibration, Part I: General requirements, The International Organization for Standardization.
7. ISO 8068(1995). Mechanical Vibration-Road surface profiles - reporting of measured data.
8. Jazar Reza N., Vehicle Dynamics Theory and Applications, New York, Springer Science+Business Media, 2008. — 1022 p.
9. Kaldas, M., Çalışkan, K., Henze, R., and Küçükay, F., "The Influence of Damper Top Mount Characteristics on Vehicle Ride Comfort and Harshness: Parametric Study," SAE Int. J. Passeng. Cars - Mech. Syst.5(1):1-21, 2012
10. Kim, M., Hyun, C., and Jeong, H., "The Effects of Vehicle Velocity and Engine Mount Stiffness on Ride Comfort," SAE Technical Paper 941045, 1994
11. Kuldeep.K.Jagtap et al., Simulation of Quarter Car Model Using Matlab, International Journal of Engineering Research and General Science Volume 3, Issue 6, November-December, 2015, pp. 242 – 249.
12. Nguyen Khac Tuan, Nguyen Van Liem, Evaluating the effect of the working conditions on the ride comfort and road friendliness of the heavy truck, Vibroengineering PROCEdia, Vol. 21, 2018, p. 83-88.
13. Nguyen Thanh Cong, Nguyen Khac Tuan, Le Van Quynh, Study on influence of design parameters of suspension system on F-SAE racing car ride comfort // Journal of Scient and Technology Thai Nguyen University of Technology, 118(04), 2014, pp. 49-54.
14. Sekulić D. et al. The Effect of Stiffness and Damping of the Suspension System Elements on the Optimisation of the Vibrational Behaviour of a Bus, International Journal for Traffic and Transport Engineering, 2011, 1(4): 231 – 244.
15. Xiaobin Ning et al., Dynamic Analysis of Car Suspension Using ADAMS/Car for Development of a Software Interface for Optimization // Procedia Engineering 16 (2011) – p. 333 – 341.

МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЫШЕНИЯ СТЕПЕНИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ И ЧИСТОТЫ
АФФИНИРОВАННОГО ПАЛЛАДИЕВОГО ПОРОШКА ИЗ СБРОСНЫХ РАСТВОРОВ****Хасанов Абдурашид Солиевич**

д-р техн. наук, проф., зам. главного инженера по науке
АО «АГМК» (Алмалыкский горно-металлургический комбинат),
Узбекистан г. Алмалык

Вохидов Бахриддин Рахмидинович

докторант, ст. преподаватель кафедры «Металлургия» Навоийского государственного горного института,
Узбекистан, г. Навои
E-mail: golf.87@mail.ru

Хамидов Рустам Абдугафурович

ассистент кафедры «Металлургия» Навоийского государственного горного института,
Узбекистан, г. Навои

Сирожов Талант Толипович

ассистент кафедры «Металлургия» Навоийского государственного горного института,
Узбекистан, г. Навои

Мамараимов Гайрат Фарход угли

ассистент кафедры «Металлургия» Навоийского государственного горного института,
Узбекистан, г. Навои

Хужамов Умиджон Умаркулович

ассистент кафедры «Металлургия» Навоийского государственного горного института,
Узбекистан, г. Навои

**RESEARCH INCREASING THE DEGREE OF EXTRACTION AND PURITY
OF AFFINED PALLADIUM POWDER FROM DISCHARGE SOLUTIONS****Abdurashid Khasanov**

Doctor of Technical Sciences, Deputy Chief Engineer for Science of JSC «AGMK»
(Almalyk Mining and Metallurgical Combine),
Uzbekistan, Almalyk

Bakhriddin Vokhidov

PhD student at NGGI, a senior lecturer in the «Metallurgy» department of the Navoi State Mining Institute,
Uzbekistan, Navoi

Rustam Khamidov

Assistant of the Department of «Metallurgy» of the Navoi State Mining Institute,
Uzbekistan, Navoi

Talant Sirojov

Assistant of the Department of «Metallurgy» of the Navoi State Mining Institute,
Uzbekistan, Navoi

Gairat Mamaraimov*Assistant of the Department of «Metallurgy» of the Navoi State Mining Institute,
Uzbekistan, Navoi***Umidjhon Khujamov***Assistant of the Department of «Metallurgy» of the Navoi State Mining Institute,
Uzbekistan, Navoi*

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматривается возможность селективного выделения палладия из отработанного электролита ЦАЗиС (цеха аффинажа золота и серебра) МПЗ (медеплавильного завода) АО «АГМК» – остатка медного электролитного шлама после извлечения золота и серебра. В работе приведен краткий обзор методов осаждения палладия, а также уделено внимание способам растворения, восстановления палладия и его очистки из различных растворов. На основе изучения данной тематики и анализа результатов проведенных исследований авторы пришли к выводу, что в качестве оптимального реагента для осаждения палладия и других МППГ из отработанных растворов целесообразно выбрать тиомочевинный раствор. Также было выявлено, что в процессе восстановления палладия наиболее эффективным восстановителем является раствор гидразина. Установлено, что растворимости металлического палладия и платины царско-водочного растворение, как лучший способ для извлечения МППГ, показали высокую степень извлечения. Тем не менее определена и проработана специальная комбинированная технология селективного осаждения и очистки палладиевого раствора: сначала селективное осаждение платины хлоридом аммония с попутным извлечением дополнительного металла; далее селективное осаждение примесей Fe, Cu, Ni и др. с применением гидроокисей аммония; и в заключение осаждение палладия соляной кислотой с получением хлорпалладозамина (ХПЗ-палладозамин). Разработана глубокая гидрометаллургическая очистка полученного порошкообразного палладия с обработкой муравьиной и лимонной кислотой. В результате анализа лабораторных испытаний выявлена возможность селективного выделения очищенного палладиевого порошка с массовой долей палладия не менее 99,50-99,90%. При этом сквозное извлечение палладия из сбросных отработанных растворов составляет 82-85%.

ABSTRACT

The possibility of selectively extracting palladium from spent electrolyte from the GaSRW (Gold and Silver Refining Workshop) of the MMP (copper smelter) of AGMK JSC (platinum group metal concentrate (PGM)) - the residue of copper electrolyte sludge after gold and silver have been extracted. A brief overview of palladium deposition methods and a dissolution method, a reduction method and selective methods for the purification of palladium from various impurities are presented. According to the research, it was determined that the optimal reagent for the deposition of palladium and other PGM from spent solutions is advisable to choose a thiourea solution. It was found that in the process of recovery of palladium the most effective reducing agent is a solution of hydrazine. Found that the solubility of metallic palladium and platinum aqua-regia dissolution is the best way to extract PGM, which other dissolution methods do not give high solubility. Nevertheless, a combination of special technologies for the selective deposition and purification of a palladium solution has been determined: initially selective deposition of platinum with ammonium chloride by means of extraction of an additional metal; selective sedimentation of impurities of Fe, Cu, Ni, etc. using ammonium hydroxide; the final stages of the deposition of palladium with hydrochloric acid to obtain chlorine palladosamine (CPZ-palladosamine). Developed a deep hydrometallurgical purification of the obtained powdered palladium with treatment with formic and citric acid. As a result of laboratory tests, the possibility of selective isolation of purified palladium powder with a mass fraction of palladium of at least 99,50-99,90% was shown. In this case, the through extraction of palladium from waste solutions is 82-85%.

Ключевые слова: палладий, огарок, хлорид аммония, сбросной электролитный раствор, палладиевый порошок, селективные осаждения, царско-водочное растворение, фильтрация, промывка, прокалка.

Keywords: palladium, calcine, ammonium chloride, waste electrolyte solution, palladium powder, selective precipitation, aqua regia dissolution, filtration, washing, calcining.

В Узбекистане уровень потребления редких металлов, характеризующий степень промышленного развития страны, невысок. Но по количеству запасов ряда редких металлов (рения, селена, теллура, индия и других) Узбекистан входит в первую десятку ведущих стран мира и в первую тройку стран СНГ. Эти запасы обусловлены крупными медно-порфировыми и полиметаллическими месторождениями, в которых редкие металлы, особенно платиноиды, являются попутными. Для многих попутных компонентов (In, Se,

Te, Re, V и платиноиды) и др. сырьевая обеспеченность достаточна, и основные проблемы связаны с совершенствованием технологий их получения с высокой экономической эффективностью.

В Республике Узбекистан палладий получает АО «Навоийский ГМК» в виде аффинированного порошка. С 1991 года в АО «Алмалыкский ГМК» также начали частично извлекать палладий с массовой долей 70-80% в порошке. Исходный сбросной раствор ЦАЗиС (цех аффинажа золота и серебра) содержит палладия от 40

до 200 мг/л, азотной кислоты – 150 мг/л и Au, Ag – меньше 50 мг/л. В ходе исследования была разработана совершенно новая инновационная технологическая схема, которая не имеет аналогов в странах СНГ, состоящая из 17 операций и с продолжительностью цикла 24-26 часов. При этом рентабельное извлечение получается из растворов с содержанием палладия 50 мг на 1 литр с извлечением палладия более 84% (против 55-65% по предыдущей схеме). В результате получается аффинированный палладий в порошке с массовой до-

лей палладия свыше 99,5%. Во-первых, важно учитывать выбор осадителя палладия из сбросных растворов. Известно несколько способов выделения палладия из растворов, в том числе с использованием процесса осаждения, однако, как правило, при этом используются хлоридные, фторидные, тиомочевинные или роданидные растворы. Металлический палладий хорошо растворяется в растворах азотной кислоты, поэтому его выделение из таких растворов путем осаждения в виде металла встречает серьезные трудности.

Рисунок 1. Технологическая схема извлечения аффинированного палладиевого порошка из отработанных электролитов

Лабораторные опыты провели с несколькими реагентами и в разных концентрациях палладия в растворах (50-150 мг/л), изучен расход реагента при осаждении. В результате проведенных лабораторных

опытов нашли степень извлечения палладия в осадок. Данные опытов показаны в таблице.

Таблица 1.

Результаты опытов осаждения палладия реагентом тиомочевинным в разных концентрациях Pd в растворе

№	Pd в растворе, мг/л	Расход тиомочевины, г	Pd в остаточном растворе, мг/л	Pd в остатке, %	ε извлечение в осадок, %
1	50	2	3-7	8	78
2	50	3	4-8	8,4	81
3	75	4	11-12	12	82
4	75	4,3	10	13	83
5	87	5	13	18	86
6	87	5,3	11	19	88
7	105	6	17	19	91
8	105	6,2	15	19,5	92
9	127	7	20	21	94
10	127	7,5	18	22,2	96

На основе результатов исследования определен оптимальный реагент для осаждения палладия и

других МПГ – целесообразно выбрать тиомочевинный раствор.

Рисунок 2. Зависимость степени осаждения палладия от концентрации Pd в отработанном электролите и расход тиомочевинного раствора

Процесс осаждения палладий-тиомочевинного комплекса производится в титановом реакторе при включенной мешалке в течение 15-30 минут.

Время отстоя тиомочевинного комплекса составляет до 24 h [2].

Из лабораторных опытов видно, что если концентрация палладия в отработанном электролите больше, тогда расход тиомочевины для осаждения тоже увеличивается, а палладий больше осаждается в осадке, в результате чего происходит увеличение степени извлечения палладия из осадка.

Выявлено, что на осаждение палладия также влияет концентрация тиомочевинного раствора и продолжительность процесса. Высокие концентрации тиомочевинного раствора (70-90 г/л) вызывают 96-98% осаждения палладия и других ценных компонентов. Таким образом, процесс завершается за 25-30 мин [8].

В результате образованный палладий-тиомочевинный комплекс остается на дне реактора до следующего поступления раствора. После накопления Тм в количестве 1500-2000 г по палладию осадок фильтруется через нутч-фильтр, промывается дистиллированной водой до pH – 5, подсушивается под вакуумом, после чего подсушенный кек подвергается процессу обжига.

Таблица 2.

Результаты опытов осаждения палладия тиомочевинным раствором в течение различного времени

№	Время осаждения, мин	Концентрация тиомочевинного раствора, г/л						Максимальное извлечение в осадок E, %
		C=40 г/л	C=50 г/л	C=60 г/л	C=70 г/л	C=80 г/л	C=90 г/л	
1	T=10 мин	50	60	65	70	75	80	80
2	T=15 мин	56	62	70	74	80	86	86
3	T=20 мин	60	64	73	80	84	90	90
4	T=25 мин	62	70	75	82	86	94	94
5	T=30 мин	75	85	90	93	95	96	96
6	T=30 мин	75	85	90	93	95	96	96

Рисунок 3. Зависимость степени осаждения ценного компонента от продолжительности процесса и концентрации тиомочевинного раствора

Порядок выполнения работы. Опыты окислительного обжига проводятся при температуре 300-

600°C. При высоких температурах удаляются органические соединения, углеродсодержащие газы, влажность, окиси азота и серы [3].

Таблица 3.

Результаты опытов обжига палладийсодержащих кеков для определения оптимального режима T=300-600°C

№	T обжига, °C	Масса огарка, г (исх. масса пробы 50 г).	Степень растворимости Pd в царско-водочном растворе
1	300	43	70
2	300	42	71
3	350	41	73
4	350	40	72,5
5	400	40	80,1
6	400	39	81,5
7	450	37	84
8	450	35	85
9	500	27	88
10	525	26	89
11	550	25	94
12	550	24	96
13	600	25	95
14	600	25	95

Лабораторным экспериментом определено, что высокотемпературный обжиг способствует полному разложению палладия до металлического состояния и вскрывает поверхность металлов, в результате чего повышается степень растворения палладия в царско-водочном растворе. Это можно увидеть на кривой графика. Палладий-тиомочевинный комплекс поступает в обжиговую печь на сушку с последующим обжигом в течение 3-4 часов при температуре 300-500-600°C. При обжиге осадок палладия разлагается при следующих реакциях [4].

Задачей настоящей работы является полное разложение полупродукта с вскрыванием поверхности частиц, изучение влияния температуры и состава газовой фазы на характер обжига без снижения производительности агрегата. Конец обжига определяется по прекращению газовыделения. После обжига черновой палладиевый продукт подвергается измельчению через истиратель, и производится процесс истирания.

Рисунок 4. Влияние температуры обжига на степень растворения палладия в царской водке

Выявлено, что в процессе восстановления палладия наиболее эффективными восстановителями являются гидразин и сульфаминовая кислота [1].

Таблица 4.

Результаты опытов осаждения палладия с гидразином для определения оптимального режима

№	Время осаждения, мин	Расход гидразина, г	Pd в остаточном растворе, мг/л	Pd в остатке, %	ε извлечение в остатке, %
1	20	100	20-22	16	70
2	30	140	20-21	20	74
3	60	160	18-20	26	76
4	90	180	16-18	28	80
5	120	200	14-16	30	84
6	150	250	10-14	32	88
7	180	300	11-12	34	92
8	210	350	8-10	36	94
9	240	400	4-6	40	96
10	240	400	4-6	40	96

После этого раствор перемешивают при подогреве до температуры 60-80°C в течение 2-4

часов, отделяют выделившийся осадок металлического палладия и проводят анализ концентрации оставшегося в растворе палладия.

Рисунок 5. Зависимость степени восстановления Pd от продолжительности процесса и расхода гидразина на 1 кг палладиевого продукта

Экспериментально установлено, что с увеличением времени процесса возрастает расход раствора солянокислого гидразина при одновременном росте степени восстановления палладия в металлическом состоянии [7].

После окончания процесса восстановления палладиевый полупродукт хорошо отмывается дистиллированной водой от остатков гидразина и ставится на подсушивание при температуре 100-110°C. Благодаря отмывке палладия дистиллированной водой он целиком очищается от лишних веществ, из которых при сушке полностью удаляется влага.

Таблица 5.

Результаты опытов царско-водочного растворения при разной продолжительности времени и концентрации для определения оптимального режима

№	Время, min	Расход царской водки на 100 г Pd, г/л	Концентрация Pd в растворе g/dm ³	Степень растворения металлов	
				Е _{Pd} , %	Е _{Pt} , %
1	30	0,5	60	62,56	54,56
2	45	0,75	80	71,84	61,28
3	60	1	100	76,89	64,66
4	75	1,25	120	81,86	67,69
5	90	1,5	140	92,96	72,81
6	105	1,75	160	96,35	76,47
7	120	2	200	99,00	80,12
8	150	2,20	200	99,00	80,12

Металлический палладий с примесями растворяется в царской водке. По старой схеме палладий несколько раз растворяли азотными кислотами, но это не привело к ожидаемому результату, поэтому провели несколько опытов по растворимости металлического палладия в царской водке по следующим технологическим схемам.

С увеличением продолжительности степень растворимости металлов повышается, так как царско-водочное выщелачивание Pd и Pt связано с кинетикой растворимости. Из диаграммы видно, что степень растворения Pd выше, чем степень растворимости Pt.

Это объясняется тем, что общие извлечения палладия выше, чем у платины. Также основным параметром, влияющим на растворимость, является концентрация раствора и расход царской водки. Экспериментально определено, что при увеличении времени царско-водочного растворения повышается расход раствора, в результате чего концентрация палладия в растворе, соответственно, увеличивается и составляет 200 g/dm³ при 120 минутах продолжительности процесса с расходом реагента 2 л на 100 гр палладиевого продукта.

Рисунок 6. Зависимость продолжительности процесса и расхода царской водки от степени растворимости МПГ

На основе полученных результатов определен оптимальный режим царско-водочного растворения палладиевого продукта, результаты внесены в таблицу 5, и на кривой графика показан рост растворимости металлов-платиноидов группы, в частности платины и палладия.

Подсушенный палладиевый продукт маленькими порциями засыпается в подогретую емкость V 0,05 м³ со смесью концентрированной азотной и соляной кислоты, расход царской водки составляет 2 л на 100 г Pd порошка. Растворение производится при постоянном подогреве в течение 1-2 часов [5].

Попутными извлечениями из раствора предполагается извлекать платину. С этой целью выбран именно селективный осадитель хлорида аммония, который осаждает из раствора только платину, при этом палладий остается в растворе. Раствор обрабатывается в малом количестве хлорида аммония, и процесс ведется в реакторе при механическом перемешивании по следующим реакциям.

Экспериментально установлено, что при повышении продолжительности процесса больше расходуется раствора хлорида аммония, но при этом увеличивается степень селективного осаждения платины [2].

Результаты данных опытов – основание для промышленного внедрения, они показывают, что тетрахлорпалладиевая кислота является раствором, гексахлороплатинат (IV) аммония становится осадком, который без особого усилия точно отделяет палладий от платины.

К полученному раствору постепенно прибавляется соляная кислота, при этом выпадает светло-желтый кристаллический осадок транс-дихлородиаминпалладия (II), или палладозоамин:

Таблица 6.

Результаты опытов осаждения палладия для определения оптимального режима. T=120 min

№	Время осаждения, мин	Расход соляной кислоты 100 г Pd, л	Концентрация HCl, %	Pd в остатке, %	Извлечение Pd в остатке (ХПЗ), %
1	10	0,20	30	40	51,8
2	15	0,25	40	50	62,9
3	20	0,50	45	60	71,4
4	25	0,75	50	70	86,7
5	30	1,0	65	80	96,8
6	40	1,25	65	65	80

Для этого разработана специальная технология селективного осаждения. Экспериментально определено, что количество соляной кислоты не должно быть очень большим, т. к. палладозоамин может снова перейти в раствор.

По результатам опытов определен оптимальный режим осаждения палладия в солянокислом растворе: расход HCl составляет 1 л на 100 г порошка палладия, среда осаждения pH=1-2.

Если продолжительность процесса увеличивается до 40 минут, тогда расход соляной

кислоты увеличивается до 1,25 л, что приводит к тому, что осажденный палладий постепенно начинает снова растворяться в соляной кислоте.

Рисунок 7. Зависимость степени осаждения Pd от продолжительности процесса и расхода соляной кислоты на 1 г палладиевого продукта

Из кривой графика виден оптимальный режим продолжительности – 30 минут, расход реагента соляной кислоты – 1 л для осаждения 100 г палладия. Продолжение процесса приводит к снижению осаждения палладия и повышению расхода соляной кислоты.

После осаждение образовавшихся палладозо-амин поступают на процессе прокаливания при температуре 600-900°C и разлагаются до металлического состояния следующими реакциями [1].

Лабораторный опыты провели обжиговой печи в различных температурах с целью определению оптимального режима прокалики. Прокаливание вещества ведут, постепенно повышая температуру, и во избежание потерь тигли закрывают крышкой.

Таблица 7.

Результаты опытов прокалики осадок Pd (ХПЗ) для определения оптимального режима T=400-900°C

№	T прокалики, °C	Масса порошка, г (исх. масса пробы 100 г).	Продолжительность прокалики, мин	Степень чистоты Pd порошка, %
1	400	98	10	88,81
2	450	97,5	15	90,14
3	500	97	20	95,51
4	550	96	25	98,53
5	600	95	30	98,83
6	650	94,5	35	98,93
7	700	94	40	98,94
8	750	93	45	99,38
9	800	92	50	99,53
10	850	91	55	99,85
11	900	90	60	99,94
12	900	90	60	99,90
13	950	91	65	99,88
14	950	91	70	99,83

Лабораторные опыты проводили при разных температурах. Экспериментом определено, что высокотемпературный обжиг приводит к полному разложению палладия до металлического состояния

и образуется чистейший порошок, но в результате увеличения времени обжига и температуры при охлаждении возникает окисление металлического

палладия, которое приводит к ухудшению качества порошка. $2\text{Pd} + \text{O}_2 = 2\text{PdO}$

Для восстановления оксида палладия применяется муравьиная кислота с расходом реагента 200 мл на 100 г Pd порошка.

В полученном порошке в очень малом количестве содержатся Pb, Sn и другие примеси

металлов. Для очистки от примесей обрабатываем лимонной кислотой (расход лимонной кислоты 200 мл на 100 г Pd порошка), после этого порошок промываем в дистиллированной воде и сушим продукт, в результате чего образуется чистейший Pd порошок.

Рисунок 8. Зависимость температуры прокаливания от степени чистоты палладия

По разработанной технологии провели опытно-промышленное испытание в цехе аффинажа золота и серебра МПЗ АО «АГМК», в результате чистота получаемого палладиевого порошка составляет 99,90%.

По итогам данной работы можно сделать следующие выводы:

- на основе проведенного исследования разработана упрощенная технология извлечения аффинированного палладиевого порошка;
- определен оптимальный реагентный режим растворения платиновых металлов царско-водочным способом;

- установлен режим селективного осаждения платины хлоридом аммония с попутными извлечениями платины и удаление примесные металлы с последующими осаждениями Fe, Cu, Ni с применением реагента гидроксида аммония;

- разработана глубокая гидрометаллургическая очистка полученного порошкообразного палладия с обработкой муравьиной и лимонной кислотой;

- по исследуемой технологии достигнуто получение очищенного палладиевого порошка с массовой долей палладия не менее 99,50-99,90%;

- разработана новая технологическая схема переработки отработанных электролитов с получением готового продукта.

Список литературы:

1. Исследование технологии извлечения палладия из отработанных электролитов / А.С. Хасанов, Б.Р. Вохидов, С.У. Рустамов и др. // Научно-методический журнал «Достижения науки и образования». – 2019. – № 7 (48). – С. 5-7.
2. Котляр Ю.А., Меретуков М.А., Стрижко Л.С. Металлургия благородных металлов // Руда и металлы. – 2005. – Т. 1. – С. 253-263.
3. Металлургия благородных металлов / И.Н. Масленицкий, Л.В. Чугаев, В.Ф. Борбат и др. – М.: Металлургия, 1987. – С. 410, 411, 414-416.
4. Хасанов А.С., Вохидов Б.Р. Қайта ишлатилган электролитдан соф палладий кукунини ажратиш олиш усулини илмий тадқиқ этиш // «Фан ва Тараққиёт» ГУП Композицион материаллар илмий-техникавий ва амалий журнали. – 2019. – № 2. – С. 63-66.

5. Хасанов А.С., Вохидов Б.Р. Ўзбекистон шароитида ванадий ва палладий ажратиб олишнинг технологик жараёнасини тадқиқ қилиш // Композицион материаллар Илмий-техникавий ва амалий журнали. – 2019. – № 2. – С. 56-59.
6. Хурсанов А.Х., Хасанов А.С., Б.Р. Вохидов // Разработка технологии получения аффинированного палладиевого порошка из отработанных электролитов // Горный вестник Узбекистана. – 2019. – № 1 (76). – С. 58-61.
7. Khasanov A.S., Vohidov B.R. The scientific explanation of the technologies to get pure palladium powder from recycled electrolytes. The 3rd Binational Workshop between Korea (KIRAM) – Uzbekistan (AMMC) on Rare Metals. (Chirchik 2019).
8. Vokhidov B.R., Norov A.F., Pulatova SH.B., Arabboyev F.A., Ochilova M.B., Kholmurodov F.F. Научное обоснование технологии получения чистого порошка палладия из техногенных электролитов. XI International correspondence scientific specialized conference. BOSTON (USA). JUNE 10-11, 2019 г.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
КОМПОЗИЦИОННЫХ ДРЕВЕСНО-ПЛАСТИКОВЫХ ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ
ОТ СОДЕРЖАНИЯ ПОЛИМЕРНОГО СВЯЗУЮЩЕГО ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ПЛОТНОСТИ**
Бойдадаев Муротбек Бойдада угли*ст. преподаватель Наманганского инженерно-строительного института,
Узбекистан, г. Наманган***Холмуродова Дилафруз Куватовна***д-р философии (PhD), ст. науч. сотр. ГУП «Фан ва тараққийот»
Ташкентского государственного технического университета им. И. Каримова,
Узбекистан, г. Ташкент*
**RESEARCH OF DEPENDENCE OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES
OF COMPOSITE WOOD AND PLASTIC PLATE MATERIALS ON THE CONTENT
OF A PLASTIC BINDER UNDER THE VARIOUS DENSITY**
Murotbek Boydadayev*Senior Lecturer, Namangan Institute of Civil Engineering,
Uzbekistan, Namangan***Dilafruz Holmurodova***Doctor of Philosophy, Senior Research Scientist of State Unitary Enterprise "Fan va Taraqqiyot",
Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Uzbekistan, Tashkent***АННОТАЦИЯ**

В данной работе приводятся результаты исследований зависимости физико-механических свойств композиционных древесно-пластиковых плитных материалов от полимерного связующего при различной плотности. Исследованием установлено, что наименьшее значение влагопоглощения ($W=45-55\%$) для всех изученных образцов композиционных древесно-пластиковых плитных материалов наблюдается при плотности плит $850-900 \text{ кг/м}^3$, а наименьшее значение разбухания ($\Delta S= 18-48\%$) плит для всех образцов находится в пределах плотности $600-650 \text{ кг/м}^3$ при $10-12\%$ полимерного связующего.

ABSTRACT

В данной работе приводятся результаты исследований зависимости физико-механических свойств композиционных древесно-пластиковых плитных материалов от полимерного связующего при различной плотности. Исследованием установлено, что наименее значение влагопоглощение, $W=45-55\%$ для всех изученных образцов композиционных древесно-пластиковых плитных материалов наблюдается при плотности плит $850-900 \text{ кг/м}^3$, а наименее значение разбухание - $\Delta S= 18-48\%$ плит для всех образцов находится в пределах плотность $600-650 \text{ кг/м}^3$ при $10-12\%$ полимерного связующего.

Ключевые слова: плита, древесно-пластиковый материал, влагопоглощение, разбухание, физико-механические свойства, стружечная масса из стеблей хлопчатника, полимерные связующие, предел прочности на изгиб, сопротивление выдергиванию шурупов из плиты.

Keywords: плита, древесно-пластиковый материал, влагопоглощение, разбухание, физико-механические свойства, стружечная масса из стеблей хлопчатника, полимерные связующие, предел прочности на изгиб, сопротивление выдергиванию шурупов из плиты.

Актуальность работы. Параметры физико-механических свойств древесно-стружечных плит существенно зависят от их плотности, и это хорошо освещено в работах [2; 4; 5]. Данное исследование посвящено изучению влияния плотности плит на их прочность при изгибе и при растяжении. Результаты исследования показали, что прочность при изгибе напрямую зависит от плотности плит, а при растяжении носит экстремальный характер.

Специфичность стружечной массы из стеблей хлопчатника, в отличие от древесины, требует определенного технологического подхода по выявлению оптимальных плотностных характеристик композиционных древесно-пластиковых плитных материалов, с тем чтобы плита имела удовлетворительные физико-механические свойства и одновременно легко обрабатывалась в процессе их использования.

В связи с этим в данной работе проведены исследования по изучению влияния плотности композиционных древесно-пластиковых плитных материалов с применением древесных наполнителей из стеблей хлопчатника на их физико-механические свойства.

Как показали результаты испытания плит в лабораторных условиях, при плотности порядка 850 кг/м^3 и содержании связующего до 12% снижения разбухания в плитах не наблюдается. Это объясняется общей деструкцией стружечной решетки плиты, в частности контактов проклейки стружек и структуры клеток стебля хлопчатника, из-за взаимного перемещения и уплотнения волокон при большом давлении прессования. Можно заключить, что именно по этим причинам и наблюдается стабилизация или снижение всех характеристик плит из стеблей хлопчатника при плотностях 850 кг/м^3 .

На сегодняшний день в мировом масштабе проблема создания и реализации инновационных идей по разработке эффективных составов композиционных древесно-пластиковых материалов и плит на их основе из местного сырья и отходов производств с высокими физико-механическими свойствами и отвечающими современным требованиям, является актуальной задачей. Поэтому получение композиционных древесно-пластиковых плитных материалов на основе отходов сельхозпроизводства, в частности древесных наполнителей из стеблей хлопчатника, а также полимерных связующих и их внедрение в производство имеет особое значение для решения данной проблемы.

Объект и методика исследования. В качестве объекта исследования была выбрана мочевиноформальдегидная смола и древесноволокнистая масса из стеблей хлопчатника.

Нами было проведено исследование по изучению влияния плотности плитного материала на комплекс физико-механических свойств плиты: предел прочности при изгибе и растяжении, модуль упругости, твердость, удельное сопротивление выдергиванию шурупов и гвоздей, а также водопоглощение и разбухание. Исследуемые плитные образцы имели плотность от 600 до 900 кг/м^3 , и их испытания проводили с интервалом 50 кг/м^3 . Условия и методика получения плит и их размеры были такими же, как в работе [1; 3; 6; 7].

Исследования проводились при различных содержаниях связующего (6, 8, 10 и 12%) с целью выбора оптимального количества связующего при различных плотностях древесного наполнителя из стеблей хлопчатника.

Результаты исследований и их обсуждение. В работе приведены результаты исследований по выявлению оптимальной плотности композиционных древесно-пластиковых плитных материалов на физико-механические свойства. Анализ прочностных данных при изгибе в зависимости от плотности плиты показал, что она не прямо пропорциональна, как было указано в работах, выполненных на древесине, а имеет экстремальный характер (рис. 1). Это объясняется тем, что, в отличие от древесины, щепа из стеблей хлопчатника представляет собой отрезки стеблей хлопчатника диаметром от 5 до 15 мм, круглого сечения и в момент их резания ножевыми способами (для получения стружек) они держатся неустойчиво и вращаются, что не дает возможность получать плоские стружки.

а)

б)

Рисунок 1. Зависимость предела прочности плиты при изгибе (а) и при растяжении (б) от ее плотности

Поэтому стружки обычно имеют двухмерную конфигурацию, в которой толщина и ширина приблизительно одинаковы (т. е. иглообразная форма). Кроме того, стружечная масса из стеблей хлопчатника имеет меньшую плотность из-за наличия в них волокнистых включений.

Как видно из рис. 1, интенсивность роста плотности плиты до 680 кг/м^3 меньше, чем при интервале $700\text{--}800 \text{ кг/м}^3$. Это объясняется тем, что в начальные периоды прессования (до плотности 680 кг/м^3) стружечная масса уплотняется за счет воздушных пустот в пространстве стружечной решетки и одновременно увеличивается площадь контактов стружек.

Дальнейший интенсивный рост прочности (G_n) в зависимости от плотности плиты связан с тем фактом, что стружка из-за большого давления пресса начинает уплотняться, при этом дополнительно увеличивается площадь контакта частиц (иглообразная стружка, сплющиваясь, приближается к плоской). С увеличением плотности плиты за счет высокого давления прессования происходит рост площади контактов стружечных частиц, что приводит к уменьшению микронеровностей и увеличению адгезии частиц между собой. С ростом плотности плиты до 850 кг/м^3 процесс стабилизируется, а при малых содержаниях связующего плотность несколько понижается.

Это объясняется тем, что с ростом давления прессования растет деформация стружек, следовательно, растут силы упругости стружечной массы, стремящейся принять первоначальную форму. При этом если содержание связующего элемента мало, то контактные связи начинают разрушаться.

На основании результатов проведенных исследований было заключено, что для композиционных древесно-пластиковых плит из стеблей хлопчатника максимальный предел прочности не должен превышать 800 кг/м^3 при содержании связующего до 10%, а при большем содержании связующего максимальную плотность следует ограничить 850 кг/м^3 .

Таким образом, нижний предел содержания связующего следует установить на уровне 8%, а максимальный предел прочности – не выше 800 кг/м^3 . Только при этих значениях плиты могут удовлетворять требованиям ГОСТ 10632-89: прочность на изгиб (σ_n) должна быть не менее 14 МПа при толщине плит 13-19 мм.

Аналогичная картина наблюдается и при рассмотрении зависимости предела прочности от плотности плиты при растяжении – σ_r (рис. 1 б), что объясняется прямой зависимостью обоих критериев прочности – σ_n и δ_r – от прочности и площади склеивания частиц. Требованиям ГОСТ 10632-89 по прочности на растяжение могут удовлетворять также плиты с плотностью не менее 650 кг/м^3 и содержанием связующего не менее 8%.

Из кривых рис. 1 видно, что можно получать плиты с более низкой плотностью, но с большим содержанием связующего.

Зависимость модуля упругости плиты (рис. 2 а), твердости (рис. 2 б) и величины удельного сопротивления гвоздей (рис. 3 а) и шурупов (рис. 3 б) от плотности плиты показывает, что эти показатели также

стабилизируются при росте плотности более 850 кг/м^3 .

Содержание связующего:
1 – 6; 2 – 8; 3 – 10 и 4 – 12%

Содержание связующего:
1 – 6; 2 – 8; 3 – 10 и 4 – 12%

Рисунок 2. Зависимость модуля упругости (а) плиты и твердости (б) от ее плотности

Полученные по этим критериям результаты показывают, что минимальные значения прочности и содержание связующего в плите (отвечающие требованиям ГОСТ 10632-89) должны быть 700 кг/м^3 и 8% соответственно. Далее, также замечено, что по критерию твердости плиты из стеблей хлопчатника обладают плотностью 650 кг/м^3 и более (рис. 2 б).

Содержание связующего: 1 – 6; 2 – 8; 3 – 10 и 4 – 12%

а)

Содержание связующего: 1 – 6; 2 – 8; 3 – 10 и 4 – 12%

б)

Рисунок 3. Влияние плотности плиты на сопротивление выдергиванию гвоздей (а) и шурупов (б) из нее

Исследования влияния плотности плиты на влагопоглощение (рис. 4 а) и на разбухание (рис. 4 б) показывают, что влагопоглощение с увеличением плотности снижается и составляет 45-55% при плотности 650 кг/м³. При дальнейшем увеличении плотности снижение влагопоглощения незначительно. Это связано, по-видимому, с нарушением связей между частицами при высоком давлении прессования.

Характер изменения разбухания при увеличении плотности плиты несколько иной, чем при фотопоглощении (рис. 4 б).

Содержание связующего: 1 – 6; 2 – 8; 3 – 10 и 4 – 12%

а)

Рисунок 4. Влияние плотности плиты на ее влагопоглощение (а) и разбухание по толщине (б)

По данным работ [3; 6], с увеличением плотности древесно-стружечной плиты наблюдается рост разбухания плиты, автор объясняет это тем, что при большой плотности плиты стружки больше деформируются и при воздействии воды набухают в большей степени, стремясь получить первоначальную форму.

Исследования процесса разбухания плит из стеблей хлопчатника показывают, что вышеуказанная тенденция характерна для частиц стеблей хлопчатника при малом содержании связующего – от 6 до 8% – и при плотностях от 600 до 700 кг/м³. Это легко можно объяснить тем, что из-за имеющихся пор в стружечном пакете плиты на основе древесноволокнистых наполнителей из стеблей хлопчатника и полимерного связующего на малых плотностях и диффузии воды по клеточным каналам, а также слабой склейки стружечных частиц между собой в результате вода в течение 24 часов испытания свободно проникает в толщу плиты и участвует в разбухании композиционных древесно-пластиковых плит.

При содержании связующего более 10% с увеличением плотности от 700 до 850 кг/м³ происходит постепенное понижение процесса разбухания. Это связано с тем, что плитный материал при больших плотностях и содержании связующего становится герметичным, вода не успевает проникать в плиту (в данный период времени) и в разбухании участвуют только наружные и торцевые участки плиты. Это говорит о том, что с увеличением плотности плиты и содержания связующего герметичность увеличивается, следовательно, процесс разбухания замедляется. Механический разлом плиты (после суточного выдерживания в воде) подтвердил правильность этих доводов – ядро (толщиной 7-10 мм) было сухим. А по торцам вода проникла на глубину 10-12 мм.

Закключение. Установлена степень наполненности древесно-полимерной композиции и оптимальное значение плотности композиционных древесно-пластиковых плитных материалов из стеблей хлопчатника, обеспечивающие повышение физико-механических свойств. Так, предел прочности при изгибе в зависимости от плотности композиционных древесно-пластиковых плитных материалов при различных содержаниях полимерного связующего (6, 8, 10-12%) имеет экстремальный характер. Оптимальное значение предела прочности на изгиб почти для всех

содержаний связующего находится в пределах от 17,0 до 27 кг/м³ при плотности 800 кг/м³. Зависимость предела прочности при растяжении, модуля упругости, сопротивления выдергиванию гвоздей из плиты и сопротивления выдергиванию шурупа из плиты от плотности в основном не прямо пропорциональна при всех исследованных содержаниях связующих. Максимальное значение плотности плит для исследованных связующих при плотностях лежит в пределах 800-850 кг/м³.

При этом наименьшее значение влагопоглощения ($w=45-55\%$) для всех образцов композиционных

древесно-пластиковых плитных материалов наблюдается при плотности плит 850-900 кг/м³, а наименьшее значение разбухания ($\Delta S=18-48\%$) плит для всех образцов находится в пределах плотности 600-650 кг/м³.

Из вышеприведенных результатов исследований вытекает, что формирование физико-механических свойств композиционных древесно-пластиковых плитных материалов существенно зависит от их плотности, что необходимо учесть при технологическом процессе их получения.

Список литературы:

1. Исследование зависимости физико-механических свойств композиционных древесно-пластиковых плитных материалов от размера частиц деревянной наполнителя из стеблей хлопчатника / Д.К. Холмуродова, С.С. Негматов, Ш.Ж. Абед, К.А. Аскарров // Композиционные материалы. – Ташкент, 2015. – № 4. – С. 27-29.
2. Мелони Т. Современное производство древесностружечных и древесноволокнистых плит / Пер. с англ. В.В. Амалицкого и Е.И. Карасева. – М.: Лесная промышленность, 1982. – 41, 5-15, 142-165 с.
3. Методика определения физико-механических свойств композиционных древесно-пластиковых плитных материалов / Д.К. Холмуродова, С.С. Негматов, А.М. Лысенко и др. // Новые композиционные материалы на основе местного и вторичного сырья: Мат-лы Междунар. науч.-техн. конф. (5-7 мая 2011, Ташкент). – Ташкент, 2011. – С. 411-413.
4. Модлин В.Д., Отлев И.А. Производство древесностружечных плит. – М.: Лесная промышленность, 1983. – С. 50-250.
5. Тулузаков Д.В. Формирование прочности древесностружечных плит в процессе прессования: Дисс. канд. техн. наук. – М.: МЛТИ, 1991. – 366 с.
6. Факторы, влияющие на формирование и величину физико-механических свойств композиционных древесно-пластиковых материалов и плит / Д.К. Холмуродова, С.С. Негматов, М.М. Саидов, Б.Х. Туляганов // Композиционные материалы на основе техногенных отходов и местного сырья: состав, свойства и применение: Мат-лы республ. науч.-техн. конф. (15-16 апреля 2010 г., Ташкент). – Ташкент, 2010. – С. 100-102.
7. Холмуродова Д.К. Выбор и обоснование объектов исследования для получения композиционных древесно-пластиковых материалов // Композиционные материалы на основе техногенных отходов и местного сырья: состав, свойства и применение: Мат-лы республ. науч.-техн. конф. (15-16 апреля 2010 г., Ташкент). – Ташкент, 2010. – С. 68-70.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СУБЛИМАЦИОННОЙ СУШКИ****Арипов Миролим Миразим угли***аспирант Ташкентского химико-технологического института,
Узбекистан, г. Ташкент***Кадиров Улугбек Равшанович***аспирант Ташкентского химико-технологического института,
Узбекистан, г. Ташкент***Маматов Шерзод Маширабжанович***д-р техн. наук, доц., зав. кафедрой Ташкентского химико-технологического института,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: sherzod_mamatov@mail.ru***Турабджанов Садриддин Мухаммадинович***д-р техн. наук, проф., Ташкентский государственный технический университет,
Узбекистан, г. Ташкент***EXPERIMENTAL RESEARCH OF SUBLIMATION DRYING****Mirolim Aripov***Post-graduate student, Tashkent Chemical – Technological Institute,
Uzbekistan, Tashkent***Ulugbek Kadirov***Post-graduate student, Tashkent Chemical – Technological Institute,
Uzbekistan, Tashkent***Sherzod Mamatov***Doctor of Technical Science, Associate Professor, Head of Chair, Tashkent Chemical – Technological Institute,
Uzbekistan, Tashkent***Sadriddin Turabdjano***Doctor of Technical Science, Professor, Tashkent State Technical University,
Uzbekistan, Tashkent***АННОТАЦИЯ**

В данной статье рассмотрено применение коротковолновых ИК-волн перед сублимационной сушкой зелени. Получены экспериментальные данные, сделаны сравнительные анализы между сушкой с предварительной обработкой и без предварительной обработки. В качестве объектов исследования использованы дорогостоящий сорт зеленого лука, а также укроп.

ABSTRACT

This article provides for the use of short-wave infrared waves before sublimation drying of the greens. Experimental data and comparative analyzes between drying with pre-treatment and without pre-treatment are obtained. An expensive variety of green onion, as well as dill, were used as objects of study.

Ключевые слова: сублимационная сушка, укроп, ИК предварительная обработка, влага.

Keywords: sublimation drying; dill; IR- pre-treatment; moisture.

Введение

Сушка является старейшим методом сохранения пищевых продуктов и одним из наиболее распространенных процессов, используемых для улучшения пищевой устойчивости, так как она уменьшает водную активность продукта, снижает микробиологическую активность и сводит к минимуму физические и химические изменения во время хранения [1, с. 6]. Помимо сохранения питательных веществ, витаминов и минералов, этот метод позволяет серьезно минимизировать затраты на транспортировку и хранение.

Большинство сельхозпродуктов обезвожены традиционными методами, такими как солнечная сушка, представляющая собой длительный процесс и приводящая к потере многих активных компонентов. Кроме того, время регидратации для традиционного солнечного сушеного продукта может составлять несколько часов из-за его крайне плохих свойств регидратации [2, с. 5].

Сублимационная сушка может быть использована для заготовки деликатесных видов фруктов, по-

тому что цена таких продуктов должна быть экономически выгодной, так как процесс сублимации требует более 20 ч, что приводит к большим энергетическим и материальным затратам.

Широко известно, что, несмотря на то что сублимационная сушка является превосходным методом с точки зрения качества, она, тем не менее, уступает другим методам сушки из-за чрезмерного потребления энергии. Поскольку в процессе сублимации требуется длительное время сушки (более 20 ч) и потребление энергии также является высоким, применение этого метода в пищевой промышленности ограничено.

Традиционная технология сублимированных продуктов включает в себя два основных процесса:

- замораживание (8-10 часов)
- сублимационная сушка (18-24 часа)

Для предотвращения дегидратации активных компонентов и сокращения времени сушки был разработан новый процесс в виде предварительной обработки с ИК-лучами.

Рисунок 1. Технологическая схема традиционной сублимационной сушки

Инфракрасное тепло успешно используется в пищевой промышленности, так как обеспечивает быстрое нагревание и его можно использовать на стадии предварительной обработки продукта, что обеспечивает интенсивность процесса во время сушки.

Методы и объекты

Для сравнения характеристик процесса сублимационной сушки с ИК предварительной обработкой и без обработки образцы вишни были очищены, а затем обработаны при интенсивности ИК 10000, 15000 Вт/м², после чего были заморожены в течение 8 часов с последующей сушкой. Изменение веса контролировалось каждые 3 часа. При предварительной обработке использовали коротковолновые инфракрасные лампы с длиной волн 1,1 мкм. Объекты обрабатывались в течение 5 минут, и температура внутри установки достигла 110-120 °C.

Замороженные вишни (1000 г) и поднос были помещены в сублимационную сушильную камеру. Температура на отопительной полке была на уровне 35 °C. Давление сушильной камеры было установлено на уровне 5-15 Па во время сушки, а температура холодной ловушки поддерживалась на уровне -80 °C. Образцы обезвоживали до тех пор, пока они не достигли окончательного содержания влаги 14%.

Уровень регидратации определяли стандартным способом. Высушенные образцы помещали сначала в дистиллированную воду температурой 25 °C на 2 ч, а затем на фильтровальную бумагу воронки Бухнера

на 30 с, чтобы удалить свободную воду на поверхности. Коэффициент регидратации (R_R) определяли по следующей формуле:

$$R_R = m_p / m_c$$

где W_c и W_p – вес (г) образцов до и после регидратации соответственно.

Обсуждение результатов

Результаты процесса сублимационной сушки показали, что у образцов, предварительно обработанных при ИК-диапазоне, происходило расширение клеточной поры, что влияло на интенсивность процесса сушки.

Сушка без предварительной обработки имела самую низкую скорость среди протестированных образцов. Сублимационная сушка с ИК-интенсивностью 15000 Вт/м² имела самую высокую скорость, но это вызвало сильное обесцвечивание готовой продукции. Полученные результаты показали, что потемнение красного цвета происходило при ИК-диапазоне с плотностью теплового потока 15000 кВт/м². Когда была использована ИК предварительная обработка, образцы были гораздо светлее по сравнению с сушеными образцами без предварительной обработки.

Для этого мы в дальнейшем рассматривали и сравнивали результаты только с ИК предварительной обработкой с 10000 Вт/м².

Рисунок 2. Кривая сублимационной сушки вишни с предварительной обработкой и без обработки

Результаты анализа показали, что предварительная обработка при ИК-диапазоне с тепловым потоком 10000 кВт/м^2 сушки не оказала влияния на органолептические показатели и объем усадки конечного продукта. Но время сушки существенно сократилось (рис. 1).

Коэффициент регидратации считался для сушеных вишен одним из важных качественных показателей. Значения регидратационного соотношения сухих образцов оценивались, по стандартным методам. Степень

восстановления при регидратации зависит от различных условий сушки, от конечного содержания влаги и т. д. Графики регидратационного соотношения вишни, высушенной двумя способами, представлены на рис. 2.

Результаты процесса регидратации образцов почти одинаковые и ИК предварительная обработка не оказывает отрицательного влияния на способность поглощения воды.

Рисунок 3. График регидратации сушеных образцов

Закключение

Скорость сублимационной сушки вишни с предварительной обработкой в ИК-диапазоне была выше скорости сушки без предварительной обработки. Скорость сушки заметно возросла с увеличением интенсивности радиации. Но это также привело к более сильной усадке готовой продукции, чем в случае с необработанными продуктами. Тем не менее предварительная обработка является эффективным методом

с экономической точки зрения, поскольку уменьшает период сушки и не влияет отрицательно на сухие вещества. Продукты, производимые с ИК-обработкой при тепловом потоке $10\,000 \text{ кВт/м}^2$, по-прежнему имели цвет, аналогичный тому, что был у продуктов, полученных путем традиционной сублимационной сушки. Поэтому можно использовать сублимационную сушку в пищевой промышленности с использованием ИК-обработок образцов для увеличения скорости сушки.

Список литературы:

1. Гинзбург А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 528 с.
2. Mujumdar A.S. Handbook of industrial drying (2nd ed.). New York: Marcel Dekker, Inc. 1995. 135 p.

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ДИЕТИЧЕСКОГО МАЙОНЕЗА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Гаипова Шахноза Саидазим кизи

*магистр, Ташкентский химико-технологический институт,
Узбекистан, г. Ташкент*

Салиджанова Шахнозахон Дилмурадовна

*докторант, Ташкентский химико-технологический институт,
Узбекистан, г. Ташкент*

Рузибаев Акбарали Турсунбаевич

*канд. техн. наук, Ташкентский химико-технологический институт,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: akbar216@mail.ru*

DEVELOPMENT OF THE RECIPE OF DIETARY MAYONNAISE OF FUNCTIONAL PURPOSE

Shaxnoza Gaipova

*Master of Science, Tashkent Chemical-Technological Institute,
Uzbekistan, Tashkent*

Shaxnozaxon Salijanova

*PhD student, Tashkent Chemical-Technological Institute,
Uzbekistan, Tashkent*

Akbarali Ruzibaev

*PhD, Tashkent Chemical-Technological Institute
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

Майонез, изготовленный традиционным способом, содержит огромное количество жира (более 65%). Хорошо известно, что количество и тип потребляемого жира важны для этиологии некоторых хронических заболеваний. Поэтому при приготовлении пищи с низким содержанием жиров сложно имитировать традиционное качество продукта. Таким образом, целью данного исследования была разработка диетического майонеза путем снижения содержания жира до 50-55% с использованием инулина в качестве заменителя жира. В качестве контрольного эксперимента использовали майонез с полным содержанием жира (Провансаль) и коммерческий обезжиренный (Майонез-1). Проведены физико-химические и реологические анализы майонезов Провансаль, Майонез-1, Майонез-2, Майонез-3 и Майонез-4, приготовленных из водного экстракта топинамбура на уровне 34,05 и 38,8%. Результаты показали, что все формулы майонеза-3 и майонеза-4 имели значительно более низкое содержание энергии и воды, чем их аналоги «Провансаль», «Майонез-1» и «Майонез-2». Реологические характеристики Майонеза-4 на 38,8% ближе к Майонезу-1. Это исследование показывает хороший потенциал использования инулина в качестве заменителя жира в майонезе.

ABSTRACT

Mayonnaise which made in traditional method contains enormous fat (more than 65%). It is well known that the amount and type of fat consumed are important to the aetiology of several chronic diseases. Therefore, it is difficult to imitate traditional product quality when preparing low-fat foods. Thus, the objective of this study was to develop dietary mayonnaise by reducing fat content to 50-55% using inulin as fat replacement. The full fat mayonnaise (Provansal) and commercial low fat(Mayonnaise-1) were used as a control experiment. Physicochemical and rheological analyses of the Provansal, Mayonnaise-1, Mayonnaise-2, Mayonnaise-3 and Mayonnaise-4 mayonnaises preparing by water extract of Jerusalem artichoke at level 34,05 and 38,8% were performed. The results indicated that all Mayonnaise-3 and Mayonnaise-4 mayonnaise formula had significantly lower energy and water content than their Provansal, Mayonnaise-1 and Mayonnaise-2 counterpart. The rheological characteristics of Mayonnaise-4 at 38,8% are more close to that of the Mayonnaise-1. This study shows good potential for inulin to be used as a fat replacer in mayonnaise.

Ключевые слова: соевое масло, майонез, жирно кислотный состав, ненасыщенные жирные кислоты, диетический майонез, инулин, топинамбур.

Keywords: mayonnaise, fatty acid composition, unsaturated fatty acids, dietary mayonnaise, inulin, jerusalem artichoke.

Майонез применяют в качестве приправы к разнообразным кулинарным блюдам для повышения их питательности и облагораживания вкуса, что способствует возбуждению аппетита и улучшению пищеварения.

Майонезы представляют собой сметанообразную мелкодисперсную эмульсию. Основным сырьем для производства майонезов являются растительные масла, сухое молоко, яичный порошок, сахар, соль, горчица и другие вкусовые добавки. Структура и органолептические достоинства готовой продукции в основном определяются жировым набором. Присутствие ароматических и вкусовых веществ, присущих исходному маслу, красящих веществ и свободных жирных кислот не позволяет получить продукцию высокого качества. Поэтому все масла должны быть тщательно отрафинированы по полной схеме, включая отбелку, дезодорацию и иметь кислотное число не выше 0,2 мг КОН. В качестве эмульгаторов применяют сухое молоко и яичный порошок, который представляет продукт высокой пищевой ценности. Однако, яичный порошок содержит холестерин, что делает его нежелательным для употребления больным сахарным диабетом, ожирением, а также людьми пожилого возраста. Замена в рецептурах яичного порошка является важной проблемой в производстве майонеза[1].

Новым направлением в создании жировой продукции на основе растительного сырья является введение в рецептуру добавок, полезных для здоровья человека. Поэтому, в настоящее время широкое распространение получает производство функциональных майонезов. Таким образом, актуальным является разработка рецептур и организация производства майонезов функционального назначения.

Среди множества имеющихся добавок наибольшее внимание диетологов и фармакологов всего мира уделяется фосфолипидам, что обусловлено широким спектром их положительного физиологического воздействия на организм. На сегодняшний день наиболее изученным является гепатопротекторная, гиполипидемическая, антиоксидантная и иммуномоделирующая активность фосфолипидов [2,3].

Фосфолипиды широко используются в пищевой промышленности, а также в фармацевтической промышленности. Созданием пищевых продуктов с лечебно-профилактическими свойствами, стирается граница между фармацевтической и пищевой областями использования фосфолипидов.

В составе пищевых продуктов фосфолипиды являются как многофункциональный рецептурный компонент и используются в качестве биологически ценной добавки. Кроме того, фосфолипиды улучшают органолептические и физико-химические свойства продуктов[4]. Молекулы фосфолипидов дифильны, они состоят из углеводородного радикала (неполярная часть) и полярных групп. Их эмульгирующее действие тем эф-

фективнее, чем лучше сбалансированы в молекуле полярные и неполярные группы. Хорошо сбалансированной дифильной молекулой является лецитин, по примеру которого стремятся синтезировать промышленные эмульгаторы [5].

В работе [6] мы провели опыты по гидратации соевого масла и получили фосфатидный концентрат. При приготовлении майонеза мы использовали этот фосфатидный концентрат.

Для создания рецептур майонезов в данной работе предусмотрено использование гидратированных фосфолипидов в качестве эмульгатора, а именно, соевых фосфолипидов, что позволяет полностью исключить из рецептурного состава майонеза яичный белок, являющийся холестеринсодержащим компонентом. К тому же, при разработке среднекалорийного майонеза было решено обогатить его дополнительно инулином, тем самым компенсировать потери вызванные снижением содержания масла. Одной из популярных тенденций при производстве майонезов является снижение их жирности. В настоящее время уделяется достаточное внимание влиянию жирно-кислотного состава пищи на здоровье человека, учитывая это, нельзя было проигнорировать возможность создания высококалорийного майонеза сбалансированным жирно-кислотным составом жировой фазы. Таким образом, при выполнении данной работы было разработаны два вида майонеза – среднекалорийный «Майонез-1» и высококалорийный «Майонез-2», сбалансированным жирно-кислотным составом. В обоих рецептурах ценной добавкой в качестве основного эмульгатора присутствуют фосфолипиды. Рецептуры разработанных майонезов представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, уменьшение массовой доли масла в майонезах приводит к увеличению массовой доли воды. Кроме того, использование фосфатидного концентрата вместо яичного порошка приводит к увеличению массовой доли воды. «Майонез-2» содержит больше полиненасыщенных жирных кислот, таких как ω -3 и ω -6, чем «Провансаль». Из-за введения высоконенасыщенного соевого масла в рецептуру добавляют лимонную кислоту.

Следующие опыты работы посвящены исследованию создания рецептуры диетического майонеза обогащенный функциональным компонентами.

В пищевой промышленности инулин применяется в качестве технологического ингредиента. Инулин добавляется в детское питание, выпечку, молочные продукты, шоколад, диетические продукты и так далее[7].

Интересно, что инулин используется при изготовлении обезжиренных пищевых продуктов с целью снижения их калорийности. Получается это тем, что имитируется присутствие жира в продукте т.е. инулин при соединении с водой способен образовывать кремообразную субстанцию с текстурой, подобной жиру.

Таблица 1.

Рецептуры разрабатываемых майонезов

Наименование сырья	Содержание компонентов, %		
	«Провансаль»	«Майонез-2»	«Майонез-1»
Масло растительное			
в том числе:	65,4	65,0	40,0
- арахисовое	-	25,0	-
- подсолнечное	65,4	25,0	20,0
- соевое	-	15,0	20,0
Яичный порошок	5,0	-	-
Фосфолипиды	-	0,40	0,2
Молоко сухое обезжиренное	1,6	2,50	4,0
Альгинат натрия	-	0,15	0,6
Горчичный ароматизатор	0,05	0,05	0,05
Натрий двууглекислый	0,05	0,05	0,05
Сахар (песок)	1,05	1,05	1,5
Соль поваренная сорта «Экстра»	1,3	1,10	1,10
Уксусная кислота 80%-я	0,55	0,45	0,65
Лимонная кислота	-	0,25	-
Вода питьевая	25,0	29,0	51,85

Инулин может быть использован в лечении и первичной профилактики больных с наличием впервые выявленного или легкой формы сахарного диабета II типа, имеющих в анамнезе синдром нарушения толерантности к глюкозе. А также может быть использован при наличии у больных метаболического синдрома (нарушение углеводного обмена, гипертензия, гиперпротеинемия) в качестве средства, направленного на нормализацию углеводного и липидного обмена[8].

Доказано, что инулинсодержащие растения, среди которых топинамбур, оказывают гепатопротекторное действие, поэтому рекомендованы больным с вирусным гепатитом формы В и С, протекающими в хронической стадии.

Для исследования использовали клубни топинамбура преимущественно сорта «Файз барака», которые подвергали мойке, очистке, бланшированию и измельчали до частиц величиной около 1 - 2 мм. Полученную мезгу подвергали экстрагированию водой с температурой 70-80 °С при гидромодуля 1:4 в течение 60 минут. Экстракцию опытных образцов проводили на специально изготовленной лабораторной установке при постоянном перемешивании. Полученный раствор фильтровали через ватный диск, чтобы избавиться от крупных частиц. Потом полученный экстракт топинамбура выпаривали в вакуумной среде и концентрировали. После выпаривания получено экстракт топинамбура различной концентрации. Состав водного экстракта топинамбура приведен в таблице 2.

Таблица 2.

Состав водного экстракта топинамбура

№	Наименование компонента	Содержание, %		
		Исходный образец-1	После выпаривания	
			образец-2	образец-3
1	Белки	0,8	1,34	1,6
2	Углеводы, в т.ч.:	16,3	27,34	32,6
	моно- и дисахариды	6,7	11,24	13,4
	инулин	9,6	16,11	19,2
3	Пищевые волокна	0,8	1,34	1,6
4	Органические кислоты	0,1	0,17	0,2
5	Зола	1,2	2,01	2,4
6	Вода	80,8	67,78	61,6

Сначала содержание воды в составе раствора уменьшилось от 80,8 до 67,78 % (образец-2), а после этого до 61,6% (образец-3). В свою очередь, содержание инулина повышалось от 9,6% до 16,11 % и 19,2% соответственно.

В следующих опытах использовали данный раствор экстракта топинамбура вместо чистой воды в рецептуре майонеза.

На основе полученных компонентов в лабораторных условиях мы проводили исследования для созда-

ния рецептуры диетического майонеза с оптимизированными свойствами. Составленные рецептуры приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Рецептуры майонезов

Наименование сырья	Содержание компонентов, %				
	«Провансаль»	«Майонез-4»	«Майонез-3»	«Майонез-2»	«Майонез-1»
Масло растительное					
в том числе:	65,4	55,85	60,8	65,0	40,0
- арахисовое	-	20,0	20,0	20,0	-
- подсолнечное	65,4	25,0	25,0	25,0	20,0
- соевое	-	20,0	20,0	20,0	20,0
Яичный порошок	5,0	-	-	-	-
Фосфолипиды	-	0,40	0,40	0,40	0,2
Молоко сухое обезжиренное	1,6	2,50	2,50	2,50	4,0
Альгинат натрия	-	0,15	0,15	0,15	0,6
Горчичный ароматизатор	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Натрий двууглекислый	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Сахар (песок)	1,05	-	-	1,05	1,5
Соль поваренная сорт «Экстра»	1,3	1,5	1,3	1,10	1,10
Уксусная кислота 80%-я	0,55	0,45	0,45	0,45	0,65
Лимонная кислота	-	0,25	0,25	0,25	-
Вода питьевая	25,0			29,0	51,85
Водный экстракт топинамбура:					
образец 1	-	-	34,05	-	-
образец 3	-	38,8	-	-	-
Всего	100	100	100	100	100

Из таблицы 3 видно, что с увеличением массовой доли воды или водного экстракта топинамбура от 25,0 до 51,85 массовая доля масла снижается от 65,4 до 40,0%. Сахар(песок) использовался при применении воды и не использовался при водном экстракте топинамбура. Это объясняется наличием моно- и дисахаридов в водном экстракте топинамбура. С использованием водного экстракта топинамбура массовая доля масла снижается от 65,4 до 55,85%. Это объясняется наличием инулина в водном экстракте топинамбура.

Обычно количество воды уменьшается с увеличением содержания масла в рецепте[9]. Напротив, количество масла уменьшается с увеличением содержания воды. Это можно увидеть в образцах майонеза «Провансаль», «Майонез-2» и «Майонез-1». Использование водного экстракта не увеличивает общее содержание воды в эмульсии из-за инулина и других полезных веществ в экстракте. То есть, часть масла компенсируется инулином. График на рисунке 1 показывает изменение содержания масла, инулина и воды в образцах майонезов.

Рисунок 1. Изменение содержания масла, инулина и воды в образцах майонеза

Как видно из рисунка 1 с снижением содержание масла увеличивается количество воды. При этом снижается калорийность майонеза. С увеличением содержания инулина уменьшается количество масла, а содержание воды снижается незначительно. Но с

присутствием инулина калорийность майонеза значительно сохраняется.

Органолептические и физико-химические показатели майонезов полученных в опытах приведены в таблице 4.

Таблица 4.

Органолептические и физико-химические показатели майонезов

Наименование показателей	Образцы майонезов				
	Провансаль	Майонез-4	Майонез-3	Майонез-2	Майонез-1
Внешний вид, консистенция	Однородный сметанообразный продукт с единичными пузырьками воздуха.				
Вкус и запах	Слабо острый, кисловатый, с очень легким привкусом растительного масла и горчицы	Приятный слабо сладкий, с очень легким привкусом горчицы и лимонной кислоты	Нежный вкус, кисловатый, с запахом и привкусом горчицы и лимонной кислоты	Слабо острый, кисловатый, с очень легким привкусом растительного масла, горчицы и лимонной кислоты	Слабо острый, кисловатый, с очень легким привкусом растительного масла и горчицы
Цвет	Кремовато-желтый однородный по всей массе	Белый с легким кремовым оттенком, однородный по всей массе	Кремовато-желтый однородный по всей массе	Кремовато-желтый однородный по всей массе	Белый с легким кремовым оттенком, однородный по всей массе
Массовая доля жира, %	65,4	55,85	60,8	65,0	40,0
Массовая доля влаги, %	25,0	23,9	27,51	29	51,85
Кислотность в пересчете на уксусную или лимонную кислоту, %	Не более 1	Не более 1	Не более 1	Не более 1	Не более 1
Стойкость эмульсии, процент неразрушенной эмульсии, не менее	98	98	98	98	96

Данные исследования позволили создать рецептуры среднекалорийных майонезов, которые обогащены инулином и эссенциальными жирными кислотами а также высококалорийные сбалансированные жирно-кислотным составом. В обоих рецептурах ценной добавкой в качестве основного эмульгатора присутствуют соевые фосфолипиды.

После создания этих рецептов были изучены органолептические и физико-химические показатели разработанных продуктов, которые находились в рамках показателей предусмотренных ГОСТ 30004.1 – 93.[10]

Органолептическая оценка: консистенция продукта - однородная, сметаноподобная: продукт имеет

приятный мягкий вкус; цвет продукта - белый с легким кремовым оттенком, однородный по всей массе.

В заключении хотелось бы отметить, что научно-исследовательская работа по теме «разработка рецептуры диетического майонеза функционального назначения» является актуальной для диабетиков. Данные исследования еще раз подтверждают необходимость производства диетического майонеза функционального назначения для удовлетворения, не только экономических потребностей, но и физиологических потребностей населения мира.

Список литературы:

1. Нечаев А.П. и др. Майонезы. — СПб: ГИОРД, 2000. — 80 с.
2. Хираллах Яср Мохаммед Зафер. Автореферат диссертации по теме "Оценка потребительских свойств фосфолипидов рапсовых масел и разработка рекомендаций по их применению в производстве маргариновой продукции". Краснодар. 2005.
3. Шаззо Р.И., Касьянов Г.И. Функциональные продукты питания. -М.: Колос, 2000-248 с
4. Бутина Е.А. Научно-практическое обоснование технологии и оценка потребительских свойств фосфолипидных БАД [Текст]: дисс. д-ра техн. наук/ Е.А. Бутина – Краснодар, 2003. – 316 с.

5. Арутюнян Н.С., Корнена Е.П. Фосфолипиды растительных масел. М.: Агропромиздат, 1986-252 с.
6. Салиджанова Ш.Д., Рузибаев А.Т., Ботирова М.Н., Шавкатов С.Ж. Исследование переработки соевого масла и использование его при производстве маргарина // Universum: Технические науки.-2018. -№ 12(57), с.
7. Shoaib M, Shehzad A, Omar M, Rakha A, Raza H, Sharif HR, Shakeel A, Ansari A, Niazi S. Inulin: Properties, health benefits and food applications. Carbohydr Polymers. 2016 Aug 20; 147:444-454.
8. Parnell JA, Reimer RA. Weight loss during oligofructose supplementation is associated with decreased ghrelin and increased peptide YY in overweight and obese adults. Am J Clin Nutr. 2009 Jun;89(6):1751-9.
9. Арутюнян Н.С., Янова А.И, Корнена Е.П. Технология переработки жиров. Третье издание. М.: Пищепромиздат, 1999-452 с. (Учебники и учебные пособия для вузов).
10. ГОСТ 30004.1 – 93. Майонез. Технические условия. Госстандарт России. Москва 2000.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ МОРКИ И СУШКИ КОКОНОВ ТУТОВОГО ШЕЛКОПРЯДА

Сафаров Жасур Эсирганович

*д-р техн. наук, Ташкентский государственный технический университет,
Узбекистан, г. Ташкент*

E-mail: jasursafarov@yahoo.com

Султанова Шахноза Абдувахитовна

*доц., PhD, Ташкентский государственный технический университет,
Узбекистан, г. Ташкент*

E-mail: sh.sultanova@yahoo.com

Эргашева Зулфия Кахрамановна

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

Самандаров Достон Ишмухаммат угли

*ассистент, Ташкентский государственный технический университет,
Узбекистан, г. Ташкент*

RESEARCH TECHNOLOGY AND TECHNOLOGIES FOR CARRIAGE AND DRYING OF COCONS OF HERE

Jasur Safarov

*Doctor of Technical Sciences, Tashkent state technical university,
Uzbekistan, Tashkent*

Shakhnoza Sultanova

*Docent, PhD, Tashkent State Technical University,
Uzbekistan, Tashkent*

Zulfiya Ergasheva

*Applicant, Tashkent State Technical University,
Uzbekistan, Tashkent*

Doston Samandarov

*Assistant, Tashkent State Technical University
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрено исследование техники и технологии для морки и сушки коконов тутового шелкопряда. Предлагается разработка техники и технологии для морки и качественной сушки коконов тутового шелкопряда с использованием низкой температуры с помощью инфракрасного излучения, упругих волн и конвективного теплоподвода. Процесс переработки коконов тутового шелкопряда характеризуется рядом параметров: качеством и количеством сырья и готового продукта, температурой и относительной влажностью среды, временем пребывания продукта в установке. При использовании данной техники и технологии обеспечивается процесс ускорения морки и сушки, а также качество полученного шелка.

ABSTRACT

The article discusses the study of equipment and technologies for carrots and drying of silkworm cocoons. The proposed development of equipment and technology for carrots and high-quality drying of silkworm cocoons using low temperature using infrared radiation, elastic waves and convective heat supply. The process of processing silkworm cocoons is characterized by a number of parameters: the quality and quantity of raw materials and the finished product, the temperature and relative humidity of the environment, the residence time of the product in the installation. Using this

technique and technology, the process of accelerating carrots and drying, as well as the quality of the resulting silk, is ensured.

Ключевые слова: коконов тутового шелкопряда, упругих волн, инфракрасного излучения, морки, сушки.

Keywords: silkworm cocoons, elastic waves, infrared radiation, carrots, drying.

Натуральный шелк пользуется большим спросом во многих странах. По потребительским свойствам он выше других текстильных волокон. Большая прочность, высокая упругость, гигроскопичность, красота тканей, незаменимость до сих пор шелкового волокна в некоторых технических производствах делают натуральный шелк уникальным. Шелководство во всем мире до настоящего времени остается самой слабо механизированной отраслью сельского хозяйства.

Одним из важных путей повышения значения отрасли в сельскохозяйственной сфере считаем усовершенствование технологии производства грен и коконов тутового шелкопряда на основе комплексной механизации основных процессов в шелководстве.

В Японии (также одной из ведущих стран шелководства) в настоящее время наблюдается резкое снижение производства коконов и, как результат, шелка-сырца. Причина та же – трудоемкость производства, уход работников в другие, более популярные отрасли. Хотя процессы там несколько лучше механизированы, чем в других странах. Но это в основном малая кустарная механизация, и ее тоже далеко недостаточно. Большой спрос на натуральный шелк привел к тому, что Япония импортирует коконы и шелк-сырец из Кореи, Китая, частично из СНГ, ведутся переговоры о создании совместных предприятий [1].

Решению научных и практических вопросов по увеличению производства коконного сырья и повышению его качества на основе совершенствования технологических процессов посвящен ряд зарубежных и отечественных работ ученых и практиков [2-4].

Усилия, направленные на усовершенствование техники и технологии по переработке коконов тутового шелкопряда путем широкого внедрения комплексной механизации, позволят снизить трудозатраты и повысить качество продукции. Более привлекательный механизированный труд уменьшит текучесть кадров и даст толчок к более эффективному использованию достижений ученых в шелководстве. Поэтому эти исследования и разработки представляют теоретический и практический интерес.

Сушка – тепловой процесс обезвоживания продуктов путем испарения влаги и отвода образующихся паров. При этом в веществе происходит перенос тепла и диффузионное перемещение влаги. Процесс сушки используется во многих отраслях производства. Предлагаемая технология сушки коконов тутового шелкопряда с использованием низкой температуры с помощью инфракрасного излучения, упругих волн, вибрации и конвективного теплоподвода является одним из наиболее инноваци-

онных и подходящих способов сушки. Развитие подобного оборудования – довольно перспективное направление. Технологические особенности данного процесса позволяют достигнуть эффективной морки и качественной сушки коконов тутового шелкопряда. Дополнительно ставится задача получения новых качеств в готовом продукте. Для достижения этих целей необходимо применение соответствующего эффективного энергосберегающего оборудования с использованием низкой температуры в текстильном производстве сохраняет свое качество и внешний вид.

Процесс переработки коконов тутового шелкопряда характеризуется рядом параметров: качеством и количеством сырья и готового продукта, температурой и относительной влажностью среды, временем пребывания продукта в установке.

Преимущества возбуждения волн в упругой системе коконов существует низкая резонансная частота, пригодная для практических целей, т.е. можно использовать высокочастотные и низкочастотные упругие волны, ($f_{\text{резонансная}} \leq 30 \text{ кГц}$).

Колебания упругих волн внутри продукции создают условия для улучшения массотеплообмена при условиях существования давления и температуры. Колебания упругих волн усиливают скорость образования этих волн с помощью капиллярного влагопереноса. Использование этих колебаний в системах обезвоживания усиливает эффекты выпарки влаги и морки коконов.

Использование колебаний упругих волн при морке и сушке продукции тутового шелкопряда в диапазоне частот 26-35 кГц показало ускорение процесса. Рабочая температура в процессе морки и сушки коконов тутового шелкопряда 70-80 °C.

Одним из возможных вариантов создания вибрационных движений для морки и сушки продукции является разработка вибромеханизма всего оборудования, в частности шкафа вместе с продукцией. Для решения этой задачи необходимо создание устройства вибромеханизма, которое производит механические низкочастотные колебания относительно закрепленной платформы.

Для создания низкочастотных ($\tau < 100 \text{ Гц}$) механических колебаний для морки и сушки сырья в стационарной установке можно предложить различные механизмы, образующие поступательные или вращательные движения. Основным назначением этих механизмов должно быть создание вертикальных колебаний горизонтально расположенных рабочих полок.

Инфракрасное излучение – это разновидность электромагнитного излучения, занимающего в спектре электромагнитных волн диапазон от 0,77 до 340 мкм. При этом диапазон от 0,77 до 15 мкм считается

коротковолновым, от 15 до 100 мкм – средневолновым, а от 100 до 340 – длинноволновым. Коротковолновая часть спектра примыкает к видимому свету, а длинноволновая сливается с областью ультракоротких радиоволн. Поэтому инфракрасное излучение обладает как свойствами видимого света (распространяется прямолинейно, отражается, преломляется), так и свойствами радиоволн (оно может проходить сквозь некоторые материалы, непрозрачные для видимого излучения).

В основе ИК-технологии переработки лежит способность молекул воды поглощать некоторый спектр ИК-излучения. При этом органика продукта с определенной долей достоверности может считаться прозрачной для ИК-лучей. Таким образом, преобразуемая из электричества ИК-энергия без потерь полностью передается воде продукта, нагревая ее и заставляя испаряться.

В качестве генераторов ИК- излучения для промышленных сушильных установок сырья в нашей стране и за рубежом применяются нагреватели разных типов и конструкций. Они различаются длиной волны максимума излучения, зависящей от температуры и методов нагрева (электрический, газовый) и конструкций элемента сопротивления (металлические, керамические, силитовые). Превращение лучистой энергии в тепловую обусловлено терморadiационными спектральными свойствами продукта, т. е. его пропускающей, отражательной и поглотительной способностью. Энергия ИК-излучения превращается в тепло только в том случае, если она поглощается облучаемым веществом. Для разных материалов степень поглощения и глубина проникновения ИК-лучей различны, так как материалы избирательно относятся к длине волны падающего излучения. Длина волны, в свою очередь, зависит от температуры генератора ИК-излучения.

Таким образом, спектральные оптические свойства продукта и спектральные характеристики нагревателей взаимосвязаны и имеют первостепенное значение. При обоснованном выборе типа излучателя и режима облучения обеспечивается проникновение инфракрасного излучения в глубь продукта, что интенсифицирует процессы тепло- и массообмена.

Предлагаемая разработка техники и технологии для морки и сушки коконов тутового шелкопряда эффективна при использовании низкотемпературной, инфракрасной, вибрационной установки, с применением упругих волн и конвективного теплоподвода. При использовании данной техники и технологии обеспечивается процесс ускорения морки и сушки, а также качество полученного шелка.

Основные преимущества предлагаемой техники и технологии:

- достижение энергосбережения путем применения инфракрасного излучения, упругих волн, вибрации и конвективного теплоподвода;
- получение количественных и качественных конечных продуктов коконов тутового шелкопряда;
- обеспечение равномерной морки и сушки путем обезвоживания продукта;
- за счет совершенствования установки повышается ее производительность, улучшается качество морки и сушки;
- повышение надежности работы за счет разработанной техники и технологии, снижение трудоемкости работы, что позволяет уменьшить количество обслуживающего персонала;
- использование предлагаемой техники и технологии заметно сокращает время сушки и морки коконов тутового шелкопряда;
- за счет использования низкой температуры обеспечивается качество получаемого шелка и его цвета.

Список литературы:

1. Бурлаков В.С. Повышение эффективности шелководства на базе новых технологий с использованием разработанных технических средств: Дисс. д-ра с/х наук. – Белгород, 2005. – 275 с.
2. Сафаров Ж.Э. Нелинейные процессы при распространении тепла в слое обезвоживаемого объекта // Тез. докл. молодежной науч. конф. «Ломоносов-2010». – Ташкент, 2010. – С. 43-45.
3. Сафаров Ж.Э., Султанова Ш.А., Дадаев Г.Т. Изучение переработки куколки коконов тутового шелкопряда // Мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. «Моделирование и анализ сложных технических и технологических систем». – Самара, 2018. – С.
4. Safarov J.E., Sultanova Sh.A., Dadaev G.T. Mathematical modeling of the linear stationary process of drying with accuracy of evaporation and temperature relation on the surface of the layer in infrared heating. Agricultural Research & Technology: Open Access Journal. USA, 2017. Vol. 9, Issue 5. P. 001-003.

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ ЗЕРНА И ЗЕРНОПРОДУКТОВ

Мукимов Зиёвиддин

*ст. преподаватель, Ташкентский государственный аграрный университет,
Узбекистан, г. Ташкент*

E-mail: ziyodullamukimov@mail.ru

Турсунов Сотволди Турсунович

*канд. с.-х. наук, доц., Наманганский инженерно-технологический институт,
Узбекистан, г. Наманган*

E-mail: ulugbektursunov@mail.ru

MODERN REQUIREMENTS FOR QUALITY OF GRAIN AND GRAIN PRODUCTS

Ziyoviddin Mukimov

*Senior lecture, Tashkent State Agrarian Univrsity,
Uzbekistan, Tashkent*

Sotvoldi Tursunov

*PhD, Associate professor, Namangan engineering and technology institute,
Uzbekistan, Namangan*

АННОТАЦИЯ

В статье изучено влияние сортов, агротехнологического ухода за озимой пшеницей на качество выхода готовой продукции в мельницах, рассмотрены требования по ГОСТу к качеству зерна и зернопродуктов.

ABSTRACT

The article studies the influence of varieties, agro technological care of winter wheat on the quality of finished products in mills, considers the requirements according to CYST to the quality of grain and grain products.

Ключевые слова: зерно, сельское хозяйство, техническая база, посевная площадь, качество зерна, безопасность, хлебный резерв, урожайность, продовольственная программа, контроль качества зерна.

Keywords: grain, agriculture, technical base, sown area, grain quality, safety, grain reserve, yield, food program, grain quality control.

Зерновое производство – главная и решающая основа развития всех пищевых отраслей. Огромное значение зерновых культур определяется тем, что получаемые из зерна продукты служат основными продуктами питания людей. Среди всех продуктов, используемых для питания, нет ни одного, который мог бы сравниться с зерном.

Зерно и получаемые из него продукты питания по сравнению с другими наиболее востребованные и дешевые. Все это исторически определило значение и место зерна, продуктов его переработки в питании – они стали продуктами массового и повседневного потребления человеком.

Увеличение производства зерна является одной из самых важных неотложных задач. Оно диктуется

потребностями развития сельского и народного хозяйства страны. Непрерывное увеличение численности населения требует дальнейшего увеличения заготовки зерна и создания мощных хлебных резервов. Для обеспечения потребителей высококачественным хлебопродуктом и выполнения продовольственной программы необходимо совершенствование, интенсификация модернизации мукомольной и комбикормовой промышленности, увеличение вместимости элеваторов и механизированных складов.

В республике в 2017-2018 годах средний годовой валовой сбор зерна достиг свыше 8,0 млн тонн, а средняя урожайность достигла свыше 60 ц/га, возрос уровень государственной закупки зерна, это видно из данных таблицы 1.

Таблица 1.

Период	Валовой сбор (млн т)	Урожайность (ц/га)	Государственная закупка (млн т)
2015	7.800	60	5.0
2016	8.261	63	5.0
2017	8.300	64	5.1
2018	6.124	47	5.1
2019	8.800	68	5.5

Обеспечение зерноперерабатывающей промышленности сырьем высокого качества является очень серьезной задачей. Важнейшее условие получения качественного зерна – выполнение технологических требований, предъявляемых к каждой отдельной операции, а для этого необходима организация внутрихозяйственного контроля. Лишь таким образом можно добиться подъема сельского хозяйства, повышения качества зерна и продуктивности всех отраслей, а также соответствия мировым стандартам.

Согласно ГОСТу 9353-90 показателями качества зерна озимой пшеницы, по которым определяются класс и закупочная стоимость, являются типовой со-

став, состояние, запах, цвет, массовая доля клейковины, качество клейковины, число падения, стекловидность, натура, наличие примесей и проросших зерен. Однако современный уровень производства зерна еще не настолько высок, чтобы можно было производить зерно превосходного качества. Качество зерна – один из важнейших показателей при умножении хлебных запасов страны, способствующих увеличению потребности населения. Прежде всего, качество зерна закладывается на поле и обеспечивается технологиями возделывания пшеницы. Если на поле не будет заложена сила агротехники, то ее невозможно будет восполнить в хлебопекарных цехах.

Таблица 2.

Физико-механические показатели местных сортов зерна

Наименование показателей качества местных сортов зерна		Регион произрастания (Ташкентская обл.) Название сорта	
		Зимница	Хисорок
Влажность, %	12,4	12,3	12,6
Примесь сорная, %	3,20	3,50	2,90
Примесь зерновая, %	2,60	1,90	3,30
Масса 1000 зерен, г	41	41	37
Объемная масса, г/л	797	807	790
Стекловидность, %	50	52	49
Плотность, г/см ³	1,25	1,19	1,11
Скважистость, %	47,3	37,5	39,7
Угол естественного откоса, град.	49	41	40

На качестве зерна сконцентрирован труд ученых, фермеров, земледельцев, рабочих. Система земледелия нуждается в научно обоснованных технологиях севооборотов и внесения необходимых удобрений. На качестве зерна напрямую сказываются сроки жатвы и работа по после уборочной подработке зерна на току. Немаловажно качество заготовок.

Обычно технологический процесс – это сочетание в определенной последовательности физических или других воздействий на сырье, что приводит к изменению его свойств или состояния в процессе получения готовой продукции. На мукомольных заводах в результате ведения технологического процесса получают основную продукцию и побочные отходы. Основная продукция мукомольных заводов – мука. Очевидно, что технология производства муки как научной дисциплины состоит в наиболее рациональных способах переработки зернового и другого сырья в муку.

Содержание белка – это количество белка, выраженное в процентах. Оно должно быть на уровне 10-

20%. При повышении содержания белка более 17-20% и при снижении менее 11% ухудшается качество хлеба. Содержание белка и клейковины находится в тесной связи: увеличение содержания белка в 1,4 раза соответствует увеличению клейковины в 2 раза (например, при увеличении содержания белка с 11 до 17% содержание клейковины увеличивается с 16 до 32%).

По данным научно-исследовательских работ, увеличение гидротермического коэффициента в течение вегетации на 1 единицу приводит к снижению содержания белка на 3,78%. Увеличение дозы удобрения на 1 ц/га способствует увеличению содержания белка на 0,63%. По расчетам специалистов, увеличение содержания белка в зерне пшеницы только на 1% в масштабе страны равноценно дополнительному повышению на 600 тыс. тонн растительного белка. Если из 100 кг муки с низкими технологическими свойствами выпекается 90-95 кг хлеба, то из такого же количества высококачественной муки получается до 115 кг питательного и очень вкусного

хлеба. Увеличение содержания белка на 1% равноценно (содержанию белка) повышению урожайности зерновых на 6-7 центнеров с гектара. Этого можно достигнуть путем повышения эффективности использования минеральных и органических удобрений, максимального расширения посевов на поливных землях и в районах с достаточным увлажнением, а также за счет создания и внедрения высокоурожайных сортов и гибридов, улучшения агротехники и повышения квалификации руководителей фермерских хозяйств.

Содержание клейковины рассчитывают как отношение количества сырой клейковины к суммар-

ному белку. Наличие клейковины определяет хлебопекарное качество муки, полученной из зерна пшеницы. Так, в соответствии с ГОСТом 9353-90 зерно высшего класса должно содержать 36% клейковины, 1-го – 32%, 2-го – 28%, 3-го – 23% и 4-го – 18%. Кроме того, на содержание белка и клейковины существенно влияют и другие факторы, действующие как в период вегетации, так и в послеуборочный период. Качество зерна существенно ухудшается при поражении растений болезнями и при неблагоприятных погодных условиях (чередовании дождей и засух непосредственно перед уборкой). Отмечается заметное снижение содержания клейковины и белка при завышении температуры сушки влажного зерна.

Таблица 3.

Средний химический состав основных видов зерна (г/100 г зерна)

Вид зерна	Вода	Белок	Жиры	Углеводы	Пищевые волокна	Зола
Твердая <u>пшеница</u> (дурум)	14,0	13,0	2,5	57,5	11,3	1,7
Мягкая <u>пшеница</u>	14,0	11,8	2,2	59,5	10,8	1,7

Таким образом, качество зерна зависит от большого количества факторов. Их можно разделить на две группы: первая – факторы, на которые воздействовать не представляется возможным (погодно-климатические условия вегетационного сезона), и вторая – факторы, которыми можно управлять (питание растений, защита растений от вредителей, болезней и сорняков и качественная доработка зерна).

Согласно оценке научных исследований, болезни колоса (чернь, септориоз и фузариоз) приводят к снижению содержания белка и клейковины, уменьшению natyры и массы 1000 зерен и загрязнению микротоксинами. Поражение болезнями листьев (пятнистости, различные виды ржавчины и мучнистая роса) также снижает содержание белка и клейковины, уменьшает natyру, массу 1000 зерен и выход муки. Полегание приводит к прорастанию зерен, уменьшению числа падения и выхода муки.

Мука – порошкообразный продукт в основном из зерна пшеницы и ржи со сложным химическим составом. Потому что в нее могут попадать различные по химическому составу и физическим свойствам части зерна от грубых, окрашенных в различные оттенки коричневого цвета оболочек, до белого цвета частиц эндосперма.

Если технологический процесс на мельнице построен таким образом, что в муку попадает в основном крахмалистый эндосперм с минимальным количеством оболочек, то получают сортовую муку; чем меньше темноокрашенных оболочек попадает в муку, тем выше ее сорт. По химическому составу сортовая мука состоит из 10-15% белка, 70-80% крахмала и небольшого содержания жиров, витаминов, микроэлементов, клетчатки и т. п.

Если технологический процесс на мельнице построен таким образом, что в муку измельчаются все анатомические части зерна (оболочки, алейроновый слой, эндосперм, зародыш), а в качестве побочного

продукта отбирают не более 1-2% периферийной части зернооболочек, то получают обойную муку. По своему химическому составу обойная мука практически повторяет химический состав зерна.

Одним из основных факторов, способствующих высокой эффективности технологии, является качество сырья. Оно определяет хлебопекарное достоинство муки. Зерно, содержащее низкую клейковину, не может дать хлебу удовлетворительное качество.

Последнее зависит от набора физических и других показателей, которые регламентируются специальными нормативными документами. Например, для переработки в сортовую муку пригодна только продовольственная пшеница не ниже определенного класса. Переработка пшеницы должна обеспечить получение муки необходимого качества по ряду показателей, которые в основном определяются качеством зерна. Для обеспечения надежности функционирования таких сложных в техническом отношении объектов, какими являются мельницы, качество сырья должно быть неизменным во времени. Последнее позволит стабилизировать режимы работы отдельных систем и сделает работу предприятия эффективной.

Мировое производство пшеницы в 2016 году, по оценкам «Организации экономического сотрудничества и развития» (ОЭСР), находится на уровне 724,0 млн тонн. По прогнозам данной организации, в последующие годы существенных изменений в мировом производстве пшеницы не ожидается.

В перспективе следующих 10 лет прирост мирового производства пшеницы замедлится. К 2024 году показатели вырастут по отношению к 2014 году на 7,9%, или на 59,7 млн тонн. В мировом масштабе особое внимание уделяют количеству, но не менее значимую роль играют и высокосортные зерновые культуры, которые напрямую влияют на качество и

количество. Поэтому целесообразно увеличить численность качественных зерновых культур высокого сорта в мировом и республиканском масштабе. Для решения проблемы развития сельского хозяйства необходима всесторонняя интенсификация сельскохозяйственного производства, перевод его на современную индустриальную основу ускоренного научно-технического прогресса.

В сельском хозяйстве изменилась форма собственности, укрепилась материально-техническая база, в результате чего оно приобретает более индустриальный облик. Агропромышленная и производственная интеграция развивается за счет более разносторонних концентраций и специализаций.

Список литературы:

1. Волкова Н.А. Технологические и биохимические показатели качества зерна: Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. с.-х. наук / Государственный аграрный университет Северного Зауралья. – Тюмень, 2015. – 16 с.
2. Мелешкина Е.П. Нужно ли нам качество зерна // Хлебопродукты. – 2011. – № 6. – С. 12-16.
3. Мелешкина Е.П. Развитие товарной классификации зерна пшеницы // Контроль качества продукции. – 2017. – № 3. – С. 2-11.
4. Мелешкина Е.П. Совершенствование классификации заготавливаемого зерна сильной пшеницы на основе изучения ее хлебопекарных свойств: Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук / Московский технологический институт пищевой промышленности. – М., 1990. – 23 с.
5. Статистический анализ основных показателей отрасли сельского хозяйства Республики Узбекистан в 2000-2016 гг. [Электронный ресурс] – Режим доступа: (дата обращения: 20.04. 2019).
6. Якубжонов О., Турсунов С., Мукимов З. Дончилик. – Ташкент: Янги аср авлоди, 2009. – 497 с.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТРУБЧАТОГО
ТЕПЛООБМЕННИКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ И РАСХОДА
УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ*Худайбердиев Абсалом Абдурасулович*

канд. техн. наук, старший научный сотрудник лаборатории «Процессы и аппараты химической технологии»
Институт общей и неорганической химии АН Республики Узбекистан,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: jarayon@mail.ru

Исмаилов Ойбек Юлибоевич

доктор философии (PhD), старший научный сотрудник лаборатории «Процессы и аппараты химической технологии» Институт общей и неорганической химии АН Республики Узбекистан,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: ismoilovnmipi@mail.ru

ANALYSIS OF CHANGES IN THE HYDRAULIC RESISTANCE OF THE TUBULAR
HEAT EXCHANGER DEPENDING ON THE TEMPERATURE AND CONSUMPTION
OF HYDROCARBONS*Absalom Hundayberdiyev*

Candidate of Technical Sciences, senior research of laboratory "Processes and devices of chemical technology"
Institute of general and inorganic chemistry AS of the Republic of Uzbekistan
Uzbekistan, Tashkent

Oybek Ismailov

doctor of philosophy (PhD), senior researcher of the laboratory "Processes and devices of chemical technology"
Institute of General and inorganic chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Приведены результаты изучения изменения гидравлического сопротивления ΔP опытного и промышленного трубчатых теплообменников при различных расходах V нефти. Установлено, что в диапазоне средней температуры подогрева нефти $20 \div 60$ °C величина ΔP по длине опытного аппарата повышается в 3-3,5 раза, а повышение расхода нефти в пределах $V = 10 \div 20$ л/мин при этом приводит к росту величины ΔP в 1,5-2 раза. В диапазоне производительности по нефти $V = 67 \div 134$ м³/ч величина ΔP промышленного теплообменника по длине трубного пучка интенсивно повышается по наклонной прямой в среднем в 6 раз.

ABSTRACT

The results of the study of changes in hydraulic resistance of experimental and industrial tubular heat exchangers ΔP different costs in oil are presented. It is established that in the range of the average temperature of the heated oil $20 \div 60$ °S the value of the ΔP along the length of the experimental apparatus is increased in 3-3,5 times, and increasing the flow of oil in the range from $V = 10 \div 20$ l/min in this case leads to an increase in the size of ΔP is 1,5-2 times. In the performance range of oil $V = 67 \div 134$ м³ / h ΔP industrial heat exchanger along the length of the tube bundle is intensively increased along an inclined straight on average 6 times.

Ключевые слова: нефть, подогрев нефти, теплообменник; теплопередающая труба, скорость потока, температура, расход, гидравлическое сопротивление.

Keywords: oil, oil heating, heat exchanger; heat transfer pipe, flow rate, temperature, flow rate, hydraulic resistance.

При гидравлических расчетах трубчатого теплообменника с заданной производительностью обычно определяют гидравлическое сопротивление аппарата ΔP или же выбирают оптимальный диаметр его теплопередающих трубок с целью обеспечения минимального значения ΔP . Нагреваемая жидкость по трубкам движется благодаря перепаду ее энергии в их концевых участках, что создается работой насоса. По известной величине ΔP подбирают тип насоса для перекачки сырья через теплообменник и выбирают его рациональный гидродинамический режим эксплуатации [1].

Гидравлическое сопротивление (потери напора) ΔP складывается из потерь: напора на трение $\Delta P_{тр}$ и на преодоление местных сопротивлений $\Delta P_{мс}$. При этом величину $\Delta P_{тр}$ по длине теплопередающих труб L теплообменников определяют по выражению [2,3,4]:

$$\Delta P_{тр} = \lambda(Ln/d_{вн})(v^2\rho/2), \quad (1)$$

где L – длина одной трубки, м; n – количество трубок в аппарате, шт; v и ρ – средняя скорость (м/с) и плотность (кг/м³) потока.

Известно, что диаметр трубок $d_{вн}$ определяют в зависимости от расхода теплоносителей V (м³/с) или G (кг/с) [2,3]:

$$v = 4V/\pi d_{вн}^2 n \quad (2)$$

или

$$v = 4G/\rho\pi d_{вн}^2 n. \quad (3)$$

Влияние гидравлического сопротивления опытного и промышленного трубчатых теплообменников $\Delta P_{тр}$ к величине энергетических расходов N_n (Вт) на перекачку нагреваемого углеводородного сырья установлено расчетным путем по (1).

Расчеты изменения гидравлического сопротивления ΔP опытного двухтрубного теплообменника [5,6] по длине его теплопередающей трубы L выполнены для случаев нагревания нефти с плотностью $\rho_{20} = 853$ кг/м³ в диапазоне средней температуры нефти $t_{ср} = 20 \div 60$ °С при ее расходах $V = 10, 15$ и 20 л/мин. Параметры теплопередающих труб обоих теплообменников – $L = 6$ м, $d_{вн} = 0,02$ м и шероховатость их стенки составляет $\Delta_s = 0,001$ м.

На рис. 1 отражены изменения гидравлического сопротивления ΔP (Па) опытного теплообменника по длине теплопередающей трубы L (м) при расходах нефти $V = 10, 15$ и 20 л/мин.

Рисунок 1. Изменение величины ΔP (Па) опытного теплообменника по его длине L (м) в зависимости от расхода нефти V (л/мин) при 20 °С: 1 - 10; 2 - 15; 3 - 20

Как видно из рисунка, с ростом расхода нефти V величина ΔP аппарата по его длине L интенсивно растет по наклонной линии. Анализ расчетных данных показывает, что при $V = 10$ л/мин гидравлическое сопротивление ΔP в конце трубы опытного теплообменника увеличивается от 445 до 1649 Па (в 3,7 раза), при $V = 15$ л/мин от 820 до 2627 Па (в 3,2 раза) и при $V = 20$ л/мин от 1299 до 3708 Па (в 2,86 раза).

Увеличение расхода нефти от 10 до 15 л/мин повышает величины ΔP в начальном участке труб аппарата в 1,84 раза, что в конце трубы падает до 1,59

раза. При двукратном увеличении расхода нефти (от 10 до 20 л/мин) величина ΔP в концевых участках трубы аппарата составляет соответственно в 2,92 раза (в начале) и 2,25 раза (в конце).

На рис. 2 отражены изменения величины ΔP по длине труб опытного теплообменника при расходе нефти $V = 10$ л/мин, в зависимости от средней ее температуры $t_{ср} = 20, 30, 40, 50$ и 60 °С. Как видно из рисунка, при постоянном расходе нефти с ростом ее температуры сопротивление аппарата ΔP по длине трубы L также возрастает по наклонной прямой.

Рисунок 2. Изменение величины ΔP (Па) опытного теплообменника по его длине L (м) в зависимости от средней температуры нагреваемой нефти t_{cp} (°C): 1 - 20; 2 - 30; 3 - 40; 4 - 50; 5 - 60 при ее расходе $V = 10$ л/мин

Анализ изменения величины ΔP показывает, что процессе перекачки нефти расходом $V = 10$ л/мин при 20 °C, величина ΔP опытного аппарата в конечных участках трубы растет от 445 до 1649 кПа (в 3,7 раза). При заданном расходе нефти, повышение ее температуры в ходе нагревания приводит к росту величины ΔP аппарата: при $t_{cp} = 30$ °C - в 3,7 раза; 40 °C - в 3,2 раза; 50 °C - в 2,95 раза и 60 °C - в 2,75 раза.

В целом, в температурном интервале от 20 до 60 °C изменение величины ΔP по длине трубы опытного теплообменника L составляет от 1,48 до 1,994 раза.

На рис. 3 изображены изменения гидравлического сопротивления ΔP промышленного теплообменника 10E07 Бухарского НПЗ [7] по длине трубного пучка L при регламентированных расходах нефти $V = 67, 100,5$ и 134 м³/ч с температурой 20 °C.

Рисунок 3. Изменение величины ΔP (кПа) теплообменника 10E07 по длине трубного пучка L (м) при 20 °C в зависимости от его производительности V (м³/ч) по нефти: 1 - $V = 67$; 2 - 100,5; 3 - 134

Результаты расчетов свидетельствуют о том, что при перекачке по трубам нефти, изменение величины ΔP теплообменника 10E07 по длине трубного пучка L возрастает в среднем в 6 раз, в зависимости от его производительности (при 67 м³/ч - 6,14 раза, 100,5 м³/ч - 5,99 раза и 134 м³/ч - 6,0 раза). Увеличение производительности теплообменника в 1,5 раза (от

67 до 100,5 м³/ч) приводит к повышению ΔP в начальном участке трубного пучка от 2,31 раза и его небольшое падение до 2,25 раза в конце трубчатки. При двукратном увеличении расхода нефти в аппарате (от 67 до 134 м³/ч) рост его гидравлического сопротивления ΔP повышается в среднем в 4 раза (в начале трубного пучка - 4,1 раза, а в конце - 4,0 раза).

Таким образом, в диапазоне средней температуры нефти $20 \div 60$ °С гидравлическое сопротивление опытного аппарата по длине его трубы повышается в 3-3,5 раза, а повышение расхода нефти в пределах 10-20 л/мин приводит к росту сопротивления аппарата от 1,5 до 2,0 раза. В диапазоне производительности по нефти 67-134 м³/ч сопротивление теплообменника

10E07 по длине трубного пучка интенсивно повышается по наклонной прямой в 6 раз. Двукратное увеличение производительности теплообменника приводит к росту гидравлического сопротивления его трубного пучка от 2,3 до 4 раза. Результаты исследования пригодны для определения эффективных гидродинамических режимов работы промышленных трубчатых теплообменников.

Список литературы:

1. Чугаев Р.Р. Гидравлика. - Л.: Энергоиздат, 1982. - 672 с.
2. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. - 8-е изд., перераб. - М.: Химия, 1971. - 783 с.
3. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Учебное пособие для вузов/ Под ред. П.Г. Романкова. - 10-е изд., перераб. и доп. - Л.: Химия, 1987. - 576 с.
4. Иванец В.Н., Бородулин Д.М. Процессы и аппараты химической технологии: Учебное пособие. - Кемерово: КТИПП, 2006. - 172 с.
5. Худайбердиев А.А., Исмаилов О.Ю. Изучение процесса нагрева нефти углеводородными парами в опытном трубчатом теплообменнике // Международный научно-технический журнал: Химическая технология, контроль и управление. - Ташкент, 2012. - № 5. - С. 23-27.
6. Хурмаматов А.М., Исмаилов О.Ю., Худайбердиев А.А. Гидродинамика нагрева углеводородного сырья в трубчатых теплообменниках. - Ташкент: Navroz, 2019. - 110 с.
7. Технологический регламент установки атмосферной перегонки смеси газоконденсата и нефти и фракционирования гидроочищенной нефти Бухарского НПЗ. - TR 16472899-001: 2009.

РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ И СВОЙСТВ СТРУКТУР В ДИСПЕРСИЯХ ПОЛУВОДНОГО ГИПСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИМЕРНЫХ РЕАГЕНТОВ

Абылова Амина Жанабаевна

*д-р техн. наук (PhD), Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук
Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан,
Узбекистан, г. Нукус
E-mail: amina.abdylova13@mail.ru*

REGULATION OF THE PROCESSES OF STRUCTURE FORMATION AND PROPERTIES OF STRUCTURES IN DISPERSIONS OF AQUA GYPSUM USING POLYMERIC REAGENTS

Amina Abylova

*Doctor of Technical Sciences (PhD), Karakalpak Research Institute of Natural Sciences,
Karakalpak Branch of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Nukus*

АННОТАЦИЯ

В статье анализируются полученные результаты исследований, согласно которым можно полагать, что смесь гидролизованного полиакрилонитрила и технического лигносульфоната является эффективной добавкой для регулирования сроков схватывания гипсового вяжущего на основе исследуемых образцов.

ABSTRACT

The article analyzes the obtained research results. It can be assumed that a mixture of hydrolyzed polyacrylonitrile and technical lignosulfonate is an effective additive for regulating the setting time of a gypsum binder based on the studied samples.

Ключевые слова: гипс, ПАВ, гипан, кристаллизационных структур, сроков схватывания, барханный песок.
Keywords: gypsum, surfactant, gypsum, crystallization structure, setting time, sand dune.

По мере выделения двуводного гипса из растворов его кристаллы растут, сростаются и обуславливают схватывание и твердение исходной смеси с водой. Во многих случаях происходит нарушение структуры твердеющего гипса после начала его схватывания, что приводит к резкому снижению его прочности. В настоящее время для регулирования процессов и сроков схватывания широко применяют различные полимерные химические реагенты и ПАВ, комплексные добавки, состоящие из веществ, принадлежащих к разным классам, применение которых открывает более широкие возможности при регулировании процессов схватывания вяжущих и подборе оптимальных условий для формирования изделий. Например, при совместном введении добавок электролитов и поверхностно-активных соединений на первом этапе твердения проявляется влияние замедлителя гидратационного твердения [5, с. 26-37; 4, с. 224]. В течение этого индукционного периода гипсовое тесто обладает пластичностью, но не набирает прочность. В дальнейшем наступает быстрое твердение гипса с такой же скоростью, как и в присутствии одного ускорителя первого класса. Следует также отметить, что введение добавок (ускорителей или за-

медлителей схватывания) обычно отрицательно сказывается на конечной прочности гипсовых изделий. В литературе [3, с. 69-72; 2, с. 56-62] имеются сведения, что введение поверхностно-активных веществ в умеренном количестве (до 0,3 %) способствует увеличению прочности изделий, так как снижение ими активности гипса компенсируется приростом прочности вследствие значительного уменьшения водотвердого отношения. Однако теоретические аспекты воздействия различных полиэлектролитов и ПАВ на процессы роста и формирования кристаллов двуводного сульфата кальция, образующегося при твердении гипсовых вяжущих, представлены недостаточно широко. Как показали результаты предыдущих исследований, более высокими технологическими свойствами обладают гипсовые вяжущие на основе образцов № 1 и 2. Поэтому целью исследования являлось изучение влияния полимерного вещества – гидролизованного полиакрилонитрила (гипан) – на структурообразующую способность гипсовых вяжущих, содержащих различные наполнители. Применяли в качестве поверхностно-активного вещества технический лигносульфонат в количестве 0,1-0,3% от массы вяжущего [1, с. 172].

Эффективность гипана устанавливалась по консистенции полученных паст, вяжущих при постоянном В/Т, и по сроку схватывания. Все добавки к вяжущим вводились с водой затворения.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о возможности снижения В/Т на 13-16% без снижения прочности и замедления сроков схватывания вяжущего. Замедление времени схватывания, вероятно, прежде всего связано с поверхностной

абсорбцией полимера и возникновением эффекта молекулярного электростатического отталкивания частиц гипсовых вяжущих, а также одновременно с этим протекающим процессом взаимодействия полимера с фазами вяжущего. Замедление процессов схватывания для отдельных вяжущих составляет от 1,4 до 4 раз (рис. 1).

Рисунок 1. Кинетика структурообразования в суспензиях ГВ, полученных дегидратацией образца № 1 при температуре 160 °С, содержащего барханный песок и ОСП в количестве 10%

Исследование реологических характеристик проводилось на пасте, полученной на основе обожженного при температуре 160 °С образца № 1. В качестве наполнителей использовались отход содового производства (ОСП) и барханный песок при постоянном водо-твердом отношении, равном 0,5. Анализ зависимостей реологических параметров композиции с лигносульфонатом в составе 0,2% показал (рис. 2), что с увеличением концентрации полимера до 0,5% в системе его разжижающая способность увеличивается,

снижается эффективная вязкость и предельное динамическое напряжение сдвига.

Реологические характеристики вяжущих, приведенных на рисунке 2, зависят от градиента скорости сдвига. С увеличением значений градиента скорости вязкость системы сильно падает, что свидетельствует об уменьшении взаимодействия между частицами дисперсной фазы в результате адсорбции молекул гипана.

Рисунок 2. Реологические характеристики суспензии образца № 1, содержащей ОСП и барханный песок в количестве 10%

При введении гипана в меньшем количестве (0,1%) проявляется его дефлокулирующее действие, в результате чего уменьшается водопотребность системы. При повышенных концентрациях полимера снижается прочность гипсового вяжущего, свидетельствующих о блокировании молекулами гипана кристаллизационных структур.

Таким образом, проявление свойств поверхностно-активных веществ и полиэлектролита в суспензиях исследуемого образца выражено следующим образом: в первые моменты гидратации происходит хемосорбция молекул ПАВ и полиэлектролита на поверхности частиц дисперсной фазы. Дальше под влиянием расклинивающего действия адсорбционных слоев и прилагаемых сдвиговых механических нагрузок при перемешивании достигается разделение агрегатов из молекул и равномерное распределение частиц дисперсной фазы во всем объ-

еме этой суспензии. Наряду с этим начинаются процессы гидратации вяжущего, с ростом продуктов данного процесса наблюдается резкое падение подвижности системы, протекающее одновременно со схватыванием.

Анализируя полученные результаты исследований, можно полагать, что смесь гидролизованного полиакрилонитрила и технического лигносульфоната является эффективной добавкой для регулирования сроков схватывания гипсового вяжущего на основе исследуемых образцов.

Выявлено влияние гипана на твердение гипсовых вяжущих, содержащих наполнители в различных количествах, заключающееся в направленном формировании упорядоченной мелкокристаллической структуры с плотной упаковкой новообразований, что способствует снижению водопотребности и обеспечению повышенных физико-механических характеристик вяжущего.

Список литературы:

1. Абылова А.Ж. Физико-химические основы управления свойствами дисперсий гипсовых вяжущих веществ Каракалпакстана минеральными микронаполнителями.: Дисс. д-ра техн. наук (PhD). – Ташкент, 2018. – 172 с.
2. Абылова А.Ж., Хамраев С.С. Вяжущие материалы на основе гипсовых минералов Республики Каракалпакстан // Химическая промышленность. – 2016. – № 2. – С. 56-62.
3. Гаркави М.С., Шленкина С.С. К вопросу о применении пластифицирующих добавок для гипсовых вяжущих // Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий: Мат-лы 7-й Международ. конф. (10-12 сентября 2014, Нижний Новгород). – Нижний Новгород, 2014. – С. 69-72.
4. Глекель Ф.Л., Копп Р.З., Ахмедов К.С. Регулирование гидратационного структурообразования поверхностно-активными веществами. – Ташкент: Фан, 1986. – 224 с.
5. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Строительные минеральные вяжущие материалы. – М.: Инфра-Инженерия, 2011. – С. 26-37.

СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНО-КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОКСАЛАТОМ МАГНИЯ

Кенжаев Даврон Ражабович

ст. преподаватель, Термезский государственный университет,
Узбекистан, г. Термез
E-mail: dr_kenjajev@mail.ru

Джалилов Абдулахат Турапович

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

Тураев Хайит Худойназарович

д-р хим. наук, проф., Термезский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Термез
E-mail: hhturaev@rambler.ru

Бекназаров Хасан Сойибназарович

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

Тиллаев Холмамат Рахмонович

ст. преподаватель, Термезский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Термез

PROPERTIES OF POLYMER MATERIALS MODIFIED WITH MAGNESIUM OXALATE

Davron Kenzhaev

Senior Lecturer, Termez State University, Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Termez

Abdulahat Jalilov

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

Hayit Turaev

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

Hasan Beknazarov

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

Holmamat Tillaev

Senior Lecturer, Termez State University, Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Termez

АННОТАЦИЯ

В статье изучена модификация полимерно-композиционных материалов оксалатом магния. Установлено, что введение в полиэтилен частиц оксалата магния позволяет улучшить такие свойства, как показатель текучести расплава, относительное удлинение при разрыве, ударная вязкость и прочность при растяжении разработанных полимер- матричных композитов.

ABSTRACT

The article studies the modification of polymer-composite materials with magnesium oxalate. It has been established that the introduction of magnesium oxalate particles into polyethylene makes it possible to improve such properties as melt flow rate, elongation at break, impact strength and tensile strength of matrix composites developed by the polymer.

Ключевые слова: полимерно-композиционный материал, наполнитель, оксалат магния, полиэтилен высокого давления, реологические и прочностные характеристики.

Keywords: nanoparticles, magnesium oxalate, oxalic acid, magnesium sulfate, sodium oxalate, nanofiller, nanocomposite, low density polyethylene, rheological properties.

Введение. Неметаллические материалы являются диэлектриками, то есть у них отсутствуют электрические свойства, а также обладают очень низкими теплообменными свойствами. У них нет свободных электронов, обеспечивающих тепло- и электропроводящие свойства, а также они имеют очень низкую плотность, из-за чего они гораздо легче, чем металлические материалы. Природа неметаллических материалов и связанные с ними условия их получения и переработки во многом определяют технико-экономические показатели и возможности их практического использования. По происхождению они подразделяются на природные (целлюлоза, крахмал), искусственные - получаемые путём модификаций природных волокон (нитроцеллюлоза), и синтетические (полиэтилен, бутадиеновый каучук) [3, с. 18].

Современные композиционные материалы представляют собой полимеры, модифицированные физическими или химическими методами. При этом на их свойства существенное влияние оказывает как природа и особенности самого полимера, так и природа и размеры частиц наполнителя.

Для частиц малых размеров существенным является взаимодействие элементов матрицы с их поверхностью на молекулярном уровне. Это приводит к новым эффектам, которые не следуют из макроскопических свойств матрицы полимера и параметров наполнителя [6, с. 32].

Получение наночастиц в газозафазным методом осуществляется в процессе «испарение-конденсация» - в газовой фазе, с помощью топокхимических реакций, сверхзвуковое истечение газов из сопла, а также термолизом и восстановлением [4, с. 17]. А в жидкой фазе наночастицы получают химической конденсацией, осаждением в растворах и расплавах, золь-гель-методом, электрохимическим методом. Также наночастицы можно получать методами плазмохимического, электроэрозийного, ударно-волнового и детонационного синтеза [4, с. 74]. Кроме перечисленных, известны механо-, крио- и биохимические методы получения наноматериалов [2, с. 31].

Экспериментальная часть. В данной работе применен метод получения наночастиц осаждением из жидкой фазы. При синтезе использовались ацетат натрия, сульфат магния и щавелевая кислота (хч), соответствующие ГОСТ 5852-79 и ГОСТ 22180-76; кальций хлористый (техн. ГОСТ 450-77); лодочки фарфоровые (ГОСТ 9147-80); стеклянные стаканы мерные второго класса точности, емкостью 100, 200, 250 мл (ГОСТ 1770-74). В качестве стабилизатора применен полиэтиленгликоль марки МГ-6000-7500.

Синтез препарата оксалата магния проводили сливанием растворов 200 мл 0,2 М ацетата магния и 100 мл 0,5 М щавелевой кислоты при интенсивном перемешивании. Осадок образовывался в течение 20-25 минут после сливания растворов, его центрифугировали, промывали этиловым спиртом и высушивали до постоянной массы. При этой обменной реакции получается оксалат магния. Идентификацию образцов проводили на основе дифрактограмм, которые снимали на рентгеновском дифрактометре XRD-6100 (Shimadzu, Japan) с компьютерным управлением. Применяли CuK_α -излучение (β -фильтр, Ni 1.54178; режим тока и напряжения трубки 30 мА и 30 кВ) и постоянную скорость вращения детектора 4 град/мин с шагом 0,02 град. ($\omega/2\theta$ -сцепление), а угол сканирования изменялся от 4 до 80°C. Размеры наночастиц определяли по формуле Шеррера [5].

$$d = \frac{K\lambda}{\beta \cos \theta}$$

где, d – средний размер кристаллов;

K – безразмерный коэффициент формы частиц (постоянная Шеррера);

β – ширина рефлекса на полувысоте (в радианах и в единицах 2θ);

λ – длина волны рентгеновского излучения;

θ – угол дифракции (Брегговский угол).

Размеры синтезированных частиц оксалата магния оказались в интервале от 10,4 нм до 16,1 нм. Среднее значение равно 12,3 нм. Полученные наночастицы оксалата магния использовались как наполнитель для полиэтилена.

Результаты и их обсуждение. Свойства и технологические характеристики нанонаполненных полимерных композиционных материалов зависят не только от размеров наночастиц, но и от их однородности. Размеры синтезированных частиц оксалата магния оказались в интервале от 10,4 нм до 16,1 нм. Среднее значение равно 12,3. Оксалат магния получали по схеме, описываемой ниже. При взаимодействии оксалата натрия с сульфатом магния образуется монокристаллогидрат ацетата магния. Затем, добавляя щавелевую кислоту, получили дигидрат оксалата магния.

В качестве полимерной матрицы был выбран полиэтилен высокого давления (ПВД), обладающий низкой плотностью, как наиболее экономичный и недефицитный крупнотоннажный полимер, выпускаемый отечественной промышленностью. Для нахождения концентрации оксалата магния, обеспечивающей наилучшее сочетание механических свойств получаемых нанокомпозитов и технологических параметров их переработки, был получен и исследован ряд наноуполненных образцов ПВД, где концентрация наноуполнителя варьировалась от 0,1 до 2 масс.ч. Увеличение концентрации наполнителя часто приводит к снижению показателя текучести расплава (ПТР) и затруднению переработки расплава термопластов в конечном изделии.

Оценку реологических свойств наноуполненных композитов проводили по пределу текучести расплава (ПТР). С повышением содержания оксалата магния в ПКМ текучесть композиции уменьшается (рис. 1), но вместе с тем композиции, наполненные оксалатом магния, можно перерабатывать и экструзионным, и литейным методом. ПТР измеряли для расплавов исходного ПВД и модифицированного различными массовыми частями оксалата магния при температуре 190 °С (рис. 1). Как видно из графика, с повышением концентрации оксалата магния уменьшается текучесть полимерного композита. Когда в полимерной матрице количество оксалата магния увеличивается с 0,1% до 1%, происходит монотонное изменение физических и механических свойств полимера, и такое изменение замедляется после введения в полимер более 1% наполнителя.

Рисунок 1. Зависимость прочности при растяжении и текучести ПВД от массовой доли оксалата магния

Вероятнее всего, причиной изменения структуры расплава является в большей степени увеличение расстояния между молекулами полимерной матрицы и формированием кристаллических зон. Такое объяс-

нение находит подтверждение измерением прочности при растяжении композита в зависимости от концентрации наполнителя (рис. 1.). При добавлении различных концентраций оксалата магния прочность композиции при растяжении существенно увеличивается – до 1%, дальнейшее увеличение концентрации соли не оказывает какого-либо существенного воздействия на прочность композита. Это может быть объяснено тем, что в меньших концентрациях наноуполнитель, проникая между молекулами полимерной матрицы, образует мостики, а с повышением концентрации длина мостиков увеличивается и растяжение непропорционально изменяется относительно концентрации наполнителя. Как видно из графика (рис. 1), максимум прочности при растяжении достигается при 1-2 масс.ч. наполнителя. А также определены зависимость ударной вязкости от концентрации наполнителя. И здесь оптимальным условием является, когда концентрация наполнителя будет 1 масс.ч. от массы композиционного материала (рис. 2). Здесь (рис. 2) приведена зависимость относительного удлинения при разрыве композита ПЭВДОНП от концентрации оксалата магния.

Рисунок 2. Зависимость ударной вязкости и относительного удлинения полиэтилена высокого давления, обладающего низкой плотностью, от массовой доли оксалата магния

Анализ полученных зависимостей физико-механических свойств наноуполненных полимерных композитов показывает, что оптимальной концентрацией оксалата магния, используемого в качестве наполнителя ПВД, является 1 масс.ч.

Выводы. Получены наночастицы оксалата магния и доказана возможность их использования в качестве наполнителя ПВД, улучшающего физико-механические характеристики композиционного материала, такие как прочность и относительное удлинение при растяжении, ударная вязкость, а также реологические свойства как ПТР.

Список литературы:

1. Васильев Е.К. Качественный рентгенофазовый анализ / Е.К. Васильев, М.С. Нахмансон. – Новосибирск: Наука, 1986. – 200 с.

2. Генералов М.Б. Криохимическая нанотехнология: Учебное пособие для вузов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 325 с.
3. Лахтин Ю.М. Материаловедение: Учебник для вузов. – Изд. 5-е., стереотип / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. – М.: Изд. дом «Альянс», 2009. – 527 с.
4. Михайлов М.Д. Химические методы получения наночастиц и наноматериалов / М.Д. Михайлов. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 259.
5. Определение размеров наночастиц методами рентгеновской дифракции / Г.А. Дорофеев, А.Н. Стрелецкий, И.В. Повстугар и др. // Коллоидный журнал. – 2012. – Т. 74. – № 6. – С. 710.
6. Помогайло А.Д. Наночастицы металлов в полимерах / А.Д. Помогайло, А.С. Розенберг, И.Е. Уфлянд. – М.: Химия, 2000. – 672 с.
7. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. – М.: Техносфера, 2004. 237 с.
8. Сергеев Г.Б. Нанохимия. – М.: Изд-во Московского ун-та, 2003. 288с.
9. Цыбуля С.В. Рентгеноструктурный анализ ультрадисперсных систем: формула Дебая / С.В. Цыбуля, Д.А. Яценко // Журнал структурной химии. – 2012. – Т. 53. – С. 155-171.
10. McCusker, Lynne B. Solving the Structures of Polycrystalline Materials: from the Debye-Scherrer Camera to Swiss FEL. CHIMIA. International Journal for Chemistry. 2014. Vol. 68, № 1. P. 19-25.

ПРОДУКТЫ РАЗЛОЖЕНИЯ И ВЫСОЛООБРАЗОВАНИЯ В КЛАДКАХ АРХИТЕКТУРНЫХ ПАМЯТНИКОВ ДРЕВНЕЙ ХИВЫ

Бабаев Забибулла Камилович

канд. техн. наук, доц., Ургенский государственный университет,
Узбекистан, г. Ургенч

Машарипова Шарофат Мухаммадовна

докторант, Хорезмская академия Маъмун,
Узбекистан, г. Хива
E-mail: Masharipova.1975@mail.ru

Джабберганов Джахангир Сабирбаевич

докторант, Ургенский государственный университет,
Узбекистан, г. Ургенч
E-mail: jj.ursu@mail.ru

PRODUCTS OF DECOMPOSITION AND OF EFFLORESCENCE IN MASONRY ARCHITECTURAL MONUMENTS OF ANCIENT KHIVA

Zabibulla Babayev

kand. Techn. Sciences, associate Professor, Urgench State University,
Uzbekistan, Urgench

Sharofat Masharipova

doctoral student, Khorezm Academy Mamun,
Uzbekistan, Khiva

Jahangir Jabberganov

doctoral student, Urgench State University,
Uzbekistan, Urgench

АННОТАЦИЯ

В статье указываются причины эрозии памятников архитектуры в результате ухудшения экологической обстановки в Нижнеамударьинском регионе, указаны основные причины и способы устранения негативных последствий.

ABSTRACT

The article indicates the causes of erosion of architectural monuments as a result of environmental degradation in the Lower Amudarya region, the main causes and ways to eliminate the negative consequences.

Ключевые слова: керамический кирпич, соляно-песчаные бури, подземные воды, минералы, восстановительные материалы, минерализация.

Keywords: ceramic brick, salt-sand storms, groundwater, minerals, recovery materials, mineralization.

В число приоритетных задач при развитии туризма в Узбекистане входит охрана архитектурных памятников. В связи с обострением экологической ситуации в Нижнеамударьинском регионе в последние годы наблюдается ускорение процесса разрушения и высолообразования в кладках нижних строений некоторых архитектурных памятников.

Проблемы долговечности сооружений и зданий, снижения затрат на их капитальный ремонт всегда являются актуальными[6]. Это обусловлено масшта-

бами промышленного, жилищного и индивидуального строительства в нашей стране. Прочность, долговечность, цветоустойчивость, высокие гигиенические и эстетические качества кирпича, доступность глинистого сырья позволили ему стать одним из самых распространенных и востребованных изделий[5]. В условиях современного строительства наиболее перспективно производство лицевого, поризованных и клинкерных керамических изделий. Однако дефицит качественного кирпича наблюдается

во многих регионах мира. Вопрос повышения качества продукции остается одним из самых важных для кирпичных заводов, как для действующих, так и для строящихся.

Дефекты каменных сооружений привлекали внимание человека с давних времен. Одним из существующих дефектов кирпичной кладки являются так называемые «солевые налеты», или высолы [6]. Установлено, что под воздействием солевой коррозии кирпичные сооружения начинают разрушаться через 15-20 лет, тогда как сроки их службы рассчитаны на

значительно большее время – 100-150 лет [5]. Этой проблеме посвящено много работ, в частности, по вопросам высолов на кирпичной кладке и коррозии керамических материалов нашли отражение в трудах таких видных ученых, как Н.С. Философов, Г.К. Деметьев, И.А. Ковельман, А.И. Августиник, П.Н. Григорьев, Я.А. Соколов, Е.Н. Родин, Г. Раис, Л. Палмер, И. Мелор, Г. Зальманг, В. Броунел и других [6].

На рис. 1 показаны фрагменты кладки с элементами разложения и высолообразования мавзолеев «Ичан кала».

Рисунок 1. Фрагменты разрушающихся стен архитектурных памятников древней Хивы

Как видно из рисунка, разрушение и высолообразование стен наблюдается в нижних строениях кладки. Это происходит, по нашему мнению, в связи

с подъемом уровня грунтовых вод или же под действием атмосферной влаги. Нанижеследующем рисунке приведены факторы, влияющие на разрушение архитектурных памятников древней Хивы.

Рисунок 2. Факторы, влияющие на разрушение архитектурных памятников древней Хивы

Как видно из рисунка 2, к числу основных разрушающих факторов относятся осадки. В Хорезмском регионе особого внимания на них не обращалось, т.е. не были изучены основные характеристики осадков по периодам года. Основными характеристиками осадков считаем химическую активность, pH-среду, количество минеральных включений.

Проведенными нами опытные наблюдения показывают, что осадки, выпавшие за май-июнь 2018 года, т.е. в весенний период, имеют характер «слабого солевого раствора» с pH-средой 7,5-8,2; аналогичный характер носят осадки, выпавшие в осенний период, – pH-среда 7,2-8,0.

К другим факторам, влияющим на разрушение архитектурных памятников, относятся грунтовые воды. Грунтовые воды в условиях Хивы имеют следующие показатели:

Глубина залегания грунтовых вод в районе Земли Хива в разных частях Ичан-Калы в марте составляет 1,33 метра, а в декабре ее самая глубокая позиция составляет 2,31 метра, т.е. уровень изменения составляет 0,98 метра. Изменения в грунтовых водах значительно варьируются в районе Ичан-Кала, составляющем 26 градусов, например, комплекс Пахлаван Махмуд в южной части и скважины медресе Шергазихана значительно отличаются от уровня воды в колодцах зимой (1,80 м) и летом (1,30 м). Это,

конечно, зависит от свойств почвы и слоев подземных вод в этих районах.

К числу воздействующих факторов разрушения архитектурных памятников древней Хивы относятся также соли, осаждаемые на поверхность кладок из песчано-солевых бурь, возникающих из высохшей части Аральского бассейна. Отобранные пробы осаждаемых продуктов после песчано-солевых бурь в период 27-28 мая 2018 года в основном состоят из сульфата натрия.

Как известно, сульфат натрия в природе встречается в виде минералов мирабилита- $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, тенардита- $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ и безводной формы Na_2SO_4 [1]. Также имеются сведения об обезвоживании этого минерала под действием температуры [4].

Оседающий на поверхность кладки фасадной части зданий сульфат натрия постепенно впитывает в себя влагу из окружающей среды, превращая в $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ и затем в $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

Схема превращения различных форм сульфата натрия.

Ниже показаны возможные химические реакции с участием сульфата натрия в кладках:

При разработке реставрационных материалов на основе керамического кирпича, по нашему мнению, необходимо учитывать следующие моменты. В природных глинах накапливаются водорастворимые соли, которые приводят к их засолению. Особенно сильное засоление грунтов наблюдается в Приаралье. Как известно, соли в глинах накапливаются как в твердом виде, так и в виде растворов в порах глин [2]. По химическому составу засоленные глины разделяют на три класса: хлоридные, сульфатные и содовые; наиболее распространены в Приаралье сульфатные. По степени растворимости в воде простые соли, наиболее часто встречающиеся в породах, подразделяются на легко-, средне- и труднорастворимые. К легкорастворимым солям относятся NaCl , MgCl_2 , CaCl_2 , MgSO_4 , Na_2CO_3 [1]. Их растворимость при 20°C соответственно равна 42,7; 35,3; 26,4; 17,8%. Слаборастворимы гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) и ангидрит (CaSO_4), растворимость которых равняется 0,2% при 20°C ; труднорастворимы карбонаты кальция (CaCO_3) и магния (MgCO_3), имеющие растворимость 0,0014% при 20°C . По составу легкорастворимые соли разделяются на три группы: хлориды, сульфаты и карбонаты. Хлориды (CaCl_2 , MgCl_2 , NaCl) характеризуются ярко выраженной гигроскопичностью, повышающей общую влажность породы. При кристаллизации из растворов хлориды не увеличивают

своего объема. Сульфаты (Na_2SO_4 , MgSO_4) не обладают свойством гигроскопичности, но при кристаллизации способны присоединять определенное количество воды, образуя кристаллогидраты. При кристаллизации Na_2SO_4 присоединяются 10 молекул воды, что сопровождается увеличением объема соли. При температуре $32,4^\circ\text{C}$ $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ переходит в безводную форму с некоторым уменьшением в объеме. Серноокислый магний присоединяет 7 молекул воды, образуя кристаллогидрат $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Содержание солей в глиняном кирпиче повышается в процессе его сушки и обжига. Это происходит при использовании в качестве топлива каменного угля, который содержит от 0,5 до 2% серы. В углях Узбекистана содержание серы может достигать до 5%. При сгорании угля большая часть серы (до 80%) в виде SO_2 переходит в атмосферу обжиговой печи. Увеличение количества солей в керамическом изделии происходит при взаимодействии оксидов кальция и магния, содержащихся в глине, с сернистым газом, находящимся в атмосфере обжига. В результате такого процесса образуются сульфиты соответствующих металлов, в дальнейшем переходящие в сульфаты, термическая диссоциация которых даже при максимальной температуре обжига (1000°C) незначительная.

Другим источником появления высолов керамического кирпича является вода затворения. Так, в Приаралье большинство заводов по выпуску керамического кирпича используют природную воду, содержание хлор-иона может достигать 1-2 г/л, бикарбонат-иона и наиболее опасного для керамического материала сульфат-иона – 1,0 г/л [2].

К эксплуатационным источникам высолов относится атмосферная дождевая влага, взаимодействующая с поверхностью керамического кирпича. В результате миграции растворимых солей в капиллярной системе кирпичной кладки, которая происходит вследствие изменения температурного режима, на фасадах зданий, как правило, появляются кристаллические солевые образования – высолы. Последние не только снижают эстетические качества фасадов зданий, но и являются индикаторами возможных разрушительных процессов как облицовки зданий, так и стенового материала. Разрушительный характер растворимых солей связан с развитием солевой коррозии соответствующего строительного материала.

Методами рентгенофазового и химического анализов поверхности керамического кирпича с высолом выявлены кристаллогидраты, обладающие разрушительными свойствами по отношению к керамическому стеновому материалу и кладочному раствору: гидросульфат алюмината кальция ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 31-32\text{H}_2\text{O}$), мирабилит ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), эпсомит ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), хлорит ($\text{NaCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Кроме этого, в массах разрушенных материалов (кирпича и кладочного раствора) могут находиться другие минералы – многоводные кристаллогидраты, являющиеся причиной развития солевой коррозии: алуинит – $\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$,

таумасит – $\text{CaSiO}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 15\text{H}_2\text{O}$, алуноген – $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$.

Кристаллизация алюминита в порах кирпичной кладки может происходить в результате взаимодействия $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, образовавшегося в цементном растворе, с сернистым газом, окисленным до SO_3 , (сернистый газ может адсорбироваться черепком кирпича из воздуха):

Таумасит в кирпичной кладке может образоваться в результате реакции между гидросиликатом кальция – $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (из кладочного раствора), сульфатом кальция (из кирпича) и углекислым газом (из воздуха) – $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O} + \text{CaSO}_4 + \text{CO}_2 + 15\text{H}_2\text{O} = \text{CaSiO}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot (n+15)\text{H}_2\text{O}$.

Также алуноген может образоваться в порах кирпичной кладки в результате реакции между $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (из раствора) и сернистым газом, адсорбированным кладкой из воздуха,

На основании проведенного визуального наблюдения установлено, что процессы солевой коррозии возникают также в результате попеременного увлажнения и высыхания строительного материала, при которых происходит кристаллизация солей в его порах. Образование многоводных кристаллогидратов с увеличением объемов, превышающих объем пор материала, приводит к возникновению давления, разрушающего строительный материал. Внешними признаками солевой коррозии являются шелушение и выкрашивание лицевого кирпича, горбление, трещины и отвал облицовочных материалов.

Таким образом, нами проведен анализ состояния архитектурных памятников древней Хивы. В связи с обострением экологической ситуации в Приаралье наблюдается усиление разрушения кладок ряда архитектурных памятников. Основными факторами, влияющими на разрушение, считаются осадки, грунтовые воды, а также осевшие частицы песчано-солевой бури.

Список литературы:

1. Волкова И., Жарский К.М. Большой химический справочник. – Мн.: Современная школа, 2005. – 608 с.
2. Качество воды в бассейнах рек Амударья и Сырдарья // Аналитический отчет НИЦМКВК. – Тошкент, 2011.
3. Курс общей химии / Под ред Н.В. Коровина. – М.: Высшая школа, 1990. – 446 с.
4. Петрухин В.П. Строительные свойства засоленных и загипсованных грунтов. – М.: Стройиздат, 1980. – 120 с.
5. Подъяпольский С.С., Бессонов Г.Б., Беляев Л.А. Реставрация памятников архитектуры. – М.: Стройиздат, 1988. – 264 с. – ISBN: 5-274-00009-6.
6. Чистяков А.Н., Крогиус М.Э. Типология разрушений памятников культуры. – СПб.: СПбКО, 2014. – С.

РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИЙ ЖЕСТКИХ ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВ НА ОСНОВЕ ОЛИГОЭТИЛЕНАДИПИНАТФУРАНОЛОВ

Низамов Тулкун Абдусаматович

канд. техн. наук, доцент, Ташкентский Химико-Технологический институт,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: nizamov.63@mail.ru

Алимухамедов Музафар Ганиевич

д-р техн. наук, доцент, Ташкентский Химико-Технологический институт,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: MGA1953@mail.ru

Магруппов Фархад Асадуллаевич

д-р хим. наук, профессор, Ташкентский Химико-Технологический институт,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: magrupov4@mail.ru

DEVELOPMENT OF COMPOSITIONS OF RIGID FOAM POLYURETHANES ON TGHE BASES OF OLIGOETHYLENEADIPINATHFURANOLS

Tulkun Nizamov

candidate of technical sciences, dotsent, Tashkent Chemical-Technological institute,
Uzbekistan, Tashkent

Muzafar Alimukhamedov

doctor of technical sciences, dotsent, Tashkent Chemical-Technological institute,
Uzbekistan, Tashkent

Farchad Magrupov

doctor of chemical sciences, professor, Tashkent Chemical-Technological institute,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

На основе синтезированных олигоэтиленадипинатфуранолов (ОЭАФ) разработаны жесткие пенополиуретаны (ППУ). Выявлено оптимальное время этерификации и количество ОЭАФ в композициях для получения ППУ с высокими физико-механическими свойствами.

ABSTRACT

Rigid polyurethanes (PUFs) have been developed on the bases of the synthesized oligoethyleneadipinatefuranol (OEAF). The optimal esterification time and the amount of OEAF in the compositions for the production of PUFs with high physical and mechanical properties have been developed.

Ключевые слова: Предполимер, этерификация, конденсация, олигоэфирполиол, физико-химические свойства, параметры формования, пенополиуретан, параметры формования, физико-механические свойства.

Keywords: Prepolymer, esterification, condensation, oligoether, physical and chemical properties, molding parameters, polyurethane foam, molding parameters, physical and mechanical properties.

Перспективным направлением улучшения теплофизических свойств ППУ является создание сшитой структуры полимерной основы пенопластов [1,2], например за счет введения в её состав фурановых гетероциклов [3-5]. Ранее [6,7] определена возможность получения гидроксилсодержащих фурановых олигомеров (ФО) «пенополиуретанового назначения» поликонденсацией фурфуролового спирта и его

гетерополиконденсацией формальдегидом. ППУ на их основе отличаются повышенными теплофизическими показателями. Качественные пенопласты были получены введением в состав композиции для вспенивания низкомолекулярного алифатического диола – диэтиленгликоля: низкая концентрация гидроксильных групп ФО дает незначительную плотность сшивки полимер-основы пенопласта. Синтез и

исследование ФО, содержащих алифатические участки, по-видимому, позволили бы исключить отмеченный недостаток.

С целью подтверждения вышесказанного были синтезированы фурановые олигоэфирполиолы, содержащие в структуре фурановые гетероциклы и алифатические звенья.

Синтез ОЭАФ осуществляли по следующей методике: В реакционную грушевидную колбу, установленную в масляную баню и снабженную мешалкой, термометром, ловушкой Дина-Старка с обратным холодильником и трубой для ввода инертного газа, доходящего почти до дна колбы вводят 1 моль дикарбоновой кислоты и 2 моль диола. Включают мешалку и в течение необходимого времени нагревают реакционную массу, пропуская слабую струю очищенного от кислорода азота до $190 \pm 5^\circ\text{C}$. Выдерживают реакционную массу в течение определенного времени. По истечении времени синтеза смесь охлаждают до температуры $70 \pm 5^\circ\text{C}$. Далее при непрерывном перемешивании и подачи инертного газа на поверхность реагентов добавляют 4 моль ФС. Реакционную смесь нагревают до 110°C . По достижении этой температуры отключают обогрев и добавляют расчетное количество катализатора. Температуру медленно поднимают до заданного. Процесс контролируют по количеству выделившейся воды. Выход продукта – 85-90% от теоретического. Олигомеры представляют собой вязкую массу темно-коричневого цвета с плотностью $1,20\text{--}1,25\text{ кг/м}^3$. Растворимы в кетонах, хлорированных углеводородах.

Синтезированы ОЭАФ с широким спектром свойств: молекулярная масса $340 \div 700$, содержание

гидроксильных групп $5,45 \div 8,5\%$, вязкость $500\text{--}1000\text{ сПз}$, кислотное число $37 \div 6,2\text{ мг КОН/г}$, функциональность $1,9 \div 2,1$.

Для определения оптимальных условий синтеза изучали влияние продолжительности первой стадии реакции на параметры формования и физико-механические свойства ППУ.

ППУ получали перемешиванием заранее взвешенной композиции дисковой мешалкой с частотой вращения 3000 об/мин. Параметры формования снижали при свободном вспенивании композиции. Для определения физико-механических свойств композицию заливали в металлическую форму размером $160 \times 180 \times 70\text{ мм}$, предварительно нагретую до $40\text{--}60^\circ\text{C}$. Физико-механические свойства ППУ определяли согласно соответствующим методикам и стандартам. Свойства пенопластов целиком зависят от типа и строения исходных соединений. Варьируя тип, функциональность и эквивалентную массу полиэфиров, можно получить ППУ с широкой гаммой свойств и различного назначения [2,8].

На основе полученных ОЭАФ разработаны жесткие ППУ. Установлено, что фурановые олигоэфиры, синтезированные на основе предполимеров при различной продолжительности этерификации, действительно существенно влияют как на параметры формования ($\tau_{\text{ст}}$ – время старта, $\tau_{\text{гел}}$ – время гелеобразования, $\tau_{\text{под}}$ – время подъема), так и на физико-механические свойства ППУ. С увеличением продолжительности этерификации от 2 до 8 ч $\tau_{\text{ст}}$ увеличивается от 12 до 21 с, $\tau_{\text{гел}}$ – от 24 до 37 с, $\tau_{\text{под}}$ – от 65 до 77 с (рис.1).

Рисунок 1. Зависимость а) времени старта (1), гелеобразования (2), и подъема (3) композиций; б) разрушающего напряжения при сжатии (1) и изгибе (2), а также ударной вязкости (3), водопоглощения (4) и потери массы (5) от продолжительности этерификации предполимера. Кажущаяся плотность ППУ 100 кг/м^3

Качественный пенопласт, характеризующийся пределом прочности при сжатии $0,6\text{ МПа}$ и при изгибе $1,27\text{ МПа}$, ударной вязкостью $0,4\text{ кДж/м}^2$, водопоглощением $0,118\text{ кг/м}^2$ и потерей массы при горении $62,3\%$ (кажущаяся плотность образцов 100 кг/м^3), удается получить уже на олигоэфирполиолах при

продолжительности этерификации 1 ч. С увеличением продолжительности этерификации до 4 ч улучшаются физико-механические свойства и снижаются потери массы при горении ППУ на основе исследуемых олигомеров. Именно такие условия получения предполимера способствуют оптимальным значе-

ниям прочностных показателей. С увеличением продолжительности этерификации до 8ч свойства ППУ значительно снижаются из-за уменьшения плотности сшивки полимер-основы. Поэтому дальнейшие исследования проводили с предполимером, полученным при продолжительности этерификации 4ч.

Для определения оптимального содержания ОЭАФ в композициях для вспенивания изучали зависимость параметров формования и свойства ППУ от их количества в составе пенопластов. При этом суммарное количество ОЭАФ и Лапрамол–294 поддерживали постоянным (100мас.ч.). Лапрамол–294 выполняет функцию катализатора и благодаря наличию

гидроксильных групп участвует в уретанообразовании [9,10].

Показатели ППУ исследовали в зависимости от соотношения ОЭАФ: Лапрамол–294. В отсутствии катализатора качественную пену не удастся получить вообще, образуется подвспененная масса с очень продолжительным периодом отверждения. С введением в рецептуру Лапрамол–294 и повышением его концентрации реакции пено- и уретанообразования, а также отверждение ППУ ускоряются. С возрастанием содержания Лапрамол–294 прочностные свойства ППУ повышаются (рис.2) и при значении 30мас.ч. отмечаются наилучшие показатели.

Рисунок 2. Зависимость а) времени старта (1), гелеобразования (2), и подъема (3) композиций; б) разрушающего напряжения при сжатии (1) и изгибе (2), а также ударной вязкости (3), водопоглощения (4) и потери массы (5) от содержания Лапрамола–294. Кажущаяся плотность ППУ 100кг/м³

С увеличением количества Лапрамол–294 до 40мас.ч. предел прочности при сжатии выходит на плато, а прочность при изгибе, ударная вязкость и водопоглощение несколько снижаются. Это объясняется, по-видимому, чрезмерным увеличением плотности сшивки [11], что характерно для таких композиционных полимерных материалов. При дальнейшем увеличении количества катализатора возрастает экзотермический эффект при вспенивании и прогорает середина блока, вызывая деструкцию полимер-основы [10].

Таким образом, с увеличением продолжительности этерификации пено- и уретанообразование замедляется. А в случае снижения соотношения ОЭАФ:Лапрамол–294 процесс получения ППУ ускоряется, а их физико-механические свойства улучшаются. Оптимальными свойствами при приемлемых для заливочных композиций параметрах вспенивания обладают ППУ на основе ОЭАФ при продолжительности этерификации 4ч и соотношении ОЭАФ:Лапрамол–294 = 70:30мас.ч. (табл.1).

Таблица 1.

Физико-механические свойств жестких ППУ

Показатели	ППУ на основе		ППУ–307
	ОЭАФ	ФО	
Кажущаяся плотность, кг/м ³	100	100	100
Предел прочности, МПа			
при сжатии	1,04	0,89	0,75
при изгибе	1,71	–	0,82
Ударная вязкость, кДж/м ²	0,57	0,28	0,32
Водопоглощение, кг/м ²	0,12	0,20	0,17
Горючесть (огневая труба)			
потеря массы, %	60,7	30	100
время горения, с	42	33	41

Таким образом, на основе гидроксилсодержащих фурановых олигоэфирполиолов можно получить качественные ППУ с улучшенными прочностными и

теплофизическими свойствами относительно некоторых промышленных пенопластов.

Выводы:

Синтезированы олигоэфирполиолы, содержащие в структуре фурановые гетероциклы и алифатические звенья, с широким спектром физико-химических свойств. Установлено, что фурановые олигоэфиры, синтезированные на основе предполимеров

при различной продолжительности этерификации, существенно влияют как на параметры формования, так и на физико-механические свойства ППУ. Выявлены оптимальные условия синтеза олигоэфиров, а также оптимальное количество катализатора в композициях, для получения качественных ППУ.

Список литературы:

1. Randall D. The polyurethanes book. John Wiley and Sons LTD/D. Randall, S. Lee. 2002, –477p.
2. Марк Ф. и др. Полиуретаны. Состав, свойства, производство, применение. Пер. с англ. СПб, ЦОП «Профессия». 2018, –576с.
3. Song Chengwen, Wang Toughua, Wang Xinyue, Qiu Jieshan, Cao Yining., Preparation and gas separation properties of poly (furfuryl alcohol) based C/CMS composite membranes., Separ and Purif Technol. 2008, 58, №3, p.412-418.
4. Magrupov F.A., Alimuxamedov M.G., Magrupov A.F., Nizamov T.A. Investigating the conditions and mechanism of formation of furfuryl-formaldehyde oligomers, International Polymer Science and Technology, vol.41, №1, 2014, p.37-42.
5. Gnigo Nathanael, Mija Alica, Zavaglia Raffacte, Vincent Luc, Sbirraruoli Nicolas, New insights on the thermal degradation path-ways of neat poly (furfuryl alcohol) and poly (furfuryl alcohol) SiO₂ hybrid materials, Polym. Degrad and Stab., 2009, 94, №6, p.908-913.
6. Алимухамедов М.Г. Закономерности формирования и свойства сегментированных гидроксилсодержащих фурановых олигомеров жестких пенополиуретанов на их основе/ Автореф. дис. ... док. техн. наук. – Ташкент, 1997, –43с.
7. Магруппов А.Ф., Адилов Р.И., Алимухамедов М.Г. Исследование кубового остатка тетрагидрофурфурилового спирта и разработка на его основе жестких пенополиуретанов/ Пласт. массы, 2002, №5, с.36-38.
8. Mihail Ionescu. Chemistry and Technology of Polyols for Polyurethane. «Rapra Technology Limited»/ London, 2005, –605p.
9. Takao Suzuki, Katsumi Rakumoto, Yoshihiro Takahashi, Hiroyuki Kiso, Roger von Maris, Jeff Tucker. Reactive strong gelling amine// TOSOH research & technology review, 2013, v.57. –p.13-21.
10. Джалилов А.Т., Малкандуев Ю.А., Микитаев А.К. Синтез и свойства реакционноактивных полимеров// Москва, изд-во РХТУ, 2011, –282с.
11. Иржак В.И. Топологическая структура полимеров. Казань, Изд-во КНИТУ, 2013, –520с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ НИТРАТА КАЛИЯ**Нормаматов Фарход Хайдарали угли***соискатель Ташкентского химико-технологического института,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: normamatov@mail.ru***Эркаев Ақтам Улашев***профессор Ташкентского химико-технологического института
Узбекистан, г. Ташкент***Дадаходжаев Абдулла Турсунович***д-р техн. наук, директор центра инновации АО «Узкимёсаноат» Республики Узбекистан,
Узбекистан, г. Ташкент***Тоиров Зокир Каландарович***доцент, Ташкентского химико-технологического института,
Узбекистан, г. Ташкент***Кучаров Бахром Хайриевич***доцент, Ташкентского химико-технологического института,
Узбекистан, г. Ташкент***RESEARCH OF THE PROCESS OF PREPARING POTASSIUM NITRATE****Farxod Normamatov***job seeker of Tashkent Chemical Technology Institute
Uzbekistan, Tashkent***Aktam Erkeyev***professor of Tashkent Chemical Technology Institute
Uzbekistan, Tashkent***Abdulla Dadaxodjayev***Doctor of technical sciences, director of innovation center of production of Uzkiyosanoat JSC, Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent***Zokir Toirov***assistant professor of Tashkent Chemical Technology Institute
Uzbekistan, Tashkent***Baxrom Kucharov***assistant professor of Tashkent Chemical Technology Institute
Uzbekistan, Tashkent***АННОТАЦИЯ**

В приводимой статье проанализировано состояние мирового производства нитрата калия с обоснованием актуальности решаемой проблемы и исследование влияние технологических параметров на процесс получения нитрата калия конверсионным способом. Изучена влияние продолжительно конверсии, соотношения и Ж:Т на скорости фильтрации, влажности твёрдой фазы, степени выхода K_2O в продукт. Выполнен и проанализирован химический состав жидкой твёрдой фаз после окончания процесса конверсии. Установлены оптимальные технологические параметры получения нитрата калия конверсионным способом из хлорида калия и нитрата аммония, а также выявлено, что продолжительность конверсии практически не влияет на процесс.

ABSTRACT

This article analyzes the state of world production of potassium nitrate with justification of the relevance of the problem being solved and investigation of the influence of technological parameters on the process of producing potassium nitrate in a conversion way. The effect of long-term conversion, ratio, and L:S on the filtration rate, solid phase moisture, and the degree of K_2O yield in the product have been studied. The chemical composition of the liquid solid phase was completed and analyzed after the conversion process. The optimal technological parameters for the production of potassium nitrate by the conversion method from potassium chloride and ammonium nitrate were established, and it was also found that the duration of the conversion practically does not affect the process.

Ключевые слова: хлорид калия, конверсия, нитрат калия,

Keywords: potassium chloride, conversion, potassium nitrate,

В последние годы проблема обеспечения населения земного шара продуктами питания приобретает все большую остроту. Это связано с тем, что на фоне интенсивного роста народонаселения мировой фонд пахотных земель практически не увеличивается. Одной из вышеуказанных проблем является развитие производства качественных с низкой стоимостью минеральных удобрений.

Хлор, наряду с фтором, относится к группе галогенов. Однако фтор проявляет больше неметаллические (окислительные) свойства и поэтому является более агрессивной и вредной примесью. По данным агрохимических исследований [1] при содержании фтора в удобрениях до 3% не отмечается какого-либо отрицательного воздействия на растения. Аналогичное значение принято в большинстве действующих стандартов для регламентирования содержания хлора в бесхлорных удобрениях.

В то же время повышение качества является одним из приоритетных направлений развития производства минеральных удобрений, и, по данным белорусских агрохимиков, содержание хлора в удобрениях, применяемых в тепличных хозяйствах, не должно превышать 1%.

Крупнейшими экспортёрами бесхлорных водорастворимых комплексных удобрений являются «Кемиро Агро» (Финляндия), Norsk Hydro (Норвегия), «Агроханза» (Польша), ОАО «Буйский химический завод» (Россия), Nutri SI (Бельгия), Haifa Chemicals и Israil Chemicals (Израиль), Vicksburg Chemicals Co. (США), SQM SA и PCS Ymbes SCM (Чили), The Arab Potash Company Ltd (Иордания).

Производства бесхлорных водорастворимых комплексных удобрений является перспективным и интенсивно развивающимся сегментом производства минеральных удобрений, о чем свидетельствуют следующие цифры. Согласно опубликованным данным о проектах строительства производства NPK-удобрений [2], в течение 1997-2000 гг. запланированный ввод новых мощностей по производству нитрата калия в мире составил свыше 474 тыс.т/г. Темпы роста глобального рынка бесхлорных водорастворимых удобрений оцениваются 4% в год.

Решение этой проблемы возможно только за счет интенсификации сельскохозяйственного производства путем повышения урожайности сельскохозяйственных культур, а одним из важнейших направлений, обеспечивающих достижение этой задачи, является применение минеральных удобрений [3-5].

Между тем, к настоящему времени накоплен достаточно большой объем исследований в области разработки технологических процессов получения различных видов бесхлорных водорастворимых комплексных удобрений. Из всех известных способов особый интерес представляют конверсионные методы получения бесхлорных водорастворимых удобрений – нитрата, сульфата, карбоната и фосфата калия, так как все исходные вещества для осуществления этих процессов производятся на химических предприятиях республики.

В работе [6] с целью повышения степени конверсии и степени чистоты конечного продукта, контактирование ведут в устройстве, состоящем из двух колонн и двух промежуточных емкостей, имеющих соотношение полезных объемов, равное 1:(0,3-0,35), соединенные трубопроводы в последовательности – верх одной колонны - промежуточная емкость из другой колонны, путем обработки в первой колонне К-формы; катионита, подаваемым сверху раствором нитрата аммония, во второй колонке NH_4 -формы катионита раствором хлорида калия, выводы полученных растворов нитрата калия и хлорида аммония.

В работе [7] выход целевого продукта увеличен методом флотации. Это достигается в процессе взаимодействия нитрата натрия и хлорида калия при 80-90 °С, охлаждения реакционной смеси в течение 3,5-4 ч и выделения целевого продукта методом флотации. В качестве флотореагента используют смесь октадециламина в количестве 50-75 г/т солей. Способ позволяет повысить выход нитрата калия до 98%. [6-7].

Нами изучена возможность получения следующих бесхлорных калийных удобрений конверсионными способами: нитрата и сульфата калия.

Вначале был проведен анализ многокомпонентных систем K^+ , $NH_4^+ // Cl^-$, NO_3-H_2O , K^+ , $NH_4^+ // Cl^-$, $H_2PO_4^{2-}-H_2O$ и Na^+ , K^+ , $Mg^{+2} // Cl^-$, $\frac{1}{2} SO_4^{2-} - H_2O$, которые являются теоретической основой выбора интервала варьирования технологических параметров и последовательности технологических процессов.

В данной работе на основании анализа диаграммы растворимости K^+ , $NH_4^+ // Cl^-$, NO_3-H_2O выбран следующий интервал варьирования основных технологических параметров; $KCl:NH_4NO_3$ -1,0-1,2:1; продолжительность конверсии - 1-40 мин, температура кристаллизации – 5-20 °С, продолжительность кристаллизации - 15-30 мин.

Изучено влияние соотношения $KCl:NH_4NO_3$, температуры и продолжительности конверсии а

также кинетика кристаллизации при температуре 5, 10 и 20 °С (таб. 1).

Как показывают полученные данные, в изученных интервалах после процесса конверсии независимо от условий конверсии при 90 °С в системе не образуется твердая фаза. Через заданную продолжительность процесса конверсии система охлаждалась до определенной температуры кристаллизации при перемешивании со скоростью мешалки 50-100 об/мин и охлаждения - 3-7 °С*/мин. Полученный

твёрдый продукт и жидкая фаза анализировались на содержание K^+ , Cl^- и азота в виде нитрата и аммония по методикам [8-9].

В результате снижения растворимости нитрата калия в системе образуются кристаллы последнего из суспензии с Ж:Т-3,42:7,44:1. Степень осветления в течение 10 мин достигает более 36;65%, в зависимости от условий опытов. Суспензия фильтровалась под вакуумом при остаточном давлении 0,6кг*с/см² со скоростью 814,97:2695,06кг/м²*ч.

Таблица 1.

Влияние технологических параметров на процесс получения нитрата калия конверсионным способом

№	Соотношение в стадии конверсии KCl/NH_4NO_3	Продолжительность конверсии, мин	Температура кристаллизации, °С	Продолжительность кристаллизации, мин	Скорость фильтрации, кг/м ² * ч	Влажность твердой фазы, %	Ж:Т	Степень выхода K_2O , %
					по твердой фазе			
1.	1:1	1	5	15	2695,06	12,11	4,84:1	44,34
2.		10			1694,94	15,60	4,62:1	47,40
3.		1		30	1087,80	10,03	4,52:1	48,31
4.		10			1894,90	10,22	4,02:1	50,54
5.		1	10	15	1774,86	12,73	4,38:1	47,40
6.		10			2213,85	12,87	4,14:1	47,45
7.		1		30	1884,86	14,21	4,70:1	48,84
8.		10			2173,56	14,28	4,31:1	49,97
9.		1	20	15	1576,43	16,85	5,26:1	38,15
10.		10			1801,17	19,89	5,60:1	38,49
11.		1		30	1380,75	10,57	5,49:1	38,93
12.		10			1585,39	11,67	5,15:1	40,75
13.	1,09:1	5	5	15	1264,15	9,14	4,63:1	46,51
14.		10			1284,13	9,76	3,90:1	49,85
15.		20			1561,21	9,86	3,75:1	46,44
16.		40			1380,06	9,18	3,52:1	52,86
17.		1	5	30	814,97	5,52	4,06:1	52,00
18.		5			1128,13	6,35	3,98:1	52,96
19.		10			1142,86	7,3	3,91:1	53,05
20.		20			1066,31	7,52	3,93:1	53,24
21.		40			1246,89	7,3	3,93:1	54,53
22.		5	10	15	1546,12	14,0	4,87:1	44,40
23.		10			1185,79	10,72	4,98:1	42,07
24.		20			953,58	10,59	4,97:1	44,31
25.		5	10	30	1404,97	8,37	4,5:1	46,33
26.		10			952,27	9,5	5,3:1	43,64
27.		20			1274,98	12	5,35:1	43,36
28.	1,2:1	1	5	15	1224,67	13,29	4,8:1	44,66
29.		10			1863,05	15,05	4,47:1	41,09
30.		1	5	30	1009,33	9,12	5,52:1	43,25
31.		10			2425,56	16,39	4,94:1	45,78
32.		1	10	15	1553,66	12,83	5,83:1	40,64
33.		10			1780,08	17,58	5,98:1	35,52
34.		1	10	30	1251,42	12,26	5,63:1	39,18
35.		10			1458,92	14,73	5,52:1	39,63
36.		1	20	15	1682,04	18,16	7,39:1	29,52
37.		10			1000,72	15,06	6,96:1	31,41
38.		1	20	30	1131,56	12,4	7,44:1	30,32
39.		10			1345,18	15,73	6,83:1	31,78

Степень выхода K_2O в продукт в зависимости от условий опытов колеблется в интервале 29,49-54,53% в первом цикле процесса конверсии. Из таблицы 1 видно, что на степень выхода K_2O продолжительность конверсии практически не влияет, поскольку увеличение его от 1 до 40 мин увеличивает выход всего на 2,53% (опыт 17-21), табл. 1.

Влияния соотношение $KCl:NH_4NO_3$ на степень выхода K_2O сильно зависит от температуры кристаллизации. При температуре 5 °C наблюдается максимум степени выхода.

Например при одинаковых условиях других параметров в 2,14 и 29 степень выхода равна 47,9; 49,85; и 42,07% соответственно. Однако повышение на более 10 °C температуры кристаллизации и соотношения $KCl:NH_4NO_3$ приводит только к снижению выхода K_2O до 5,23 и 33%.

Необходимо отметить, что при соотношении $KCl:NH_4NO_3=1,2:1$ степень выхода снижается на более 6,5 % по сравнению чем при $KCl:NH_4NO_3=1,09:1$.

Это тенденция усиливается со снижением температуры кристаллизации. Например, при 5 °C эта разница достигает 7,78%. Из таблицы 1 видно что максимум степени выхода K_2O наблюдается при соотношении $KCl:NH_4NO_3=1,09:1$, температуре 5 °C и колеблется в пределах 46,51-54,53%, а при 10 °C этот показатель снижается до 42,07-46,33.

Как показано в таблице скорость фильтрации образцов достаточно высока и составляет 1066,31-1561,21 кг/м²ч, поэтому влажность сырых кристаллов нитрата калия не превышает 9,90 и 14,30% при температуре кристаллизации, 5 и 10°C.

Соотношение Ж:Т в суспензии тоже является одним из косвенных показателей степени выхода K_2O . Из таблицы видно что при более 50% степени выхода Ж:Т равнялось 4:1, а при менее 40 и 30% степени выхода значения Ж:Т превышают более 5,5:1 и 7,0:1 соответственно.

Таблица 2.

Влияние количества зарядуши на процесс кристаллизации

№	Продолжительность конверсии, мин	Соотношение реакционная масса: к зарядуш	Скорость фильтрации, кг/м ² * ч по твердой фазе	Влажность твердой фазы, %	Ж:Т	Степень выхода K_2O , %
5.1	1	1:0,05	1778,11	9,19	4,27:1	47,45
5.2		1:0,1	1780,12	7,87	4,14:1	49,01
5.3		1:0,2	1791,43	8,83	4,02:1	52,68
5.4		1:0,3	1816,44	6,44	3,30:1	59,49
6.5	10	1:0,05	2561,8	11,74	4,13:1	47,50
6.6		1:0,1	2582,2	11,70	4,08:1	49,59
6.7		1:0,2	2658,1	9,74	4,01:1	54,11
6.8		1:0,3	3695,7	8,87	3,01:1	65,29

Таблица 3.

Химический состав жидкой и твердой фазы после конверсии

Номера образцов соответствия нумерации Таб №3	Содержание компонентов масс % в жидкая фаза				Содержание компонентов масс % в твердая фаза			
	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	K ⁺	NH ₄ ⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	K ⁺	NH ₄ ⁺
1	11,28	14,20	7,04	5,87	1,58	58,78	34,87	1,99
2	11,43	14,38	7,13	4,46	1,58	58,81	34,88	1,49
3	11,39	14,32	7,11	5,92	1,59	58,85	34,91	1,49
4	12,26	14,32	7,10	5,92	1,66	58,71	34,83	0,99
5	12,19	14,25	7,06	5,89	1,76	58,69	34,81	1,98
6	12,25	14,31	7,09	5,92	1,77	59,06	35,01	202
7	11,36	14,31	7,09	5,32	1,84	58,93	34,96	1,99
8	13,14	14,33	7,10	5,92	1,59	58,67	34,80	2,01

Разница в степени выхода не превышала 1-1,5% в интервале 10-20°C, которая повышалась до 7-8%. С увеличением соотношения $KCl:NH_4NO_3$ от 1:1 до 1,2:1 при одинаковых условиях других параметров выход K_2O в продукт снижается на 14,15% от 49,97% до 35,52%. Таким образом, оптимальными условиями процесса конверсии при соотношении $KCl:NH_4NO_3$ 1:1,09:1 являются продолжительность

конверсия - 5-10 мин, температура кристаллизации 5°C, продолжительность кристаллизации - 30 мин, что обеспечивает выход K_2O более 52% в первом цикле. С целью увеличения скорости фильтрации кристаллов и степени промывки нитрата калия изучали влияние количества добавки (циркулирующая) кристаллов нитрата калия в стадии кристаллизация.

Исследование влияния количества зарядущих кристаллов на технологические показатели кристаллизации и фильтрации процесса получения KNO_3 было изучено при условиях: $\text{KCl}:\text{NH}_4\text{NO}_3$ 1:1, температура кристаллизации 10 °С, продолжительность кристаллизации 15 мин (табл.2,3).

Соотношения реакционной массы к количеству циркулирующих кристаллов варьировали в пределах 1-0,05:0,3. В качестве базовой суспензии использовали продукты процесса конверсии, полученные при условиях, соответствующих опытам 5 и 6 (таб.1).

Из табл.2 видно, что с повышением количества добавки повышается скорость фильтрации и относительный выход K_2O на 15-20 кг/м²*ч, 2-3% соответственно со снижением Ж:Т от 4,38 и 4,14 до 3,30, 3,01 соответственно при применении системы, соответствующей опытам 5 и 6.

Влажность продуктов после фильтрации снижается от 12,73 до 9,19-6,44 и от 12,87 до 11,74 и 8,87%. В результате содержание хлора в сухом непромытом продукте снижается от 2-3% до 1,7 и 1,8%. Это объясняется образованием крупных призматических кристаллов с размерами e-h-b-1,13x0,3x0,1 мм рис.1.

X4

X10

Рисунок 1. Микроскопические снимки кристаллов нитрата калия (X4 и X10) для условий, соответствующих опыту 5 таблицы 1

Таким образом установлены следующие оптимальные технологические параметры процесса: соотношение $\text{KCl}:\text{NH}_4\text{NO}_3=1:1\div1,1:1$, продолжительность конверсии - 2-3 мин, температура процесса конверсии 95-100 °С, температура и продолжительность кристаллизации 5-10 °С и 30-40 мин соответственно.

Определено, что с изменением вышеуказанных параметров выход нитрата калия колеблется от 46,44 до 54,53%, а Ж:Т – в интервале 3,75-4,70, скорость фильтрации составляет 1066,24-2213,85 кг/м² час. Выявлено, что продолжительность конверсии практически не влияет на процесс.

Список литературы:

1. Дохолова А.Н., Кармышев В.Ф., Сидорина Л.В. Производство и применение фосфатов аммония.-М.: Химия, 1986.-С. 231.
2. Проекты строительства : производства калия и NPK // Мир удобрений и пестицидов.-1997.№2.-С.42-44.
3. Дормешкин О.Б., Воробьев Н.И. Производство бесхлорных водорастворимых комплексных удобрений. – Минск.: БГТУ, 1980,–8-9 с.
4. Нормаматов Ф.Х., Эркаев А.У., Тоиров З.К., Шарипова Х.Т. Исследование процесса получения хлорида калия из сильвинита в присутствии аммиака // Узбекский химический журнал, 2009. - №2. - С.26-28.
5. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений. –Л.: Химия, 1983. – 336 с.
6. А.с. 1248650, МПК С 01D 9/10, В 01J 47/02. Способ получения нитрата калия . - Оpubл. 07.08.86 // Бюл. № 29, 1986.
7. А.с. 1572997, МПК С 01D 9/08. Способ получения нитрата калия . - Оpubл. 23.06.90 // Бюл. № 23, 1990.
8. Винник М.М., Ербанова Л.Н., Зайцев П.М. и др. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов. М.: Химии, 1975. -218с.
9. ГОСТ 30181.4-94. Минеральные удобрения. Метод определения суммарной массовой доли азота, содержащегося в сложных удобрениях и селитрах в аммонийной и нитратной формах (метод Деварда).

ТЯЖЕЛЫЕ НЕФТИ УЗБЕКИСТАНА И ИХ УСТОЙЧИВЫЕ ВОДОНЕФТЯНЫЕ ЭМУЛЬСИИ**Очилов Абдурахим Абдурасулович**

*ст. преподаватель кафедры «Технология нефтегазохимической промышленности»
Бухарского инженерно-технологического института,
Узбекистан, г. Бухара
E-mail: ochilov82@mail.ru*

Абдурахимов Саидакбар Абдурахманович

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

Адизов Бобиржон Замирович

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

UZBEKISTAN'S HEAVY OILS AND THEIR SUSTAINABLE WATER-OIL EMULSIONS**Abdurahim Ochilov**

*Senior Lecturer of the department «Technology of the oil and gas industry»
of the Bukhara engineering-technological institute,
Uzbekistan, Bukhara*

Saidakbar Abduraximov

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

Bobirjon Adizov

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

АННОТАЦИЯ

В настоящее время тяжелые нефти добываются в Андижанской, Ферганской и Сурхандарьинской областях, где большинство месторождений содержат в значительных количествах пластовую воду, ПАВ, минеральные соли и др. Трудности разделения устойчивых водонефтяных эмульсий, добываемых из таких скважин, диктуют необходимость разработки и применения эффективных композиций деэмульгаторов с учетом сложного состава тяжелых нефтей.

ABSTRACT

Currently, heavy oils are produced in Andijan, Fergana and Surkhandarya regions, where most of the deposits contain large quantities of produced water, surfactants, minerals salts, etc. Difficulties in the separation of stable oil-water emulsions extracted from such wells dictate the need to develop and use effective demulsifiers compositions taking into account the complex composition of heavy oils.

Ключевые слова: тяжелые углеводороды, смолы, асфальтены, парафины, устойчивые водонефтяные эмульсии, тяжелые нефти, минеральные соли, водонефтяные эмульсии, нефтяные эмульсии, деэмульгирование, коагуляция, синергизм.

Keywords: heavy hydrocarbons, resins, asphaltenes, paraffins, stable oil-water emulsions, heavy oils, mineral salts, oil-water emulsions, oil emulsions, demulsification, coagulation, synergism.

Известно, что месторождения нефти, расположенные в предгорьях республики, в основном содержат тяжелые углеводороды и сопутствующие им вещества (смолы, асфальтены, парафины и т. п.) [3]. Большинство вышеотмеченных соединений имеют поверхностно-активные свойства, т. е. выполняют роль эмульгаторов. Анализ устойчивых водонефтяных эмульсий тяжелых нефтей показывает, что они относятся к труднорасслаиваемым, т. к. в них содержатся эмульгаторы в виде сложных композиций, содержащих смолы, асфальтены, парафины, механические примеси и др.

В настоящее время тяжелые нефти добываются в Андижанской, Ферганской и Сурхандарьинской областях, где большинство месторождений содержат в значительных количествах пластовую воду, ПАВ, минеральные соли и др. Трудности разделения устойчивых водонефтяных эмульсий, добываемых из таких скважин, диктуют необходимость разработки и применения эффективных композиций деэмульгаторов с учетом сложного состава тяжелых нефтей.

Основными соединениями образования устойчивых водонефтяных эмульсий являются асфальтены и смолы, которые препятствуют их разрушению. С учетом этого нами изучено их влияние на показатели

водонефтяных эмульсий стандартным «бутылочным» методом. Полученные результаты представлены на рис. 1.

Из рис. 1. видно, что с повышением содержания смол и асфальтенов в тяжелой нефти ее степень устойчивости увеличивается по экспоненциальному закону. Причем асфальтены являются основными стабилизаторами нефтяных эмульсий, и они, концентрируясь на поверхности раздела фаз, образуют защитную пленку. Смолы, находящиеся в сырой нефти, считаются слабой органической молекулярной массой. И поэтому также стабилизируют водонефтяную эмульсию, но по сравнению с асфальтенами менее активны [2].

В Сурхандарьинской области имеется Хаудагское месторождение, где содержится тяжелая нефть со следующими показателями: плотность при 20 °С – 979,5 кг/м³, вязкость (кинематическая) при 80 °С – 405,3 мм²/с, вязкость (условная ВУ-80) – 53, температура застывания – -23 °С, коксуемость – 12,1% масс, содержание асфальтенов – 9,5% масс, смол – 50,5% масс, парафинов – 3,85% масс, воды – 3,1% масс, механических примесей – 0,01% масс, температура вспышки – 165 °С.

На рис. 2 представлен фракционный состав хаудагской нефти.

Рисунок 1. Изменение степени устойчивости (СУ) в зависимости от содержания смол (C_m) и асфальтенов (A) в тяжелых нефтях

Рисунок 2. Изменение фракционного состава хаудагской нефти в зависимости от температуры (t)

Как видно из рис. 2, хаудагская нефть в основном тяжелая и может использоваться для получения битумов различных марок. С точки зрения экономики переработка таких нефтей на масла из-за углеводородов считается нецелесообразной. Это же касается разрушения их устойчивых водонефтяных эмульсий. Однако, с другой стороны, переработка таких нефтей с добавкой газового конденсата также возможна, что сулит определенные экономические выгоды.

С учетом этого нами была предпринята попытка разрушения устойчивой водонефтяной эмульсии, полученной из смеси тяжелой хаудагской нефти с газоконденсатом. Такой прием использован исходя из имеющихся в нефтегазовой промышленности сырьевых возможностей по организации технологии переработки добываемой тяжелой нефти [1].

В табл. 1 представлены основные физико-химические показатели процесса деэмульгирования смесей нефти и газоконденсата.

Таблица 1.

Показатели устойчивых ВНЭ, полученных из смесей тяжелой нефти и газоконденсата

Состав смеси, %		Плотность при 20 °С, кг/м ³	Вязкость при 80 °С, мм ² /с	Расход г/т	Остаточное содержание воды, %
нефть	ГК				
100	0	1085	202	60	2,1
95	5	1015	191	60	1,9
90	10	992	182	55	1,6
85	15	925	173	55	1,2
80	20	889	161	50	0,9
75	25	865	153	50	0,6
70	30	852	141	45	0,2

Из табл. 1 видно, что с введением в состав тяжелой нефти газового конденсата от 5 до 30% плотность и вязкость устойчивой ВНЭ значительно снижаются. Особенно это проявляется в кинематической вязкости, измеренной при 80 °С. За счет этого снижен расход деэмульгатора с 60 г/т до 45 г/т.

Известно, что интенсивность разрушения устойчивых ВНЭ, образующихся из смеси тяжелых нефтей с газоконденсатом, можно характеризовать разностью между плотностями пластовой воды и нефти ($\Delta\rho$), а также отношением суммарного содержания асфальтенов (а) и смол (с) к содержанию парафинов (п) в нефти (а+с)/п.

Здесь последний показатель предопределяет способ деэмульгирования перерабатываемой эмульсии, а $\Delta\rho$ соответствует движущей силе гравитационного отстаивания [4].

Тяжелая нефть Хаудагского месторождения имеет $\Delta\rho$, равное 0,175-0,185 г/см³, а показатель (а+с)/п = 7,795-7,852.

Это говорит о том, что ВНЭ, образованная из данной нефти, является труднорасслаиваемой из-за высокого содержания в ней асфальтенов, смол и па-

рафинов. Здесь понижение вязкости и плотности тяжелой нефти с использованием газового конденсата позволяет разрушить устойчивую ВНЭ любым деэмульгатором.

Преимущество данного способа состоит в том, что снижение вязкости ВНЭ позволяет интенсифицировать процесс выделения механических примесей из данной эмульсии. На рис. 3 представлено изменение содержания дисперсных механических примесей в зависимости от количества вводимого газового конденсата.

Из рис. 3 видно, что с введением газового конденсата в состав тяжелой нефти месторождения Хаудаг количество механических примесей в ВНЭ экспоненциально падает, что обусловлено понижением плотности и вязкости последней.

Определенный научно-практический интерес представляет изменение остаточного содержания минеральных солей в тяжелой нефти месторождения Хаудаг в зависимости от количества введенного газового конденсата.

Результаты данного исследования проиллюстрированы на рис. 4.

Рисунок 3. Изменение содержания механических примесей в зависимости от ввода газового конденсата в состав тяжелой нефти месторождения Хаудаг

Рисунок 4. Изменение остаточного содержания солей в зависимости от количества введенного газового конденсата в тяжелую нефть месторождения Хаудаг

Из рис. 4 видно, что введение газового конденсата до 30% от общей массы смеси позволяет увеличить удаление солей из тяжелой нефти за счет значительного снижения вязкости его ВНЭ.

Таким образом, результаты настоящего исследования показывают перспективность использования газового конденсата при разрушении устойчивых

ВНЭ, образованных из тяжелых нефтей месторождения Хаудаг. При этом наряду с понижением плотности и вязкости ВНЭ ускоряется процесс коагуляции диспергированной воды, солей и др. Причем укрупнение частиц дисперсной фазы ускоряет скорость осаждения, что можно также подтвердить эффектом синергизма некоторых переменных факторов рассматриваемого процесса.

Список литературы:

1. Адизов Б.З., Абдурахимов С.А., Атауллаев Ф.Ш. Особенности состава и свойств местных водонефтяных эмульсий // Узбекский журнал нефти и газа. – 2008. – № 2. – С. 45.
2. Атауллаев Ф.Ш., Абдурахимов С.А. Интенсификация процесса разделения высокостойких водонефтяных эмульсий местных нефтей // Узбекский химический журнал. – 2005. – № 3. – С. 14-17.
3. Комбинированные термохимические и электрофизические технологии демульгирования устойчивых водонефтяных эмульсий / Б.З. Адизов, С.А. Абдурахимов, А.С. Султонов, И.Д. Эшметов. – Ташкент: Изд. УзАФА асосий кутубхонаси, 2019. – 236 с.
4. Лутошкин Г.С. Сбор, подготовка нефти, газа и воды. – М.: ТИД Альянс, 2005. – 319 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ШОРТЕНИНГ ЖИРОВ НА ОСНОВЕ ХЛОПКОВОГО МАСЛА

Сабирова Наргиза Нусратовна

*докторант базовый докторантуры Бухарского инженерно-технологического института,
Узбекистан, г. Бухара*

Мажидов Кахрамон Халимович

*д-р техн. наук, профессор Бухарского инженерно-технологического института,
Узбекистан, г. Бухара*

Абдурахимов Саидакбар Абдурахмонович

*д-р техн. наук, профессор Ташкентского химико-технологического института,
Узбекистан, г. Бухара*

STUDY OF TEMPERING PROPERTIES OF SHORTENING OF FATS BASED ON COTTONSEED OIL

Nargiza Sabirova

*doctoral candidate of the basic doctoral candidacy of Bukhara engineering-technological institute,
Uzbekistan, Bukhara*

Kahramon Majidov

*doctor of technical sciences, professor of Bukhara engineering-technological institute,
Uzbekistan, Bukhara*

Saidakbar Abdurahimov

*doctor of technical sciences, professor of Tashkent chemical-technological institute,
Uzbekistan, Bukhara*

АННОТАЦИЯ

Исследованы temperирующие свойства шортенинг жиров на основе хлопкового масла и продуктов его переработки. Экспериментально установлено, что temperирование твердого шортенинга дает несколько преимуществ. Температура temperирования тщательно подбирается для получения желаемой кристаллической матрицы в шортенинге. В отсутствие этого этапа кристаллическая структура в продукте продолжает изменяться со временем и температурой во время хранения и транспортировки шортенинга. Консистенция шортенинга изменяется даже при правильном temperировании, при воздействии высокой или низкой температуры. Тем не менее, всегда есть некоторое восстановление консистенции, когда продукт возвращается к первоначальной температуре хранения. Правильно temperированный шортенинг, проявляет пластичность в более широком диапазоне температур, а также при колебаниях температуры хранения.

ABSTRACT

The tempering properties of shortening of fats based on cottonseed oil and products of its processing were studied. It has been experimentally established that the tempering of hard shortening has several advantages. The tempering temperature is carefully selected to obtain the desired crystal matrix in shortening. In the absence of this step, the crystal structure in the product continues to change with time and temperature during storage and transportation. The consistency of the shortening changes at influence of high or low temperatures even with proper tempering. However, there is always some recovery of consistency when the product returns to its primary storage temperature. Properly tempered shortening shows plasticity over a wider temperature range, as well as storage temperature fluctuations

Ключевые слова: шортенинг жиры, хлопковое масло и продукты его переработки, temperирующие свойства, кристаллическая структура, температурные режимы.

Keywords: shortening of fats, cottonseed oil and products of its processing, tempering properties, crystal structure, temperature modes.

Введение

Шортенинг жиры используются для приготовления широкого ассортимента продуктов питания [1-7]. В зарубежных странах такие жиры изготавливаются на основе твердых жиров растительного происхождения, в частности, пальмового и пальмоядрового масла [8-10]. Использование хлопкового масла и продуктов его переработки для производства шортенингов представляет научный и практический интерес. Нами были предложены [11-12] шортенинг жиры на основе продуктов каталитической модификации хлопкового масла. Связи с этим поставлена задача исследования temperирующих свойств твердых шортенинг жиров.

Методы

Использованы современные методы физико-химического исследования. Температура шортенинг жиров измерялась двух значениях °F, °C [13]. Кристаллическая структура жиров определена путем их расплавления при различных температурах.

Результаты и обсуждение

Экспериментально установлено, что temperирование твердого шортенинга дает несколько преимуществ. Температура temperирования тщательно подбирается для получения желаемой кристаллической матрицы в шортенинге. В отсутствие этого этапа кристаллическая структура в продукте продолжает изменяться со временем и температурой во время хранения и транспортировки. Консистенция шортенинга изменяется даже при правильном temperировании, при воздействии высокой или низкой температуры. Тем не менее, всегда есть некоторое восстановление консистенции, когда продукт возвращается к первоначальной температуре хранения. Правильно temperированный шортенинг проявляет пластичность в более широком диапазоне температур, а также при колебаниях температуры хранения.

Данные приведенные на рис.1-3 иллюстрируют влияние температур temperирования на твердые частицы шортенинга. Эти цифры также демонстрируют влияние температуры хранения на консистенцию, а также пластичность шортенинга.

Рисунок 1. Темперирование при 85°F (29,4°C)

Рисунок 2. Темперирование при 90°F (32,2°C)

Рисунок 3. Темперирование при 70°F (21,1°C)

Три температуры были выбраны для темперирования продукта:

85°F (29.4°C), т.е. средняя температура на складах хранения. 90°F (32.2°C) и 70°F (21.1°C) были выбраны, чтобы продемонстрировать влияние температуры темперирования на консистенцию того же продукта.

В исследованиях продукт выдерживали при 85°F и 90°F температурах в течение 48ч. Затем продукты оставляли при 50, 60, 70, 80, 90 и 100 ° F на ночь для уравнивания при этих температурах хранения. Проникновения были измерены при различных температурах хранения. Все образцы продукта были удалены из соответствующих хранилищ и помещены при 70 ° F на ночь для уравнивания. Проникновения были измерены на всех образцах. Это обозначено как «восстановление проникновения». Данные

о проникновении и восстановлении приведены в таблице 1, а графики показаны на рис. 1. (85 ° F), рис. 2 (90 ° F) и рис. 3 (70 ° F).

По сравнению с образцом, темперированным при 85 ° F, другие образцы дали разные результаты.

Темпированный при температуре 70 ° F (21,1 ° C) в образце осуществлены следующие наблюдения.

Образец имел более мягкую консистенцию (более высокие значения проникновения) при всех температурах хранения. Восстановление проникновения указывало, что тот же образец имел более короткий диапазон пластичности (восстановление проникновения оставалось плоским в более узком температурном диапазоне).

Таблица 1.

Данные по проникновению и восстановлению проникновения шортенинга, темперированном при разных температурах

Температура, °F	Темпированный при 70°F		Темпированный при 85°F		Темпированный при 90°F	
	Проникновение (мм/10)	Восстановление проникновения (мм/10)	Проникновение (мм/10)	Восстановление проникновения (мм/10)	Проникновение (мм/10)	Восстановление проникновения (мм/10)
50	230	300	180	250	170	230
60	270	300	220	250	200	230
70	300	300	250	250	230	230
80	350	270	280	250	260	230
90	420	250	330	230	320	235
100	540	220	450	220	360	180

Цифры в таблице обозначают проникновение и восстановление проникновения при 70 ° F. Это потому, что 70 ° F является значительной температурой для сокращения времени хранения и использования.

Образец, темперированный при температуре 90°F (32.2°C) имел более твердую консистенцию (более низкие значения проникновения) при всех температурах хранения. Восстановление проникновения указывало, что тот же образец имел более короткий диапазон пластичности (восстановление проникновения

оставалось плоским в более узком температурном диапазоне).

Заключение:

Таким образом, образец, темперированный при температуре 70 ° F (21,1 ° C) имел более мягкую консистенцию (более высокие значения проникновения) при всех температурах хранения. Образец, темперированный при температуре 90°F (32.2°C) имел более твердую консистенцию (более низкие значения проникновения) при всех температурах хранения.

Список литературы:

1. Stopskiy V.S., Klyuchkin V.V., Andreev N.V. Chemistry of fats and fat stock processing products. - M.: Kolos, 1992. – p.286
2. Grinberg G., Schepanskaya G. Modified fats. - M.: Food industry, 1973. – p.104.
3. Haumann. B. R. The goal, tastier and «healthier» fried foods // INFORM, 1996, 7, 320-334.
4. O'Brien, R.D. Shortening technology // Introduction to Fats and Oils Technology / O'Brien, R.D., Fair, W.E., Wan, P.J., eds.-2nd ed.-Champaign, IL: AOCS Press, 2000.-P. 422-426.
5. Oil Crops Situation and Outlook Yearbook/USDA.-Washington, D.C.:U.S.Department of Agriculture Economic Research Service, 1985.
6. Oil Crops Situation and Outlook Yearbook/USDA.-Washington, D.C.:U.S.Department of Agriculture Economic Research Service, 2000.-P. 50, 63.
7. Haumann, B.F. The goal: tastier and “healthier” fried foods//INFORM, 1996, 1, 320-334.
8. Weiss, T.J. Shortening: introduction // Food Oils and Their Uses-2nd ed.-Westport, CN: AVI Publishing, 1983.-P. 1209-130.
9. Paulicka, F.R. Shortening products // Edible Fats and Oils Processing: Basic Principles and Modern Practices, Word Conference Proceedings / Erickson, D.R., ed.-Champaign, IL: AOCS Press, 1990.-P. 205-206.
10. Stauffer, C.E., Bakery product applications // Fats and Oils/Stauffer. C.E., ed.-St. Paul, MN: Eagan Press, 1996.-P.73.
11. Sabirova N.N., Majidov K.X., Characteristics of new kinds of shortenings. - Austrian Journal of Technical and Natural Sciences № 11-12, Vienna 2018 November-December, Pp 16-19.
12. N.N.Sabirova, K.Kh. Mazhidov. Development of the composition and study of the characteristics of new types of shortenings // Uzbek Chemical Journal. -2018. №6. –С.58-62.
13. Градус_Фаренгейт/ [Электронный ресурс] <https://ru.wikipedia.org/wiki/>

ЭНЕРГЕТИКА

УСТАНОВКА КОМПЕНСИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ ВБЛИЗИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И АВТОМАТИЧЕСКАЯ РЕГУЛИРОВКА СЕТЕВОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Махсудов Мохирбек Толибжонович

*докторант, Андижанский машиностроительный институт,
Узбекистан, г. Андижан
E-mail: mohirbek2702@mail.ru*

INSTALLATION OF COMPENSATING DEVICES IN CLOSE PROXIMITY TO ENERGY CONSUMERS AND AUTOMATICALLY ADJUSTS THE MAINS VOLTAGE

Mokhirbek Makhsudov

*Postdoctoral Student, Andijan Machine-Building Institute,
Uzbekistan, Andijan*

АННОТАЦИЯ

В статье представлена схема автоматической регулировки установленных значений напряжения, снижения дополнительных потерь электроэнергии, установки компенсирующих устройств вблизи потребителя электроэнергии.

ABSTRACT

The article presents the scheme of automatic adjustment of the set voltage values, reduction of additional losses of electricity, installation of compensating devices near the consumer of electricity.

Ключевые слова: реактивная мощность, активная мощность, компенсирующее устройство, конденсаторная батарея, коэффициент мощности, отклонение напряжения, автоматическая регулировка, реле минимального напряжения.

Keywords: reactive power, active power, compensating device, capacitor bank, power coefficient, voltage deviation, automatic adjustment, minimum voltage relay.

Реактивная мощность (энергия) – это генерируемая и потребляемая мощность для создания электромагнитных полей, которая не выполняет полезную работу [3, 4].

Долгое время основным нормативным показателем, характеризующим реактивную мощность, является коэффициент мощности:

$$\cos\phi = \frac{S}{P} \quad (1)$$

Но реальное значение потребляемой реактивной мощности не могло точно показать динамику изменения. В качестве наиболее благоприятного показателя, определяющего взаимосвязь между потреблением активных и реактивных мощностей, был показан коэффициент реактивной мощности [1]:

$$\tan\phi = \frac{Q}{P} \quad (2)$$

Передача реактивной мощности в электрических сетях приводит к дополнительным потерям активной мощности в линиях, трансформаторах, генераторах электростанций, дополнительные потери напряжения требуют увеличения номинальной мощности или увеличения числа трансформаторов, уменьшают пропускную способность всей системы электроснабжения потери активной мощности:

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} \cdot R \quad (3)$$

$$\text{потери напряжения: } \Delta U = \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U} \quad (4)$$

где P, Q, S – соответственно активная, реактивная и полная мощность; R и X – активное и реактивное сопротивление элементов электрической сети соответственно; U – напряжение сети.

(3) и (4) выражения показывают, что передача реактивной мощности на большие расстояния приво-

дит к увеличению потерь мощности, снижению пропускной способности электрических сетей и снижению качества электроэнергии.

В нашей стране мероприятия в этом направлении будут проводиться на основании Положения “О порядке организации работ по компенсации реактивной мощности”, зарегистрированного Министерством юстиции от 10 октября 2008 года № 1864, и приказа начальника “Государственной инспекции по надзору в электроэнергетике” от 26 июля 2018 года № 10, о внесении изменений и дополнений в данное положение.

В соответствии с положением нормативная стоимость коэффициента реактивной мощности для Региональных электрических сетей и потребителей, обеспечивающих магистральную электрическую сеть, должна быть определена следующим образом:

0,4 кВ	$tg\phi_n = 0,25$
6-10 кВ	$tg\phi_n = 0,30$
35 кВ	$tg\phi_n = 0,32$
110 кВ	$tg\phi_n = 0,38$
220 кВ	$tg\phi_n = 0,5$

Во многих публикациях упоминается, что нецелесообразность передачи реактивной мощности от генераторов электростанций до потребителей [1,2,3]. Производство реактивной мощности у потребителей является эффективным, и они осуществляются с помощью компенсирующих устройств. Регулировка мощности компенсирующих устройств позволяет снизить потребление электроэнергии, экономить на нагрузке, а также выполнять функцию регулировки напряжения.

Изменение напряжения при подключении и отключении компенсирующих устройств происходит следующим образом [2]:

$$\pm \Delta U = \frac{QX}{U} \cdot 10^{-3} \text{ кВ} \text{ или } \Delta U\% = \frac{QX}{10U^2} \% \quad (5)$$

где U – межфазное напряжение; X – реактивное сопротивление сети от заданной точки к источнику.

При определении необходимой мощности компенсирующих устройств необходимо учитывать количество реактивной мощности, передаваемой энергосистемой предприятию. В общем, требуется выполнить следующее условие:

$$Q_k \geq Q_x - Q_{\Sigma} \quad (6)$$

где Q_x – расчетная (потребляемая) реактивная мощность предприятия; Q_{Σ} – реактивная мощность, передаваемая энергосистемой; Q_k – реактивная мощность, подлежащая компенсации на предприятии.

Мощность компенсирующих устройств можно определить следующим образом:

$$Q_k = P_m (tg\phi_m - tg\phi_{\Sigma}) \quad (7)$$

где P_m – активная мощность предприятия при максимальной нагрузке энергосистемы; $tg\phi_m$ – коэффициент реактивной мощности, который соответствует P_m , $tg\phi_{\Sigma}$ – коэффициент реактивной мощности, требующий энергосистемы.

Существует несколько способов регулировки мощности компенсирующих устройств: автоматически, с помощью телемеханики и телефонной связи вручную или с помощью диспетчера.

Недостаток метода ручной регулировки в основном зависит от тщательной работы дежурного. А способ настройки через диспетчер прост и надежен, его можно использовать на промышленных предприятиях, которые теле механизмируют. Регулировка мощности компенсирующих устройств может осуществляться на основе следующих факторов:

1) регулировка напряжения на шинах подстанции. Это в основном применяется в тех случаях, когда нужно отрегулировать одновременно.

2) регулировка через ток нагрузки. Применяется в устройствах с быстро меняющимся графиком реактивного энергопотребления.

3) регулировка направления реактивной мощности. Применяется в отдельных отделочных подстанциях, расположенных далеко.

4) регулировка по времени суток. Сеть используется в точных и постоянных дневных графиках реактивной нагрузки.

Количество и мощность ступеней управления, последовательность отключения и подключения определяются в зависимости от графика нагрузки предприятия и задания энергосистемы.

Составление схемы автоматической регулировки реактивной мощности зависит от рабочего состояния предприятия. Схема автоматической регулировки, которую мы рекомендуем, в основном эффективна у потребителей, которые подвержены изменениям напряжения. В качестве пускового устройства на этой схеме получается реле с минимальным напряжением KV1. Размыкающий контакт KV1 работает при снижении напряжения в точке включения компенсирующего устройства. В то время как соединительный контакт KV1 работает в цепи отключения, что приводит к увеличению напряжения в сети. При понижении напряжения в сети ниже заданного предела, создается цепь включения контактора компенсирующего устройства, а именно: реле напряжения KV1 срабатывает и замыкает свой контакт KV1 в цепи катушки реле времени KT1. Реле времени с установленным временем закрывает свой контакт KT1 в цепи контактора и компенсирующее устройство подключается к сети. После подключения компенсирующего устройства напряжение в сети несколько увеличивается. В основном в качестве компенсирующего устройства используется конденсаторная батарея. При этом, чтобы компенсирующее устройство не отключалось от источника, автоматически изменяется пусковое напряжение при последовательном подключении R_d с дополнительным сопротивлением к катушке KV1.

В этом случае реле напряжения KV1 работает, когда напряжение в сети превышает установленное значение. Не допускается превышение напряжения до предельного значения (например, 110% U_n), начинается процесс отключения конденсатора от

сети: KV1 реле напряжения запускается и KT2 закрывает собственный контакт в цепи реле времени. Реле времени размыкает свой размыкающий контакт KT2 в цепи контактора с установленным временем, а контактор отключает конденсатор от сети.

Рисунок 1. Схема автоматической регулировки сетевого напряжения через устройство компенсации

Приведенная выше схема автоматической регулировки гарантирует, что значение напряжения в точке подключения потребителя находится в диапазоне требований к норме. Это приводит к повышению эффективности производства и

надежной работе электрических устройств, изменяя при этом показатель отклонения напряжения, который является одним из основных показателей качества электроэнергии, в положительную сторону.

Список литературы:

1. Беляевский Р. В. Вопросы компенсации реактивной мощности : учеб. пособие [Электронный ресурс] : Кемерово : КузГТУ, 2011. – С.132.
2. Ильяшов В.П. Автоматическое регулирование мощности конденсаторных установок. Изд. 2е, перераб. и доп. – М., «Энергия», 1977. – С.104.
3. Железко Ю.С. Потери электроэнергии, реактивная мощность, качество электроэнергии. ЭНАС, – 2009. – С. 221.
4. Рене Пелисье. Энергетические системы. – М.: «Высшая школа», 1982. – С. 80.

Научный журнал

**UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№ 9(66)
Сентябрь 2019

Свидетельство о регистрации СМИ: ПИ № ФС 77 – 66236 от 01.07.2016
Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 – 54434 от 17.06.2013

Подписано в печать 25.09.19. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 5,5. Тираж 550 экз.

Издательство «МЦНО»
123098, г. Москва, улица Маршала Василевского, дом 5, корпус 1, к. 74
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+