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: 3(72)

Март 2020

Часть 2

Москва
2020

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;

Ларионов Максим Викторович, д-р биол. наук;

Манасян Сергей Керопович, д-р техн. наук;

Мартышкин Алексей Иванович, канд. техн. наук;

Серегин Андрей Алексеевич, канд. техн. наук;

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

U55 Universum: технические науки: научный журнал. – № 3(72). Часть 2. М., Изд. «МЦНО», 2020. – 88 с. – Электрон. версия печ. публ. – <http://7universum.com/ru/tech/archive/category/372>

ISSN : 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2020.72.3-2

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2020 г.

Содержание

Технология материалов и изделий текстильной и легкой промышленности	5
РАСЧЕТ И МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ДЕФОРМАЦИИ НАЖИМНОГО ВАЛИКА В ЗОНЕ ВЫТЯЖКИ НА ВЫТЯЖНОМ ПРИБОРЕ Бабаджанов Сабит Хусанович Алламов Мираллам Анварович	5
ТЕОРИЯ УВЛАЖНЕНИЯ ХЛОПКОВОГО ВОЛОКНА Мардонов Ботир Мардонович Усманов Хайрулла Сайдуллаевич Усманов Зувайдулла Сайдуллаевич Азимов Азимжон Олим угли Каюмова Дилдора Зафар кизи	8
ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ КРУТКИ АРМИРОВАННОЙ ПРЯЖИ Исмаилов Нурулла Туйчибоевич Хайдаров Хабибулло Хамидуллаевич	12
Технология продовольственных продуктов	16
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЩЕЛОЧНОЙ РАФИНАЦИИ ПРЕССОВОГО МАСЛА ПОЛУЧАЕМОГО ИЗ НИЗКОСОРТНЫХ СЕМЯН ХЛОПЧАТНИКА Ахмедов Азимжон Нормуминович Абдурахимов Саидакбар Абдурахманович	16
РАФИНАЦИЯ ПИЩЕВЫХ САЛОМАСОВ ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ТЕМНОГО И СВЕТЛОГО РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ ВОДНЫМ РАСТВОРОМ СИЛИКАТА НАТРИЯ Ачилова Санобар Собировна Рузибаев Акбарали Турсунбаевич Абдурахимов Саидакбар Абдурахманович Ходжаев Сарвар Фахреддинович	21
ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРАЦИОННОГО ЧИСЛА НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ДИФфуЗИИ ВЛАГИ И ЕЕ ВЛИЯНИЯ НА УДЕЛЬНОЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ Самандаров Достон Ишмухаммат угли Сафаров Жасур Эсиргапович Султанова Шахноза Абдувахитовна	26
Химическая технология	30
МОДИФИКАЦИЯ ПОЛИАМИДА АЦЕТАТАМИ МЕТАЛЛОВ Бозорова Найима Худойбердиевна Тураев Эркин Рустамович Джалилов Абдулахат Турапович	30
СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ БИОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА (ЭФИР-АЛЬДЕГИДНАЯ ФРАКЦИЯ И СИВУШНЫЕ МАСЛА) Жумаева Зулхумор Эргашевна Мукимова Гулвар Жумаевна Умирова Гулнора Абдурахмоновна	33
ГИДРИРОВАНИЕ ДИФУРФУРЛИДЕНАЦЕТОНА НА ПАЛЛАДИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ Матякубов Рузибой Урмонов Солижон Касимова Хафиза Каримов Шерали	37
ТРИНАТРИЙФОСФАТ ИЗ АММОФОСА Мадаминов Отабек Машрабжон угли Узаков Ойбек Асилжонович Корабоев Давронбек Муминкузиевич Сайфуллаев Ботиржон Мамаражабович,	40
УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА БУРЫХ УГЛЕЙ МАРКИ 2БР-В2 И 2БОМСШ-Б2 С ПОМОЩЬЮ ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ Юсупов Фарход Махкамович Кучаров Азизбек Алишер угли Маманазаров Муродали Мамадали угли Саъдуллаева Хотира Неъматжон кизи	43

СИНЕРГИЧЕСКИЕ СМЕСИ ТЕРМОСТАБИЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА НА ОСНОВЕ СОЛИ ГОССИПОЛОВОЙ СМОЛЫ С ПРОМЫШЛЕННЫМИ АНТИОКСИДАНТАМИ Мирвалиев Зоид Зокидович	47
АНАЛИЗ СОСТАВА РАЗЛИЧНЫХ НЕФТЕЙ И ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТВЕРДОГО ПАРАФИНА В ПОЛУЧЕНИИ СИНТЕТИЧЕСКИХ ЖИРНЫХ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ Нарзуллаева Азиза Муродиллаевна Хужакулов Камолиддин Рамазонович Фозилов Садриддин Файзуллаевич Мавлонов Бобохон Арашевич	52
ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ АЗОТНО-ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ РАЗЛОЖЕНИЕМ КЫЗЫЛКУМСКИХ ФОСФОРИТОВ АЗОТНОЙ КИСЛОТОЙ Кодирова Дилшодхон Тулановна Мирсалимова Саодат Рахматжановна Умаралиева Мухсина Жураевна Абидова Маъмура Алишеровна Нурматова Зулайхо Набижон кизи	57
СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ ВАЖНЕЙШИХ СВОЙСТВ ОЛИГОМЕРОВ НА ОСНОВЕ АМИНОАЛЬДЕГИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ Рамазанов Бахром Гафурович	60
ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ ЕСТЕСТВЕННОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ РАСТВОРА ХЛОПКОВОГО МАСЛА В ВЕРТИКАЛЬНОМ ВЫПАРНОМ АППАРАТЕ Бабаяров Равшан Атабекович Усманов Камил Исраилович Жаббаров Алишер Алтибаевич	65
СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ФТАЛОЦИАНИНА МЕДИ Файзиев Жаҳонгир Баҳромович Бекназаров Хасан Сойибназарович Джалилов Абдулахат Турапович	69
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВЛИЯНИЯ ПЫЛИ ЦЕМЕНТНЫХ ЗАВОДОВ НА ЭКОЛОГИЮ Хидирова Юлдуз Хужаназаровна Михлиев Ойбек Авлоёрович Бадалова Нозима Дусияр қизи	72
ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИИ ИЗОМЕРНЫХ АМИНОФЕНОЛОВ С ХЛОРАЦЕТИЛХЛОРИДОМ Абдушукуров Анвар Кабинович Юсуфов Мухриддин Саидович	74
Энергетика	76
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ПОВРЕЖДАЕМОСТИ ЗМЕЕВИКОВ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ Эргашев Махмуд Садуллаев Зарип Шарипович Рахматуллаева Шохида Миродиловна	76
МОДЕЛИРОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ ПЛОСКОГО ФРЕНЕЛЕВСКОГО ЛИНЕЙНОГО ЗЕРКАЛЬНОГО СОЛНЕЧНОГО КОНЦЕНТРАТОРА Кучкаров Акмалжон Ахмадалиевич Муминов Шермухаммад Абдушукур угли	80

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

РАСЧЕТ И МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ДЕФОРМАЦИИ НАЖИМНОГО ВАЛИКА В ЗОНЕ ВЫТЯЖКИ НА ВЫТЯЖНОМ ПРИБОРЕ

Бабаджанов Сабит Хусанович

канд. техн. наук, доцент, Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,
Узбекистан, г. Ташкент

Email: Zafar.Makhmutov88@gmail.com

Алламов Мираллам Анварович

докторант, Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,
Узбекистан, г. Ташкент

Email: 77-avi@mail.ru

CALCULATION AND PROCEDURE FOR MEASURING THE PRESSURE OF THE PRESSURE ROLLER IN THE EXHAUST ZONE ON THE EXHAUST DEVICE

Sabit Babadjanov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor Tashkent Institute of Textile and light industry,
Uzbekistan, Tashkent

Mirallam Allamov

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

АННОТАЦИЯ

В статье проведен анализ взаимодействия пары нажимного валика с рифцилиндром и усилия вытягивания в вытяжных приборах. Составлена специальная методика и описание установки для исследования вытяжных приборов прядильных машин.

ABSTRACT

The article analyzes the interaction of a pair of pressure rollers with a cylinder and the pulling forces in exhaust devices. A special technique and description of the installation for the study of exhaust devices of spinning machines has been compiled.

Ключевые слова: статика, контакт, пряжа, рифленый цилиндр, мычка.

Keywords: statics, contact, yarn, corrugated cylinder, sliver.

Неровнота полуфабриката и пряжи, возникающая, в процессах многократного вытягивания на прядильных машинах и ровничных машин, является одной из главных причин снижения эффективности технологии. Одним из факторов появления неровноты пряжи является снижение контроля за волокнами в результате не оптимизированной площади контакта, между рифцилиндром и нажимным валиком, которая зависит от материала эластичного покрытия и нагрузки на нажимной валик.

Упругим покрытием нажимных валиков прядильных машин для хлопка является, [3 с 15], синтетическая резина марки ЭЦ-24. Постоянство эластичных покрытий нажимных валиков ровничных и

прядильных машин по объему имеет важное значение [1 с 210, 2 с 46]. Она зависит в свою очередь от структуры, которая влияет так же на модуль упругости.

Известен общий случай давления между двумя соприкасающимися телами исследованный Герцем. Предложенные им зависимости применимы в инженерных расчетах.

На рисунке 1 показана схема взаимодействия валика с цилиндром. Из того, что жесткость рифцилиндра намного превышает жесткость резинового покрытия нажимного валика мы преобразовали формулы Герца-Беляев для получения ширины контакта и деформации слоя в следующие выражения:

$$b = \sqrt{\frac{0.96qR_1R_2}{(R_1 + R_2)n\Delta E}} \quad (1)$$

$$\Delta R = 0.24(q / m\Delta E) \ln(10.9 / b^2) \quad (2)$$

Где b - полуширины контакта; ΔR - деформации слоя; R_1, R_2 -радиус валика и рифцилиндра; E_1 -приведенный модуль упругости; q -распределения нагрузки; n, m - поправочные множители.

Уравнение 1 и 2 были бы справедливы в случае, когда жесткость одного из элементов можно не учитывать из высокой жесткости относительно другого

Поправочные коэффициенты n и m нами были определены эмпирическим путем на специальном стенде. (рис. 2).

Рисунок 1. Схема контуров зоны контакта и ближайших частей обрешиненного валика

Рисунок 2. Поперечный разрез измерительного прибора для определения деформации эластичного покрытия на вытяжном приборе

Стенд включает в себя секцию трехцилиндрового вытяжного прибора с отдельными приводами для первой линии цилиндров и привода для остальных линий. Такая схема приводов позволит нам регулировать частоту вращения цилиндров. Так как значение поправочных множителей n и m необходимо определять в динамике для имитации реальной картины процесса. Помимо коэффициентов на стенде можно определить фактическую ширину контакта в процессе вращения нажимных пар.

Для съемки процесса происходящего в зоне контакта между валиками и специальным рифцилиндром 9, камера 5 крепится винтами 27 к неподвижной

оси 4, которая располагается в центре рифцилиндра. Для исключения вращения оси камеры, с одной стороны она установлена в подшипники 10. В пазах неподвижной оси уложены провода 23 идущие от камеры к схеме 3, которая крепится к кронштейну 1. Схема же в свою очередь подключается к компьютеру 26 через USB кабелем 22. Для фиксации процесса нами был изготовлен специальный рифцилиндр, который состоит из части рифцилиндра 9, на которую надет прозрачный стакан 7 выполненный из плексигласа, имитирующий тумбу цилиндра. Риф цилиндр устанавливается в корпус стана на подшипниках 6. Привод цилиндра, осуществляется от мотора

13 через шестерни 11, 12. Число оборотов мотора регулируется с помощью латера 24.

В результате эксперимента получены данные мы представили в виде графиков (рис. 3), а обратив их с помощью специальных программ получены следующие зависимости:

$$n = 1.6 + 0.43N^2 \quad (3)$$

$$m = 0.10 + 0.96N^{3/2} \quad (4)$$

Где N – коэффициента контакта

Для проверки определение ширины контакта и деформации проникновения подставим следующие данные в формулу (1) и (2) $2R_1=2R_2=2,7\text{см}$ $h_1=0.3\text{см}$, $q=2.65\text{дан/см}$. $E_1=n_{\text{расч}} \Delta E$, $\Delta E=45\text{дан/см}$ с учетом поправочных множителей ($n=0,3$ и $m=0.95$) полученные в ходе эксперимента (рис. 3) в этом случае $b=0,22\text{см}$ (эксперимент дал **0.21см**),

Рисунок 3. а, б. Зависимость средних значений поправочных множителей $n_{\text{экс}}$ и $m_{\text{экс}}$ от коэффициента контакта N

$\Delta R=0,08\text{см}$ (эксперимент дал **0.075см**) отклонения расчетных значений от фактических составляет не более 1%, что подтверждает наши методику и теорию.

Выводы.

Разработанный стенд и формулы могут использоваться в практике для определения ширина контакта вытяжных пар различных типов и материалов, которые могут применяется в новых конструкциях вытяжных приборов.

Список литературы:

1. Алламов М.А., Хурбоев С.Р. Прибор для измерения усилия вытягивания мычки в зоне вытяжки на вытяжном приборе, «Роль интеллектуальной молодежи в развитии науки и техники» Республиканской научной-технической конференции. ТГТУ, 20-21 май 2018, с 210-211
2. Бутовский П.М., Бабаджанов С.Х., М.М. Шукуров., Махмутов З.Р. Механизм скольжения нажимных валиков и ремешков при деформации оси валиков //Ж. Проблемы текстиля.- 2015. -№ 4,-С. 46-51.
3. Шукуров М.М. Научные основы проектирования расчета рабочих органов машин прядильного производства. Автореферат. Диссертация доктор. Тех. наук-Ташкент 2004г, с 20-25.

ТЕОРИЯ УВЛАЖНЕНИЯ ХЛОПКОВОГО ВОЛОКНА**Мардонов Ботир Мардонович**

*д-р физ.-мат. наук, Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: batsam@list.ru*

Усманов Хайрулла Сайдуллаевич

*канд. техн. наук, Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: usmanov.khayrulla@mail.ru*

Усманов Зувайдулла Сайдуллаевич

*соискатель, Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: usmanov.z2019@mail.ru*

Азимов Азимжон Олим угли

*магистр, Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: azimjon_96@mail.ru*

Каюмова Дилдора Зафар кизи

*студент, Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: qayumova2020@mail.ru*

COTTON FIBER MOISTURE THEORY**Botir Mardonov**

*Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Tashkent Institute of Textile and Light Industry,
Uzbekistan, Tashkent*

Khayrulla Usmanov

*Candidate of Technical Sciences, Tashkent Institute of Textile and Light Industry
Uzbekistan, Tashkent*

Zuvaydulla Usmanov

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

Azimjon Azimov

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

Dildora Kayumova

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

АННОТАЦИЯ

Проведен анализ существующих направлений по увлажнению хлопкового волокна. В результате практических исследований разработан портативный вариант увлажнителя волокна. Для описания процесса влагопереноса в слое хлопкового волокна использована диффузионная модель с осредненными параметрами для слоя хлопкового волокна.

ABSTRACT

The analysis of existing areas for moistening cotton fiber has been carried out. As a result of practical research, a portable version of the fiber humidifier has been developed. To describe the moisture transfer process in the cotton fiber layer, a diffusion model with averaged parameters for the cotton fiber layer is used.

Ключевые слова: хлопковое волокно, увлажнение, конденсор хлопкового волокна, влажность.

Keywords: cotton fiber, moistening, cotton fiber condenser, humidity.

Состояние вопроса. До настоящего времени не решена проблема создания эффективной технологии увлажнения волокнистых материалов, а также повышения влажности волокна перед прессованием до нормируемых параметров позволит облегчить процесс прессования, повысить объемную плотность волокна в кипах и снизить затраты по упаковке и транспортировке.

Авторами получен патент на полезную модель FAP 20170133 от 03.05.2019 года на разработанное портативное устройство увлажнения хлопкового волокна в конденсоре [1]. Ниже для описания процесса влагопереноса в слое хлопкового волокна использована диффузионная модель с осредненными параметрами для слоя хлопкового волокна.

Результаты исследований. Для описания процесса влагопереноса в слое хлопкового волокна между сетчатым и перфорированным барабанами рассмотрим нестационарную задачу процесса увлажнения движущегося слоя по наклонной плоскости хлопкового волокна с начальной влажностью w_0 под воздействием потока влаги интенсивностью q_0 на границе OB (рис.1).

Граница CD контактируется со средой, где отсутствует поток влаги. На границе входа в зоне увлажнения влажность слоя поддерживается постоянной и равной w_n . На границе выхода из зоны увлажнения происходит контакт с внешней средой, где отсутствует поток влаги. Установим закономерности распределения влаги по толщине и длине слоя для различных моментов времени. Для описания процесса влагопереноса в слое хлопкового волокна используем диффузионную модель с осредненными параметрами для слоя хлопкового волокна.

Установим начало координат на нижней границе слоя, направим ось Ox вдоль зоны увлажнения, ось Oy перпендикулярно к ней сверху вниз. Между концентрацией влаги (в данном случае жидкости в процентах) $C(t, x, y)$ и влажностью хлопка сырца $w_1(t, x, y)$ существует зависимость [2,3] $C = \gamma_0 w_1$, где γ_0 – вес абсолютно сухого хлопкового волокна в единице объема при отсутствии усадки. Полагаем $w_1 = w(t, x, y) + w_n$, где $w(t, x, y)$ в произвольной точке слоя удовлетворяет уравнению диффузии

Рисунок 1. Схема для описания процесса влагопереноса в слое хлопкового волокна между сетчатым и перфорированным барабанами

$$m_0 \frac{\partial w}{\partial t} = D \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) - v_0 \frac{\partial w}{\partial x} \quad 0 < x < L, \quad 0 < y < h \quad (1)$$

где m_0 – пористость (доля свободных пор в единице объема) хлопкового волокна, D – коэффициент диффузии хлопкового волокна, v_0 – скорость перемещения частиц слоя в направлении оси Ox , L и h –

длина зоны увлажнения, и толщина слоя, соответственно. Уравнение (1) интегрируется при следующих начальных и граничных условий

$$w = w_0 - w_n \text{ при } t = 0 \quad (2)$$

$$w = 0 \text{ при } x = 0, \quad D \frac{\partial w}{\partial x} = 0 \text{ при } x = L \quad (3)$$

$$D \frac{\partial w}{\partial y} = -q_0 \text{ при } y = 0, \quad \frac{\partial w}{\partial y} = 0 \text{ при } y = h, \quad (4)$$

Вводя безразмерные переменные $\tau = Dt / m_0 L^2$, $\xi = x / L$, $\eta = y / L$, параметры $\gamma_0 = v_0 L / 2D$, $\bar{q}_0 = q_0 L / D$, $\eta_0 = h / L$ и новую функцию по формуле $u = w(\tau, \xi, \eta) \exp(-\gamma_0 \xi)$, уравнения (1) и граничные условия (2)-(4) приведем к виду

$$\frac{\partial u}{\partial \tau} = \frac{\partial^2 u}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial \eta^2} - \gamma_0^2 u \quad (5)$$

$$u = (w_0 - w_n) \exp(-\gamma_0 \xi) \text{ при } \tau = 0 \quad (6)$$

$$u = 0 \text{ при } x = 0, \quad \frac{\partial u}{\partial \xi} + \gamma_0 u = 0 \text{ при } \quad (7)$$

$$\frac{\partial u}{\partial \eta} = -\bar{q}_0 \exp(-\gamma_0 \xi) \text{ при } \eta = 0, \quad \frac{\partial u}{\partial \eta} = 0 \text{ при } \eta = \eta_0, \quad (8)$$

Решение уравнения (5), удовлетворяющее условиям (6)-(8), получим в виде бесконечных рядов [4]

$$u = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{\infty} T_{0k}(\tau) \sin \lambda_k \xi + \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{k=1}^{\infty} T_{nk}(\tau) \sin \lambda_k \cos \frac{\pi n}{\eta_0} \eta$$

$$\text{где } T_{0k} = 2c_k \left(w_0 - w_n - \frac{\bar{q}_0}{\eta_0 \beta_{0k}} \right) \exp(-\beta_{0k} \tau) + \frac{2\bar{q}_0}{\eta_0 \beta_{0k}},$$

$$T_{nk} = c_k \left(w_0 - w_n - \frac{2\bar{q}_0}{\eta_0 \beta_{nk}} \right) \exp(-\beta_{nk} \tau) + \frac{2\bar{q}_0}{\eta_0 \beta_{nk}}$$

$$c_k = b_k / a_k, \quad b_k = \int_0^1 \exp(-\gamma_0 \xi) \sin \lambda_k \xi d\xi,$$

$$a_k = \int_0^1 \sin^2 \lambda_k \xi d\xi, \quad \beta_{nk} = \lambda_k^2 + \pi^2 n^2 / \eta_0^2 + \gamma_0^2, \quad \lambda_k -$$

корни уравнения $\lambda_k \cos \lambda_k + \gamma_0 \sin \lambda_k = 0$

На рисунке представлены зависимости влаги от безразмерного времени $\tau = \text{tau}$ на выходе из зоны увлажнения $\xi = 1$ на различных расстояниях от верхней границы $\eta = 0$ слоя для двух значений параметра γ_0 .

Рисунок 2. Зависимости влаги по времени $\tau = \text{tau}$ при $\gamma_0 = 0.5$ (а) и $\gamma_0 = 4$ (б) на различных расстояниях от верхней границы слоя η : 1 – $\eta = 0$, 2 – $\eta = 0.3$, 3 – $\eta = 0.4$, 4 – $\eta = 0.6$

В расчетах принято: $w_0 = w_n = 7$, $\eta_0 = 0.6$, $\bar{q}_0 = 2$. Видно, что с уменьшением значений параметра γ_0 (что может соответствовать снижению скорости движения слоя), интенсивность роста влаги по времени уменьшается, что приводит к увеличению степени увлажненности слоя.

Выводы. Проведенный анализ современного состояния техники и технологии процесса увлажнения хлопкового волокна позволяет сделать следующие выводы:

1. Разработан эффективный портативный способ увлажнения хлопкового волокна в конденсоре волокна, на который получено положительное решение №7262 от 03.05.2019 года о выдаче патента на полезную модель FAP 20170133.

2. Установлена закономерность распределения влаги по толщине и длине слоя для различных моментов времени. Для описания процесса влагопереноса в слое хлопкового волокна использована диффузионная модель с осредненными параметрами для слоя хлопкового волокна.

3. Выявлено, что изменение влажности по времени в слоях хлопкового волокна приблизительно подчиняется экспоненциальному закону и с ростом

параметра γ_0 на верхней границе слоя влажность по времени постоянна.

Список литературы:

1. Гуляев Р.А., Лугачев А.Е., Усманов Х.С., Усманов З.С. Положительное решение №7262 от 03.05.2019 года о выдаче патента на полезную модель FAP 20170133.
2. А.В.Лыков Теория сушки М.Л. 1950.. 416 с.
3. Gulyaev R A, Lugachev A E & Usmanov H S, World Cotton: Yesterday, Today, Tomorrow (Russian) (Lap Lambert Academic Publishing), 2017, 180.
4. А.Н.Тихонов, А.А.Самарский Уравнение математической физики М. «Наука», 1977. 736 с.

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ КРУТКИ АРМИРОВАННОЙ ПРЯЖИ

Исмаилов Нурулла Туйчибоевич

ст. преп., Наманганский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан. г. Наманган
E-mail: innnt027@gmail.com

Хайдаров Хабибулло Хамидуллаевич

канд. техн. наук, доцент, Наманганский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан. г. Наманган
E-mail: XXXaydarov@gmail.com

THE CHOICE OF TWISTING PARAMETERS OF REINFORCED YARN

Nurulla Ismailov

senior lecturer, Namangan Engineering and Technology Institute,
The Republic of Uzbekistan. Namangan city

Khabibullo Khaidarov

Ph.d., associate professor, Namangan engineering and technology institute,
The Republic of Uzbekistan. Namangan city

АННОТАЦИЯ

Широкое внедрение предложенной технологии позволит организовать выпуск импортозамещающих тканей в республике, обеспечить различные отрасли народного хозяйства качественной, дешевой продукцией при одновременном решении проблемы утилизации непрядомых отходов натуральных и химических волокон в текстильной промышленности.

ABSTRACT

The widespread introduction of the proposed technology will make it possible to organize the import of substitute fabrics in the republic, to provide various sectors of the national economy with high-quality, cheap products while solving the problem of utilizing indirect waste of natural and chemical fibers in the textile industry.

Ключевые слова: Сырье, отходы хлопка, натуральный шёлк, вискоза, армированная пряжа, линейная плотность, экономическая эффективность.

Keywords: Raw materials, waste cotton, natural silk, viscose, reinforced yarn, linear density, economic efficiency.

В настоящее время улучшение качества текстильной продукции, в частности, пряжи из одного и того же сырья, в зависимости от спроса рынка является актуальной задачей, что способствует повышению экспортной способности продукции. Производство высококачественной, конкурентоспособной на мировом рынке продукции на основе применения новой, более совершенной технологии является важнейшей задачей текстильной отрасли. Качество текстильных изделий в большой степени зависит от равномерности, чистоты и прочности пряжи. Улучшение показателей качества текстильных изделий может быть достигнуто путем внедрения и использования современного оборудования, работающего на более прогрессивных технологических принципах [1...3].

Эффективность прядильного производства во многом зависит от рационального использования сырья, которое в большей степени влияет на себестоимость конечного продукта—пряжи. Известно, что в

результате переработки текстильного волокна выделяются волокнистые отходы, которые делятся на прядомые и непрядомые. Среди них большую ценность имеют прядомые отходы, так как они позволяют с экономить полноценное волокно и снизить себестоимость вырабатываемой продукции [4...6].

Одно из самых современных направлений производства сырья для ворсовых тканей производство фасонной пряжи нового типа, представляющей собой композит из двух систем стержневой нити-каркаса композита, определяющего такие важные свойства, как прочность нити, стабильное поведение ворсовых тканей, для которых гигиенические и другие потребительские свойства играют вспомогательное значение;

—оплетка из нагонных волокон, т.е. «неклассическая» нагонная нить с нужными физико-механическими и гигиеническими свойствами, с одной стороны, и эффективным ворсообразованием с другой.

Для выпуска таких нитей предложена модернизированная машина ПР-150-1. в которой по одной из

заправочных схем (через пневматический канал, минуя его и пр.) в прядельный ротор подается стержневая нить, а на нее – по известному роторному способу, наматываются дискретные волокна с теоретической круткой от 200 до 700 кр/м. При этом к качеству, в частности степени очистки, дискретизации, за исключением длины, нагонных оплетающих отходы в наманганском АО «шойи» на хлопзаводах и прядельных фабриках.

Содержание в готовой нити нагонного волокна при этом может составлять от 50 до 86%, и можно использовать хлопок, орешек трепальный, кардный очес, штапелированные отходы натурального шелка от 15 м и более.

В процессе исследований мы выбирали кручения и технологические параметры питания машины оплетающими волокнами заданной скоростью стержневой нити (45 м/мин), частотой вращения ротора

12500 мин⁻¹). Для этого рассчитали теоретическую схему (рис.1) покрытия стержневой нити оплетки в один и более слоев. При диаметре стержневой нити d_c и диаметре волокон d_a при угле наклона α число таких волокон должно удовлетворять условию.

$$n \geq \frac{\pi(d_c + d_a) \cdot \cos \alpha}{d_c}$$

Число нагонных волокон в каждом сечении зависит от угла α :

при $\alpha = 0$ $n = n_{\max}$, при $\alpha \rightarrow \frac{\pi}{2}$, $n \rightarrow 0$ оба случая крайние.

Рисунок 1. Отражение теоретической схемы покрытия стержневой нити оплетки в один и более слоев

В первом нагонное волокно параллельно стержневой нити; их прочность складывается с прочностью последней, но из-за отсутствия угла охвата отсутствует сила трения, и нить оказывается не прочной по своей структуре.

Во втором случае волокно прочно держится на стержневой нити, оплетая ее, но не работает на растяжение, а только деформируется, как в известных цилиндрических пружинах на кручение.

Рисунок 2. График зависимости относительной разрывной нагрузки пряжи от крутки

Решение где-то в промежутке между этими значениями, поэтому найти оптимальный угол наклона, а следовательно, и крутку можно эмпирически. Испытывали влияние крутки на прочность нити для различных типов композитов как комплексную характеристику оптимальных значений крутки.

На рис 2. приведена такая характеристика, известная из классического прядения для армированной пряжи 70 текс, содержащей стержневую нить (лавсан) и оплетающее волокно (вискоза) штапельной длиной 34 мм. Правда, здесь кривая начинается

не от нуля, а от некоторого значения, соответствующего прочности стержневой нити $P_{ст}$.

Очевидно, значение критической крутки около 500 кр/м, в связи с чем выбрана рабочая в 400 кр/м.

В таблице приведены основные технологические параметры роторных машин ПР-150-1 и показатели пряжи. В выработанной ткани бумазеи арт 2533 в качестве утка использована предложенная пряжа. Ткань соответствует I сорту, согласно МРТУ, а по некоторым показателям, особенно по Вор сообразующему, превышает нормативы.

Таблица 1.

Основные технологические параметры роторных машин

Характеристика и качественный показатель	вискоза	лавсан
Линейная плотность. текс		
армированной пряжи	69.11	67.36
стержневой нити	10	10
Относительная разрывная нагрузка, сн/текс	12.05	14.51
Неравно та по линейной плотности%	6.21	7.26
Крутка армированной пряжи, кр/м	415	405
Скорость, выпуска, пряжи, м/мин	45	45
Частота вращения об/мин		
ротора	12500	12500
дискредитирующего барабанчика	7000	7000
Схема заправки машин ПР-150-1	Через воздушный канал	

Широкое внедрение предложенной технологии позволит организовать выпуск импортозамещающих тканей в республике, обеспечить различные отрасли народного хозяйства качественной, дешевой продукцией при одновременном решении проблемы утилизации отходов натуральных и химических волокон.

Выводы

1. Рассчитан теоретический диаметр армированной пряжи, а также его зависимость от угла наклона оплетающих волокон к стержневой нити.
2. Теоретически показано влияние крутки на прочность армированной пряжи в зависимости от состава стержневой нити и волокна, (через угол наклона волокон к оси нити).

Список литературы:

1. Безин П.В. Оптимизация технологии производства армированной пряжи на кольцевой прядильной машине. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Санкт-Петербург 1993г.
2. Грекова С.В., Д.А. Полякова, Н.А.Дроздов, ЦНИХБИ, Москва, Л.В.Картышева ВНИИТТ, Ярославль. Технология роторного армирования - один из путей экономии натурального волокна. Текстильная промышленность. Москва. 1990,с.40-42.
3. Джанпаизова В.М., Аширбекова Г.Ш., Арипбаева А.Е., Асанов Е.Ж. технология улучшения качества пневмомеханической пряжи путем регенерации отходов прядильного производства. технология текстильной промышленности 2019 г
4. Заявка 62-238830 Япония, МКИ D 01 H 7/02. Устройство для изготовления армированной пряжи / Синоко Мацуно. Заявл. 4.04.86, N 60-126598, опубл. 19.10.87.
5. Коряковцева А.И., Федорова Л.М., Лемова В.А. Рациональное использование прядомых хлопчатобумажных отходов // Сб. науч. тр. ЦНИХБИ. – М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1983. С. 405.
6. Полякова Д.А., Чулков Н.М. Рациональное использование отходов производства. – М., 1984. С.284.
7. Полякова Д.А., Ермилов Г.А., Дроздов Н.А., и др. Роторной способ прядения и армирования М: Легпромбытиздат, 1987.-300с (Курсом ускорения научно-технического прогресса).

8. Полякова Д.А., Дроздов Н.А. и др. Роторный способ прядения и армирования М: Легпромбытиздат, 1987. С 159-160
9. Пат.4899529 США, МКИ D 01 H 13/16, D 01 G 15/00. Способ изготовления армированной пряжи. /Фумиотанае. Заявл.12.12.88 283308, опубл. 13.02.90
10. Хайдаров Х.Х., Мелибоев У.Х., Содиков Р., Парпиев Х. Сравнение способов армирования. Республика Илмий маколалар туплами Тошкент - 1998 г.
11. Хайдаров Х.Х. Исмаилов Н.Т. Журнал «Интернаука» Целесообразность использования армирования пряжи для утилизации волокнистых отходов. № 5 (134), Часть1, 2020 г. 58 с
12. Хайдаров Х.Х. Исмаилов Н.Т. Журнал «Интернаука» Целесообразность использования армирования пряжи для утилизации волокнистых отходов. № 5 (134), Часть1, 2020 г. 58 с
13. Aktayeva U., Abzalova D., Bektureyeva G., Ibragimova Z., Baizhanov A. Methodological aspects of research of materials' crack growth resistance assessment at cyclic loading// Industrial Technology and Engineering. – №1 (26), 2018, P. 11...21.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЩЕЛОЧНОЙ РАФИНАЦИИ ПРЕССОВОГО
МАСЛА ПОЛУЧАЕМОГО ИЗ НИЗКОСОРТНЫХ СЕМЯН ХЛОПЧАТНИКА*Ахмедов Азимжон Нормуминович**канд. техн. наук, доцент кафедры «Химия», Каршинский инженерно-экономический институт,
Республика Узбекистан, г. Карши
E-mail: a.ahmedov80@mail.ru**Абдурахимов Саидакбар Абдурахманович**д-р техн. наук, профессор кафедры «Технология пищевых продуктов»,
Ташкентский химико-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: saidakbar1953@yandex.ru*ANALYSIS OF TECHNOLOGY OF COMPLEX REFINING OF FORPRESS COTTON OIL
BY TWO-STAGE JUNCTION OF NAKAUSTIC SODA AND SODIUM SILICATE*Azimjon Akhmedov**Candidate of technical sciences, ass.prof. the head of the department of «Chemistry»
in Karshi engineering economics institute,
Republic of Uzbekistan**Saidakbar Abdurakhimov**Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department «Technology of Digestion Products»
of Tashkent Chemical and Technological Institute,
Republic of Uzbekistan*

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматривается технология щелочной рафинации хлопковых масел, получаемых из низкосортных семян хлопчатника, и рекомендуется двухстадийная нейтрализация, где на первой стадии используют каустическую соду, а во второй – водный раствор силиката натрия. Внедрение двухстадийного способа щелочной рафинации масел, получаемых из низкосортных семян хлопчатника, способствует снижению потерь ценного масла, жмыха и др.

ABSTRACT

This article discusses the technology of alkaline refining of cottonseed oils obtained from low-grade cottonseeds and recommends a two-stage neutralization, where caustic soda is used in the first stage and sodium silicate is used in the second stage. The introduction of a two-stage method of alkaline refining of oils obtained from low-grade cotton seeds helps to reduce the loss of valuable oil, oilcake and others.

Ключевые слова: семена хлопчатника III–IV сортов, форпрессовое масло, полученное из низкосортных семян хлопчатника, госсипол, хлорофилл и их производные.

Keywords: cotton seeds of III-IV varieties, forpress oil obtained from low-grade cotton seeds, gossypol, chlorophyll and ich derivatives.

Введение. Рафинированное хлопковое масло является одним из основных видов масложировой продукции, выпускаемой на промышленных предприятиях АО «Узгёмойсаноат». Такое масло получают для пищевых и технических целей в зависимости от

его назначения, наличия щелочных реагентов, рафинационного оборудования и др. [4, с. 256].

В общем виде схему производства рафинированного хлопкового масла однократным способом можно представить в следующем виде (рис. 1).

Рисунок 1. Схема однократной щелочной рафинации хлопкового масла:

x_1 – концентрация щелочного раствора (г/л); x_2 – избыток щелочи (%); x_3 – температура экспозиции хлопьев соапстока; y_1 – кислотное число (мгКОН/г); y_2 – цветность (кр. ед. по Ловибонду); y_3 – содержание щелочи и мыла (%); y_4 – выход рафинированного масла (%)

По схеме, предоставленной на рис. 1, осуществляют рафинацию сырого хлопкового масла практически на всех заводах масложировой промышленности Узбекистана периодическим и непрерывным способами.

Недостатком данной технологии при переработке хлопковых семян III–IV сортов являются: низкие выходы рафинированного хлопкового масла; высокая цветность получаемого масла; присутствие остатков щелочи и мыла в рафинированном масле и

многие другие. Решить данную проблему легким путем, заменой природы и содержания щелочного реагента, практически невозможно из-за значительного различия в показателях сырого масла.

Перспективным считается индивидуальное решение выше отмеченных проблем путем перехода от одной стадийной рафинации хлопкового масла к многостадийной.

На рис. 2 показана схема двухстадийной рафинации хлопкового масла эмульсионным методом:

Рисунок 2. Схема двукратной щелочной рафинации хлопкового масла:

x_8 – концентрация щелочного раствора (г/л) во второй стадии рафинации; x_9 – избыток щелочи (%) во второй стадии рафинации; y_5 – кислотное число масла (мгКОН/г) во второй стадии рафинации; y_6 – цветность масла (кр. ед. по Ловибонду) во второй стадии рафинации; y_7 – содержание щелочи и мыла (%) во второй стадии рафинации; y_8 – выход рафинированного масла (%) во второй стадии рафинации

Условия рафинации сырого хлопкового масла в первой стадии отличаются от второй главным образом природой и активностью щелочного реагента.

В сыром хлопковом масле основные компоненты взаимодействуют с щелочным реагентом по следующей схеме:

$$A^{\text{ТАГ}} > A^{\text{СЖК}} > A^{\text{ГОС}} > A^{\text{ФОС}} > \dots (1)$$

Механизм взаимодействия щелочного реагента с сопутствующим компонентами сырого хлопкового масла можно изобразить следующей схемой (рис. 3).

Константы скоростей аналогично располагаются в следующем порядке убывания:

$$K^{\text{ТАГ}} > K^{\text{СЖК}} > K^{\text{ГОС}} > K^{\text{ФОС}} > \dots (2)$$

В ходе процессов рафинации хлопкового масла триацилглицериды (ТАГ), сводные жирные кислоты (СЖК), госсипол (ГОС) и фосфолипиды (ФОС) меняются по содержанию согласно требованиям стандарта [3, с. 322].

Рисунок 3. Схема образования эмульсии «масло – соапсток» и локализации дисперсной среды (масла) и фазы (вода + ПАВ)

В первой стадии процесса щелочной рафинации хлопкового масла преследуются следующие цели:

- снижение кислотного числа масла до 0,5–0,8 мгКОН/г;
- максимальное удаление госсипола и его производных из масел путем получения госсипоплатов натрия;
- максимальное снижение содержания фосфолипидных ПАВ в масле с целью уменьшения его эмульгирующей способности;
- увеличение выхода рафинированного масла в первой стадии рафинации.

- Во второй стадии щелочной рафинации хлопкового масла преследуются следующие цели:
- снижение кислотного числа рафинированного масла до требований стандарта;
- снижение цветности масла по Ловибонду до 14–16 кр. ед. при 35 желтых;
- максимальное удаление щелочи и мыла из рафинированного хлопкового масла промывкой водой;
- увеличение выхода рафинированного масла за счет уменьшения его потерь.

Для достижения целей в первой стадии рафинации масла для снижения его кислотного числа необходимо использовать каустическую соду при концентрации 125 г/л и избытке 150%, для максимального удаления госсипола и фосфолипидных ПАВ нужно использовать микроволновое излучение при частоте 2450 МГц, мощности 600 Вт и времени обработки до 10 минут. Во второй стадии – гидроокись кальция при концентрации 75 г/л и избытке 100%. При этом для максимального удаления щелочи и мыла в рафинированном хлопковом масле дополнительно вводят до 1% лимонной (или яблочной) кислоты.

Результаты и обсуждение. Перевод одностадийной рафинации хлопкового масла, получаемого из семян III и IV сортов, и использование силиката натрия на второй стадии позволили значительно уменьшить потери триацилглицеридов в составе соапстока.

Сокращены безвозвратные потери форпрессового масла, снижена его цветность и повышен выход рафинированного хлопкового масла в 1,2–1,5 раза (в зависимости от качества исходного сырья).

Замена традиционной каустической соды на гидроокись кальция обосновывается увеличением выхода рафинированного хлопкового масла, а введение лимонной (или яблочной) кислоты – удалением щелочи и мыла из хлопкового масла после второй стадии его щелочной рафинации.

На рис. 4 подтверждаются преимущества гидроокиси кальция перед активной каустической содой и добавлением органических (лимонной, яблочной и т.п.) кислот в реакционную среду.

На рис. 4 представлены диаграммы изменения выхода рафинированного хлопкового масла в зависимости от природы используемого щелочного реагента.

Рисунок 4. Изменение выхода рафинированных хлопковых масел в зависимости от природы (каустическая сода с концентрацией 115 г/л и избытком в 150%); силикат натрия с концентрацией 120 г/л и избытком в 150%; гидроокись натрия с концентрацией 115 г/л и избытком в 150%

Из рис. 4 видно, что использование гидроокиси натрия по сравнению с традиционной каустической содой на 3–5% повышает выход рафинированного хлопкового масла. Промежуточное положение между каустической содой и гидроокисью занимает силикат натрия, который по природе относится к сложнокомплексным химическим соединениям [2, с. 116].

Как видно из рис. 4, наиболее эффективным реагентом для второй стадии щелочной рафинации хлопкового масла является гидроокись кальция, ко-

торая позволяет получать максимальный выход целевого продукта с требуемыми физико-химическими свойствами.

Перевод одностадийного процесса рафинации хлопкового масла на двухстадийный сокращает потери ценного масла, повышает его выход после данной обработки, обеспечивает соответствие показателей качества получаемого продукта требованиям стандарта [5, с. 98].

В табл. 1 представлены данные об условиях рафинации хлопковых масел и о показателях получаемых продуктов.

Таблица 1.

Условия и показатели рафинации хлопкового масла

Условия рафинации				Показатели масла			
Номер обр. п.п	Концен-трация щ.р. г/л	Изб. щелочи, %	T, °C	К.Ч. мг КОН/г	Цветность, кр. ед. при 35 жел.	Мыло и щелочь, %	Выход, %
Исходные показатели масла:							
1	—	—	—	2,6	54,2	0,14	—
Одностадийная щелочная рафинация хлопкового масла							
2	250	250	40–50	0,3	12–14	0,01	85,1
Двухстадийная щелочная рафинация хлопкового масла (первая стадия)							
3	125	150	50–60	0,6–0,9	26–28	0,08–0,10	92,6
Двухстадийная щелочная рафинация хлопкового масла (вторая стадия)							
4	75	100	50–60	0,3–0,5	16–20	0,02–0,4	89–90

Из табл. 1 видно, что после двухстадийной щелочной рафинации хлопкового масла с предлагаемыми изменениями его выход повышается на 3–4%, что значительно снижает потери масла в soapstock и его себестоимость.

Отбелка хлопкового масла, рафинированного щелочью, позволяет тонко и избирательно удалить из него вредные (госсипол, хлорофилл и их производные, продукты окисления ненасыщенных жирных кислот, остатки щелочи, мыла и др.) вещества. При этом в качестве адсорбента используют активированные глины, угли или их композиции [3, с. 356].

Сегодня такие адсорбенты завозятся из-за рубежа, за валюту, что сильно повышает себестоимость отбеленного масла.

Учитывая это, ищутся местные глинистые (бентонит, палыгорскит, каолин, гидрослюда и т.п.) минералы, которые активируются различными (термическим, химическим, механохимическим и др.) методами в зависимости от их структуры и химического состава.

Выбор глины для производства адсорбента основывается на объеме запасов месторождения, условий его вывоза и транспортировки, влиянии производства на окружающую среду и др. Всем эти требованиям сегодня отвечает Навбахарское месторождение глинистых минералов, расположенное в Навоийской области Республики Узбекистан [1, с. 101].

Нами в лабораторных условиях произведена активация бентонита Навбахарского месторождения (нм) 20%-ной серной кислотой в течение 6 часов. После завершения и промывки глины до нейтральной реакции (рН = 7,0) его просушивали до влажности 7–8% и далее хранили в эксикаторе.

Отбелку хлопковых масел осуществляли в лабораторной установке в присутствии 2–6% активированного бентонита Навбахарского месторождения при 60–70 °C. Перемешивание фаз осуществляли при 150 об/мин.

Результаты анализов представлены в табл. 2.

Таблица 2.

Показатели отбелки форпрессового масел, полученных из семян хлопчатника III–IV сортов

Показатели отбеленного хлопкового масла	Исходного масла	Содержание бентонита Навбахарского месторождения, % от массы масла		
		2,0	4,0	6,0
Цветность по Ловибонду при 12,5-сантиметровом слое кюветы, — кр. ед. — син.ед	20,0 3,5	12,2 3,0	8,0 отсутствует	7,0 отсутствует
Кислотное число, мгКОН/г	0,45	0,37	0,26	0,24
Перекисное число, ммоль/кг	13,4	11,5	9,1	8,5
Влага и летучие вещества, %	0,3	0,25	0,20	0,18
Мыло (качественная проба)	присутствует	присутствует	отсутствует	отсутствует
Выход, %	—	98,1	96,7	93,4

Из табл. 2 видно, что с увеличением количества отбелочной глины, т.е. бентонита Навбахарского месторождения, от 2,0 до 6,0% выход целевого продукта снижается от 98,1 до 93,4%. Введение 4,0% отбелочной глины обеспечивает стандартные показатели рафинированного хлопкового масла, и

поэтому при выходе 96,7% она может быть использована на практике при переработке семян хлопчатника III–IV сортов.

Выводы.

1. Установлено, что переход на двухстадийный способ щелочной рафинации хлопкового масла по

сравнению с одностадийным позволяет увеличить выход целевого масла в 1,2–1,25 раза.

2. Понижена цветность рафинированного хлопкового масла за счет применения силиката натрия вместо традиционной каустической соды.

3. Показана эффективность двухстадийной рафинации форпрессового масла, полученного из семян хлопчатника III–IV сортов, при разработанных условиях.

Список литературы:

1. Комплексная очистка хлопковых масел на угольных и глинистых адсорбентах / Д.С. Салиханова, Г.Е. Пардаев, И.Д. Ешметов, А.А. Агзамходяев. – Ташкент : Навруз, 2016, 160 с.
2. Лабораторный практикум по технологии переработки жиров // Н.С. Арутюнян [и др.]. – М. : Легкая пищевая промышленность, 1983. – 216 с.
3. Руководство по методам исследования, технологическому контролю и учету производства в масложировой промышленности / под общ. ред. В.П. Ржевина [и др.]. – Л. : ВНИИ, 1967. Т. I. – 506 с.
4. Руководство по технологии и переработке растительных масел и жиров / под общ. ред. А.Т. Сергеева. – Л. : ВНИИ, 1975. – Т. I. Кн. I. – 727 с.
5. Технология переработки жиров / под ред. Н.С. Арутюняна. – М. : Агропромиздат, 1985. – 368 с.

РАФИНАЦИЯ ПИЩЕВЫХ САЛОМАСОВ ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ТЕМНОГО И СВЕТОЛОГО РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ ВОДНЫМ РАСТВОРОМ СИЛИКАТА НАТРИЯ

Ачилова Санобар Собировна

докторант, Ургенчский государственный университет,
Узбекистан, г. Ургенч

Рузибаев Акбарали Турсунбаевич

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

Абдурахимов Саидакбар Абдурахманович

д-р. техн. наук, профессор, Ташкентский химико-технологический институт,
Узбекистан, г. Ташкент

Ходжаев Сарвар Фахреддинович

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

REFINING OF EDIBLE HYDROGENATED OIL OBTAINED FROM DARK AND LIGHT VEGETABLE OILS WITH A AQUEOUS SOLUTION OF SODIUM SILICATE

Sanobar Achilova

PhD student, Urgench State University
Uzbekistan, Urgench

Akbarali Ruzibayev

PhD, Tashkent Chemical-Technological Institute
Uzbekistan, Tashkent

Saidakbar Abdurakhimov

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

Sarvar Khodjaev

PhD student, Tashkent Chemical-Technological Institute
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В данной статье изложены физико-химические показатели нерафинированного пищевого саломаса и выбор рационального щелочного реагента для нейтрализации свободных жирных кислот. Сравнивали основных показателей едкого натра с силикатом натрия и определили оптимальный расхода силиката натрия для щелочной рафинации саломаса. Использование силиката натрия позволяет, решат две задачи нейтрализации свободных жирных кислот и физического удаления красящих пигментов, остатков катализаторных металлов и т.п., а также увеличивает выход рафинированного пищевого саломаса в среднем на 2,7%.

ABSTRACT

This article outlines the physicochemical parameters of unrefined edible hydrogenated oil and the selection of a rational alkaline reagent to neutralize free fatty acids. The basic indicators of caustic soda were compared with sodium silicate and the optimal sodium silicate consumption for alkaline refining of hydrogenated oil was determined. The use of sodium silicate allows us to solve two problems of neutralizing free fatty acids and physical removal of coloring pigments, residues of catalytic metals, etc., and also increases the yield of purified edible salami by an average of 2.7%.

Ключевые слова: саломас хлопковый, саломас соевый, каустическая сода, силикат натрия, кислотное число, рафинация.

Keywords: hydrogenated cotton seed oil, hydrogenated soybean oil, caustic soda, sodium silicate, acid value, refining.

В настоящее время в странах СНГ в т. ч. Узбекистане на маргариновых производствах широко используют гидрозированные твердые жиры для получения маргаринов, кондитерских и фритюрных, а также хлебопекарных жиров различного назначения [1, 2].

Твердые жиры из растительных (хлопкового, подсолнечного, соевого и т.п.) масел получают методом каталитического гидрирования в присутствии

порошкообразных гетерогенных никелевых и медно-никелевых катализаторов, которые после достижения необходимой точки плавления и твердости отделяются от саломасов на рамных фильтрпрессах [3].

В табл. 1 показаны основные физико-химические показатели нерафинированных твердых жиров (саломасов) [4] направляемых для их щелочной рафинации, включая промывку и сушку пищевого саломаса.

Таблица 1.

Физико-химические показатели нерафинированных пищевых саломасов полученных из хлопкового и соевого масел

Наименование показателей	Нерафинированный пищевой саломас			
	Марка 1	Марка 2	Марка 3	Марка 4
Цвет при 15-20°C	От белого до светло-желтого с сероватым оттенком		От белого до светло-коричневого с сероватым оттенком	
Температура плавления, °C	31-34	32-36	35-37	42-45
Температура застывания (титр), °C	29	29	29	30
Твердость при 15°C, г/см	160-320		500-700	Не определяется
Кислотное число, мг КОН	1,0	1,0	2,0	3,0
Содержание влаги и летучих веществ, %	0,15			
Содержание никеля, мг/кг	10,0	10,0	15,0	15,0
Содержание твердых триглицеридов при 20°C, %	29-37	29-40	Не ниже 45	Не определяется
Перекисное число, ммоль О/кг	15,0			
Йодное число, г J ₂ /100 г	70-85	70-85	60-70	10-20

В зависимости от перерабатываемого сырья, назначения продукта и климатических условий по [4], допускаются некоторые отклонения от показателей по требованию потребителя, приведенных в табл. 1. Выпуск саломаса марки 1 с температурой плавления до 27°C с твердостью до 80 г/см при 15°C для фритюрного жира, с температурой плавления от 34 до 36°C с твердостью 350-450 г/см при 15°C для производства маргарина.

Полученные саломасы по требованиям маргаринового сырья подвергаются щелочной рафинации, фильтрации, промывки и сушке. До настоящего времени в АО «Тошкент ёг-мой комбинати» рафинацию саломасов осуществляли с использованием водного раствора каустической соды, которая является высокоактивным реагентом по сравнению с силикатом

натрия, кальций гидроксида и т.п. Это обуславливало низкие выходы рафинированного саломаса с наличием высокого содержания остаточного катализаторного металла (никеля, меди и железа), которые являются сильными катализаторами образования перекисных и вторичных продуктов окисления.

Нами с целью устранения вышеуказанных недостатков осуществлен поиск рационального щелочного реагента для рафинации пищевых саломасов. При этом выбор был остановлен на силикате натрия, который по активности ниже традиционной каустической соды, а по избирательности выше его в 1,3-1,5 раза.

В табл. 2 представлены сравнительные показатели традиционной каустической соды (контроль) и подобранного силиката натрия [5, 6].

Таблица 2.

Сравнительные показатели традиционной каустической соды (контроль) и подобранного силиката натрия

Наименование показателя	Норма для каустической соды (едкого натр)	Норма для силиката натрия
Внешний вид	Бесцветная прозрачная жидкость	Однородные прозрачные бесформенные куски,
Массовая доля гидроксида натрия, %, не менее	48,0	22,0-22,9
Массовая доля карбоната натрия, %, не более	0,10	-
Массовая доля хлорида натрия, %, не более	0,024	-
Массовая доля железа, %, не более	0,0015	Не нормируется
Сумма массовых долей оксидов железа и алюминия, %, не более	Не нормируется	0,6

Массовая доля кремниевой кислоты в пересчете на диоксид кремния, %, не более	Не нормируется	75,8-76,7
Массовая доля сульфата натрия, %, не более	0,012	-
Сумма массовых долей кальция и магния в пересчете на кальций, %, не более	Не нормируется	0,4
Массовая доля хлората натрия, %, не более	0,0020	-
Массовая доля никеля, %, не более	0,00012	-

Из табл. 2 видно, что предлагаемый силикат натрия по сравнению с каустической содой имеет локальные показатели, которые необходимы для рафинации саломаса и оценки его качества.

Вышеупомянутые недостатки диктуют важность поиска более селективного щелочного реагента для рафинации пищевого саломаса. В этом аспекте заслуживает внимания силикат натрия ($\text{Na}_2\text{O} \cdot n \text{SiO}_2$), который дал положительные результаты при рафинации светлых (подсолнечного, соевого, косточковых и т.п.) масел [7].

Главным преимуществом раствора силиката натрия является его избирательное взаимодействие со свободными жирными кислотами, практически без омыления триглицеридов и отсутствие растворенного в масле кислых мыл, что сокращает последующие процессы многократной промывки и сушки пищевого саломаса.

Изменение вида щелочного реагента, так, например, традиционного раствора каустической соды (NaOH) на силикат натрия ($n \text{Na}_2\text{O} \cdot m \text{SiO}_2$) требует учета состава и свойств последнего.

На практике при расчете необходимого количества силиката натрия для нейтрализации жирных кислот пользуются величиной плотности его раствора, однако, учитывая сложность химического состава силиката натрия, данная величина не всегда адекватно отражает его концентрацию по иону натрия. Последнее является решающим фактором при расчете теоретически необходимого количества щелочи на нейтрализацию пищевого саломаса.

Поэтому, водный раствор силиката натрия мы готовили путем разваривания силикатной глыбы с заранее известным модулем, равным трем. Далее, определяли плотность полученного раствора, а затем его титровали стандартным 0,1н раствором соляной кислоты. Нормальность раствора силиката натрия рассчитывали по формуле:

$$N_1 V_1 - N_2 V_2 \quad (1)$$

где, N_1 и V_1 – нормальность и объем титруемого раствора силиката натрия, соответственно;

N_2 и V_2 – нормальность и объем, использованного раствора на титрование раствора соляной кислоты.

Учитывая, что модуль используемого силиката натрия равен трем, рассчитывали молекулярную массу соединения $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{SiO}_2$, и затем определяли концентрацию раствора в г/л. Для удобства последующей работы предложили математическую модель зависимости плотности растворов силиката натрия, от их концентрации в г/л, который имеет вид:

$$Y_i = 1,0 + 0,000757 X_i; \quad (2)$$

где, Y_i и X_i – плотность и концентрация раствора силиката натрия, соответственно.

Отсюда для оптимального расхода щелочи при рафинации пищевого саломаса рекомендовано использовать уравнение (2), которое учитывает цветность исходного и рафинированного пищевого саломаса.

Химическое взаимодействие между силикатом натрия и свободными жирными кислотами протекает по следующей реакции [7]:

где – силикатный модуль (в нашем случае $n = 2,4$).

Отличительной особенностью данной реакции от традиционного гидроксида натрия является то, что в ней образуются поликремниевые кислоты, которые проявляет адсорбционные свойства при осветлениях рафинированного пищевого саломаса.

Известно, что исследование кинетики, т.е. скорости процесса рафинации пищевого саломаса позволяет выбрать эффективный щелочной раствор и режимы его применения, которые обеспечат качество получаемого продукта, согласно требованиям стандарта [8].

Учитывая это, нами проведены опыты по рафинации пищевого саломаса с использованием традиционной каустической соды (NaOH) с концентрацией 100 г/л и предлагаемого раствора силиката натрия ($\text{Na}_2\text{O} \cdot n \cdot \text{SiO}_2$) с концентрацией 60 г/л при 20 °С. Интенсивность перемешивания пищевого саломаса поддерживались при 3 м/с.

На рис. 1 представлена лабораторная установка для рафинации пищевого саломаса водным раствором каустической соды (контроль) и силиката натрия.

Опыты осуществляли следующим образом: в реактор 2 вместимостью 1,0 л загружали 500 г нерафинированного пищевого саломаса и при медленном перемешивании нагревали его до температуры 50-60 °С, затем при увеличении частоты вращения мешалки до 100 об/мин вводили раствор щелочного реагента (каустической соды или силиката натрия) с вычисленной концентрации и избытком (в зависимости от цвета нерафинированного пищевого саломаса) и продолжали перемешивание смеси саломаса со щелочью в течение 60 минут. После щелочной рафинации образовавшиеся soapstock отделяли от пищевого

саломаса методом отстаивания и фильтрации. Далее полученный продукт промывали дистиллированной водой до $pH=7,0$ и подвергали сушке под вакуумом

при температуре $70-85^{\circ}C$ до постоянного веса саломаса.

Рисунок 1. Лабораторная установка для рафинации пищевого саломаса водным раствором каустической соды (контроль) и силиката натрия: 1-штатив; 2-реактор; 3-электроплитка с масляной баней; 4-корпус бани; 5-крышка; 6-мешалка; 7-ёмкость с маслом; 8-двигатель; 9-термометр; 10-ЛАТР; 11-реостат

Полученные пищевые саломасы подвергали анализу согласно требованиям действующих стандартов. При этом исследовали такие показатели, которые могут изменяться в процессе рафинации пищевых саломасов.

Кислотное число саломаса определяли согласно методики [9].

Перекисное число саломаса определяли по [10].

Цветность саломаса определяли по стандартным шкалам ВНИИЖа [11].

Анизидиновое число саломаса определяли по [12].

Остаточное содержание никеля определяли по [13].

Остаточное содержание меди определяли по [14].

Остаточное содержание железа определяли по [15].

Используя данные стандарты нами определены основные физико-химические показатели рафинированного пищевого саломаса полученного из хлопкового и соевого масел на водном растворе каустической соды (контроль) и силиката натрия.

Полученные результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3.

Физико-химические показатели рафинированного пищевого саломаса, полученного из хлопкового и соевого масел на водном растворе каустической соды (контроль) и силиката натрия

Наименование показателей пищевого саломаса	Пищевой саломас полученный из хлопкового масла	Пищевой саломас полученный из соевого масла
Рафинация водным раствором каустической соды (контроль)		
Кислотное число, мг КОН/г	0,35	0,25
Перекисное число, ммоль/кг	7,5	8,5
Цветность, усл.ед.	4	3
Анизидиновое число, усл.ед.	2,0	2,3
Остаточное содержание никеля, мг/кг	0,65	0,63
Остаточное содержание меди, мг/кг	0,52	0,49
Остаточное содержание железа, мг/кг	0,7	0,6
Выход, %	94,6	95,3
Рафинация водным раствором силиката натрия		
Кислотное число, мг КОН/г	0,31	0,20
Перекисное число, ммоль/кг	7,1	8,2
Цветность, усл.ед.	3	2
Анизидиновое число, усл.ед.	1,8	2,1
Остаточное содержание никеля, мг/кг	0,47	0,41
Остаточное содержание меди, мг/кг	0,38	0,31

Остаточное содержание железа, мг/кг	0,42	0,38
Выход, %	97,2	98,1

Из табл. 3 видно, что замена традиционной каустической соды на водный раствор силиката натрия позволяет повысить качества получаемых рафинированных пищевых саломасов из хлопкового и соевого масел, а также их выхода на 2,6 и 2,8% соответственно. Это обусловлено тем, что рекомендуемый силикат натрия имея в своем составе окиси кремния (SiO_2) выполняет роль адсорбента при удалении остаточных металлов (никеля, меди и железа), красящих пигментов, перекисного и анизидинового чисел пищевого саломаса и др.

Таким образом, проведенные исследования позволяют рекомендовать для практического использования силикат натрия вместо традиционной каустической соды. Использование силиката натрия позволяет, решать две задачи нейтрализации свободных жирных кислот и физического удаления красящих пигментов, остатков катализаторных металлов и т.п. Кроме того с экономической точки зрения применения силиката натрия в процессе рафинации пищевых саломасов позволяет увеличить выход рафинированного жирового продукта в среднем на 2,7%.

Список литературы:

1. Исследование показателей качества жировой основы маргарина при замене традиционного хлопкового масла сафлоровым // Universum: Химия и биология : Ходжаев С.Ф., Абдурахимов С.А., Акрамова Р.Р., Хамидова М.О. 2018. №10(52). с. 15-18.
2. Рузибаев А.Т., Салиджанова Ш.Д. Исследования процесса получения маргарина на основе местных жировых сырья // Universum: Технические науки: 2017. №10(43). с. 9-11.
3. Товбин И.М., Меламуд Н.Л., Сергеев А.Г. Гидрогенизация жиров. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 296 с.
4. О'zDSt 3294-2018. Саломас. Технические условия.
5. ГОСТ Р 55064-2012. Натр едкий технический. Технические условия.
6. ГОСТ 13079-93. Силикат натрия растворимый. Технические условия.
7. Скипин А.И. Рафинация светлых масел и жиров раствором силиката натрия. Обмен передовым техническим опытом. М.: Пищепромиздат, 1957–10с.
8. Шмидт А.А. Теоритические основы рафинации растительных масел. – М.: Пищепромиздат, 1960 – 296 с.
9. ГОСТ 976-81. Маргарин, жиры для кулинарии, кондитерской и хлебопекарной промышленности. Правила приемки и методы испытаний.
10. ГОСТ 26593-85. Масла растительные. Метод измерения перекисного числа.
11. Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности / ВНИИЖ; Под общ. ред. В. П. Ржехина, А. Г. Сергеева. - Л. : Т. 3. - 1964. - 494 с.
12. ГОСТ 31756-2012. Жиры и масла животные и растительные. Определение анизидинового числа.
13. ГОСТ 28414-89. Жиры для кулинарии, кондитерской и хлебопекарной промышленности. Общие технические условия.
14. ГОСТ 26931-86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения меди.
15. ГОСТ 26928-86. Продукты пищевые. Метод определения железа.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРАЦИОННОГО ЧИСЛА НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ДИФфуЗИИ ВЛАГИ И ЕЕ ВЛИЯНИЯ НА УДЕЛЬНОЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ

Самандаров Достон Ишмухаммат угли

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

Сафаров Жасур Эсирганович

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

Султанова Шахноза Абдувахитовна

PhD, доцент, Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: sh.sultanova@yahoo.com

RESEARCH OF VIBRATION NUMBER BASED ON EFFECTIVE DIFFUSION OF MOISTURE AND ITS INFLUENCE ON SPECIFIC ENERGY CONSUMPTION

Doston Samandarov

assistant, Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Jasur Safarov

DSc, professor Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Shakhnoza Sultanova

PhD, docent, Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье исследованы кинетики сушки путем различных комбинаций параметров вибрации и условий сушки для получения эффективных коэффициентов диффузии влаги на основе экспериментальных данных и корреляций. Проанализирована «универсальность» Γ , полученная из различных комбинаций A и F , и ее влияние на $D_{\text{eff}, G}$.

ABSTRACT

The article studies drying kinetics by various combinations of vibration parameters and drying conditions to obtain effective moisture diffusion coefficients based on experimental data and correlations. The “universality” of Γ obtained from various combinations of A and F and its effect on $D_{\text{eff}, G}$ are analyzed.

Ключевые слова: ИК-нагрев, массообмен, вибрация, сушка, диффузия, универсальность.

Keywords: IR heating, mass transfer, vibration, drying, diffusion, versatility.

Использование сушилки вибрации с ИК-нагревом является альтернативой для выполнения сушки с меньшим удельным потреблением энергии по сравнению с сушилками с ИК-сушки. В настоящем исследовании эффективность сушилки вибрации с ИК-нагревом была исследована путем сопоставления кинетики сушки сырья с удельным энергопотреблением для получения оптимальных условий сушки. Эксперименты проводились при различных условиях эксплуатации, и были выбраны три комбинации амплитуды колебаний (A) и частоты (F)

для получения постоянного значения безразмерного вибрационного числа (Γ). Влияние рабочих параметров было проанализировано по эффективной диффузии влаги ($D_{\text{eff}, G}$), оцененной путем подгонки диффузионной модели к экспериментальным данным. Было обнаружено, что вибрация усиливает $D_{\text{eff}, G}$ и является преобладающим эффектом в массообмене. Различные значения $D_{\text{eff}, G}$ были найдены для одного и того же (Γ), полученного при проверенных комбинациях A и F , что указывает на то, что этот параметр не

может использоваться отдельно в качестве единственного дескриптора энергии вибрации.

В вибрационных ИК-сушильных установках были достигнуты более высокая эффективная диффузия влаги ($D_{\text{eff},G}$) и более низкая энергия активации (E_a). Знание кинетики сушки способствует оценке того, как различные переменные влияют на сушку, и оценке сложных взаимодействий между условиями сушки и параметрами вибрации.

Чжао и др. [4] кинетику сушки можно охарактеризовать путем оценки $D_{\text{eff},G}$. Математически этот параметр может быть представлен как функция параметров вибрации, таких как амплитуда (A) и частота (F), согласно исследованию Стакича и Урошевича [8]:

$$D_{\text{eff},G} = 2,1 \times 10^{-5} \left[\frac{A(2\pi F)^2}{g} \right]^{2,2} = 2,1 \times 10^{-5} (\Gamma)^{2,2}. \quad (1)$$

Это ясно из уравнения (1): работа с фиксированными значениями параметров вибрации влияет на перенос влаги и, следовательно, на динамику сушки. Принимая определение безразмерного числа колебаний как $\Gamma = A(2\pi F)^2/g$, уравнение (1) показывает, что увеличение $D_{\text{eff},G}$ происходит при увеличении Γ . Однако в этом подходе неясно, даст ли комбинация различных значений A и F различные значения $D_{\text{eff},G}$. Некоторые исследования в литературе [3, 6] показали, что различные динамические характеристики жидкости были получены при одинаковом значении Γ в сушильном сырье. Нами получены различные значения для кинетических констант сушки для тех же значений Γ с различными комбинациями A и F . Такие доказательства побудили авторов изучить, как уравнение (1) может использоваться для прогнозирования эффективной диффузии влаги во время сушки, для оценки того, как соотношение между параметрами вибрации и условиями сушки может быть достигнуто для достижения оптимальных рабочих условий с меньшим потреблением энергии.

Теоретические принципы. В типичных применениях сушки очень часто описывается проблема нестационарной диффузии для представления движущей силы испарения. Таким образом, математическое моделирование переноса влаги в дисперсном материале может быть удобно описано уравнением Фика. В изотермическом процессе уравнения в частных производных, описывающих радиальное распределение жидкости и водяного пара в сферической частице, имеют вид [1]:

$$\frac{\partial C_v(r,t)}{\partial t} = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left[r^2 D_v \frac{\partial C_v(r,t)}{\partial r} \right]; \quad (2)$$

$$\frac{\partial C_1(r,t)}{\partial t} = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left[r^2 D_1 \frac{\partial C_1(r,t)}{\partial r} \right]. \quad (3)$$

Содержание воды (жидкости и пара) может быть связано с содержанием влаги в материале (общее содержание влаги в твердом веществе) в сухом состоянии в соответствии со следующим уравнением:

$$X = \frac{C_v + C_1}{\rho_s}. \quad (4)$$

Таким образом, предполагая постоянные твердые свойства, диффузионная модель может быть переписана как:

$$\frac{\partial X(r,t)}{\partial t} = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left[r^2 D_{\text{eff},G} \frac{\partial X(r,t)}{\partial r} \right]. \quad (5)$$

Поскольку диффузия пара и диффузия жидкости принципиально различны, а содержание воды в обеих фазах (жидкости и пара) представлено общим содержанием влаги, эффективный параметр ($D_{\text{eff},G}$) определяется для учета обычного переноса влаги в обеих парах и жидкие фазы. Кроме того, при сушке молекулы воды могут взаимодействовать со стенками пор частиц во время испарения, что характеризует выпот или поверхностную диффузию. Следовательно, удобно определить новый эффективный параметр, который охватывает все диффузионные механизмы, возникающие при сушке пористого твердого вещества. Оцениваемый параметр эффективного массопереноса – это общая эффективная диффузионная способность, которая получается из среднего гармонического значения всех диффузионных механизмов:

$$\frac{1}{D_{\text{eff},G}} = \frac{1}{D_{\text{eff},k}} + \frac{1}{D_{\text{eff},v}} + \frac{1}{D_{\text{eff},i}} + \frac{1}{D_{\text{eff},s}}. \quad (6)$$

Отметим, что все коэффициенты диффузии являются эффективными, потому что они зависят от характеристик твердого тела (пористость и извилистость) и условий эксплуатации, в том числе параметров колебаний, представленных в уравнении (1). Кроме того, глобальный диффузионный параметр в этом случае является сложным параметром, который включает в себя многочисленные механизмы, наблюдаемые при сушке, в том числе явления испарения и конденсации, т.е. которые связаны с другими механизмами влаги, такими как капиллярный поток и поток из-за градиента давления или разницы осмотического давления.

Уравнение (5) подчиняется следующему начальному условию (для $t = 0$ и $0 \leq r \leq R$):

$$C, I : X(r, 0) = X_0. \quad (7)$$

Наиболее распространенное граничное условие применяется к уравнению (5), предполагает симметрию в профиле концентрации влаги в центре частицы, т.е. для $t > 0$ и $r = 0$:

$$C, C, I : \left. \frac{\partial X(r,t)}{\partial r} \right|_{r=0} = 0. \quad (8)$$

Первоначально предполагая, что сопротивление внешнему массообмену пренебрежимо мало ($\text{Био} \rightarrow \infty$) и равновесное содержание влаги устанавливается на поверхности частицы, принимается условие первого типа или Дирихле (для $t > 0$ и $r = R$):

$$\text{C. C. 2 (a)} : X(r, t)|_{r=R} = X_{\text{eq}}. \quad (9)$$

Аналитическое решение уравнения (5) может быть получено при условии равномерного начального содержания влаги, постоянной эффективной диффузии влаги и незначительной усадки частиц и определяется по уравнению, известному как «модель Кранка» [2]:

$$MR = \frac{X(r, t) - X_{\text{eq}}}{X_0 - X_{\text{eq}}} = \frac{2R}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n \cdot r} \sin\left(\frac{n\pi r}{R}\right) \exp \cdot \left[-\left(\frac{n\pi}{R}\right)^2 D_{\text{eff}, G} t \right]. \quad (10)$$

Среднее содержание влаги в частице как функция времени получается из:

$$X(t) = \frac{3}{R^3} \int_0^R X(r, t) r^2 dr. \quad (11)$$

Представляя уравнение (10) в формуле (11), безразмерное среднее содержание влаги в частицах получается как функция времени:

$$MR = \frac{X(t) - X_{\text{eq}}}{X_0 - X_{\text{eq}}} = \frac{6}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{1}{n}\right)^2 \exp \cdot \left[-\left(\frac{n\pi}{R}\right)^2 D_{\text{eff}, G} t \right]. \quad (12)$$

Уравнение (12) классически используется в литературе для описания изменения среднего содержания влаги как функции времени сушки.

Если на поверхности частицы предполагается внешнее сопротивление массообмену ($\text{Био} \rightarrow 0$), для решения уравнения используется третий тип или граничное условие Робина (для $t > 0$ и $r = R$) [7]:

$$\text{C. C. 2 (b)}: -D_{\text{eff}, G} \frac{\partial X(r, t)}{\partial r} \Big|_{r=R} = \beta_{\text{eff}} [X(r, t) - X_{\text{eq}}]. \quad (13)$$

В формуле (13) β_{eff} – эффективный коэффициент массообмена, основанный на предположении, что скорость потери влаги прямо пропорциональна избыточной влажности выше равновесной влажности [7]. Исходя из начальных и граничных условий (C.C.1 и C.C.2 (b)), решение диффузионной модели в терминах числа Био:

$$MR = \frac{X(t) - X_{\text{eq}}}{X_0 - X_{\text{eq}}} = 6 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\text{Био}^2}{\lambda_n^2 (\lambda_n^2 + \text{Био}(\text{Би}-1))} \exp \left(-\lambda_n^2 \frac{D_{\text{eff}, G} t}{R^2} \right). \quad (14)$$

Список литературы:

1. Chen XD. Moisture diffusivity in food and biological materials // Dry Technol. – 2007. – № 25. – P. 1203–1213.
2. Crank A.S. The mathematics of diffusion. 2th edn. – Oxford, Clarendon Press.
3. Daleffe R.V., Freire J.T. Analysis of the fluid-dynamic behavior of fluidized and vibrofluidized bed containing glycerol // Braz J Chem Eng. – 2004. – № 21. – P. 35–46.
4. Drying characteristics and kinetics of Shengli lignite using different drying methods / Y Zhao, Z. Luo, P Zhao [et al] // Energy Convers Manag. – 2016. – № 120. – P. 330–337.
5. Effect of modelling assumptions on the effective water diffusivity in wheat. / A.L. Gastón, R.M. Abalone [et al] // Biosyst Eng. – 2004. – № 88. – P. 175–185.

Решение уравнения (14) требует оценки двух параметров (Био и $D_{\text{eff}, G}$). Собственные значения (λ_n) получаются из трансцендентного уравнения:

$$\lambda_n \text{ctg}(\lambda_n) + \text{Био} - 1 = 0. \quad (15)$$

В работе [5] предложили модель с новым набором параметров ($D_{\text{eff}, G}$ и ϕ), применимых к операциям быстрой сушки (как в вибрации с ИК-нагревом), приняв граничное условие, определяемое как:

$$\text{C. C. 2 (c)}: X(r, t)|_{r=R} = (X_0 - X_{\text{eq}}) \exp(-\phi t) + X_{\text{eq}}. \quad (16)$$

В этом граничном условии ϕ является константой высыхания поверхности. Он определяет, насколько быстро приближается поверхностная влажность к равновесному значению. Аналитическое решение диффузионной модели для конвективных граничных условий представлено в уравнениях (8) и (16) и является [5]:

$$MR = \frac{X(t) - X_{\text{eq}}}{X_0 - X_{\text{eq}}} = \exp(-\phi t) \left\{ 1 + \frac{6\phi R^2}{D_{\text{eff}, G}} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2 \pi^2} \cdot \left[\frac{1 - \exp(\phi - n^2 \pi^2 D_{\text{eff}, G} t)}{\frac{\phi R^2}{D_{\text{eff}, G}} - n^2 \pi^2} \right] \right\}. \quad (17)$$

Ожидается, что это двухпараметрическое решение улучшит подгонку, поскольку оно имеет две степени свободы. Насколько известно нам, это граничное условие не применялось к сушке пористых частиц в вибрационной ИК-сушке. В этом исследовании эффективный коэффициент диффузии влаги оценивается как функция температуры осушающего воздуха в соответствии с соотношением Аррениуса:

$$D_{\text{eff}, G} = D_0 \exp \left(\frac{E_a}{R_g T} \right). \quad (18)$$

С одним начальным условием и четырьмя возможными граничными условиями три различных аналитических решения для диффузионной модели (5) могут быть проверены, чтобы соответствовать экспериментальным данным.

6. Fluid dynamics of vibrofluidized beds during the transient period of water evaporation and drying of solutions / L. Meili, F.B. Freire, M.C. Ferreira, J.T. Freire // Chem Eng Technol. – 2012. – № 35. – P. 1803–1809.
7. Keey R.B. Drying of loose and particulate materials. 1st ed. – CRC Press, Boca Raton – USA, 1992.
8. Stakić M, Urošević T. Experimental study and simulation of vibrated fluidized bed drying // Chem Eng Process Process Intensif. – 2011. – № 50. – P. 428–437.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

МОДИФИКАЦИЯ ПОЛИАМИДА АЦЕТАТАМИ МЕТАЛЛОВ

Бозорова Найима Худойбердиевна

мл. научн. сотр., ООО «Ташкентский научн.-исследовательский институт химической технологии»,
Республика Узбекистан, Шуробазар
E-mail: nayima_90@mail.ru

Тураев Эркин Рустамович

д-р тех. наук, Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Джалилов Абдулахат Турапович

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

MODIFICATION OF POLYAMIDE WITH METAL ACETATE

Nayima Bozorova

Junior Researcher, Tashkent Research Institute of Chemical Technology,
Republic of Uzbekistan, Shuro Baazar

Erkin Turaev

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

Abdulhat Djalilov

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

АННОТАЦИЯ

Одним из простейших способов улучшения свойств полимера является их модификация с различными добавками. В данной работе исследована модификация полиамида ацетатами цинка, никеля, кадмия и свинца. Модификация полиамида позволяет улучшить физико-механические свойства базового полиамида. Ацетаты металлов оказали значительное влияние на теплостойкость полиамида.

ABSTRACT

One of the simplest ways to improve the properties of polymers is to modify them with various additives. In this work, we studied the modification of polyamide with acetates of nickel, zinc, cadmium, and lead. Modification of polyamide can improve the physical and mechanical properties of the base polymer. Metal acetates had a significant effect on the heat resistance of polyamide.

Ключевые слова: полиамид, ацетат никеля, ацетат цинка, ацетат свинца, ацетат кадмия, плотность, удлинение, усадка.

Keywords: polyamide, nickel acetate, zinc acetate, lead acetate, cadmium acetate, density, elongation, shrinkage.

Введение. В настоящее время материалы из полимеров находят широкое применение в народном хозяйстве. Применение полимеров служит повышению научно-технического уровня, развитию страны в различных областях. Однако в подавляющем большинстве случаев физико-механические характеристики базовых полимеров (полиэтилена, полипропилена, полиамида и др.) сами по себе оказываются

недостаточными для эффективного применения в различных областях. Поэтому практически сразу после освоения промышленного производства базовых полимеров стали прибегать к его модификации, комбинируя с наполнителями различной природы, с целью улучшения эксплуатационных качеств материала. Так, широко применяемым приемом для повы-

шения жесткости и теплостойкости полимера является введение различных добавок в состав полимера [5].

Целью данной работы являлось исследование влияния ацетата металлов на теплофизические свойства базового полиамида.

Объекты и методы исследования

В работе использовался полиамид марки Ultramid PA66 A3K с показателем текучести расплава (ПТР) 115 гр/10 мин производство БАСФ. Синтез ацетата металлов осуществлялся по ранее известной методике [4].

Перемешивание состава компаундов проводили в лабораторном двухшнековом экструдере при температуре 240–280 °С и частоте вращения шнеков 80 об/мин. Предварительно все компоненты смешивали вручную в течение 15 мин и затем загружали в лабораторный экструдер.

Образцы для испытаний были изготовлены методом инжекционного литья при температуре 260 °С. Полученные образцы выдерживались при температуре 23 °С и относительной влажности 50%, не менее 40–60 часов для измерения усадки образцов и не менее 40 часов для измерения других показателей, согласно требованиям стандарта ISO.

ПТР образцов определялся по стандарту ISO-1133 в приборе фирмы TiniusOlsen, модель MP 1200.

Модуль упругости при растяжении (стандарт ISO-527-1/2), модуль упругости при изгибе (стандарт ISO-179) измерялись в универсальной тест-машине фирмы TiniusOlsen, модель UTM H25 KT.

Ударная вязкость по Изоду (стандарт ISO-180) измерялась в маятниковом приборе фирмы TiniusOlsen, модель PLASTIC IMPACT IT 504.

Температура изгиба под нагрузкой измерялась по стандарту ISO-75-2 в приборе фирмы TiniusOlsen, модель 303HTDM.

Измерение усадки полимерных компаундов проводилось на оптическом микроскопе «OLYMPUS STM 6» по стандарту ISO-294. В литьевой форме имеются отметки, которые появляются в отлитых образцах. Усадка определяется разницей расстояний в форме и в образце.

Полученные результаты и обсуждение

Нами разработан специальный метод введения синтезированного ацетата цинка (никель/кадмий/свинец) в полимерной матрице методом смешения в расплаве. Во время компаундирования за счет высокой температуры ~270 °С и трения между шнеками ацетат цинка деструктируется на CO₂, H₂O и кристаллический Zn. Нанокристаллический Zn является многофункциональным неорганическим материалом, привлекающим все большее внимание в последние годы в связи с его значительной физической и химической стабильностью, высокой каталитической и антибактериальной активностью.

В настоящей работе с помощью метода деструкции ацетата цинка непосредственно при компаундировании были получены нанокомпозиты полимер-металл равномерной степени дисперсности неорганической фазы. Присутствие наночастиц цинка в полимерной матрице преобразует свойства базового полимера, как показано в таблице 1.

В таблице 1 предоставлены физико-механические свойства полученных компаундов с ацетатами металлов (Zn, Ni, Pb, Cd).

Таблица 1.

Физико-механические свойства компаундов

Параметры	Стандарты	Ultramid PA66 A3K	PA66+Zn ацетат 3%	PA66+Ni ацетат 3%	PA66+Pb ацетат 3%	PA66+Cd ацетат 3%
Плотность, г/см ³	ISO 1183	1,13	1,15	1,14	1,16	1,15
ПТР, г/10 мин при 275 °С/5кг	ISO 1133	115	120	124	122	125
Модуль при изгибе, МПа	ISO 178	2900	3400	3500	3600	3200
Удлинение, %	ISO 527-2	20	21	24	22	21
Ударная вязкость по Изоду с/н, при +23 °С, кДж/м ²	ISO 180/1A	6	7	7	8	8
Ударная вязкость по Изоду с/н, при – 30°С, кДж/м ²	ISO 180/1A	6	6,5	6,6	6,8	6,9
НДТ при 0,45 МПа, °С	ISO 75-2	220	227	231	232	228
Усадка после 24 часов	ISO-294	1,25	1,2	1,2	1,2	1,2
Скорость горения UL-94, мм	Толщина образца 1,6 мм	9	7	6	8	7

В таблице 1 показаны физико-механические свойства компаундов с различными ацетатами метал-

лов. При этом концентрация модификаторов составила 3% масс. Это сделано для оценки влияния природы и типа частиц металлов на базовые свойства полиамида.

При добавлении добавок 3% масс. в ПА плотность компаундов увеличивается незначительно, а показатель текучести расплава увеличивается в среднем на 5–9%. Это связано с присутствием мономеров ацетатов в межслоевом пространстве макромолекул полиамида.

Модуль упругости композита увеличивается на 17–24%. Как видно из полученных результатов, при добавлении частиц металлов различной природы наблюдается монотонное увеличение модуля упругости, что объясняется блокирующими эффектами частиц металлов, что препятствует конформациям макромолекул полиамида.

Относительное удлинение при разрыве и ударная вязкость по Изоду также улучшаются из-за равномерно рассеянных частиц металла, что позволяет

равномерно распределять энергию удара по всей полимерной матрице.

Показаны изменения теплостойкости базового полиамида от содержания частиц металлов различной природы. При добавлении ацетата металлов увеличивается температура изгиба под нагрузкой при 0,45 МПа на 7–12 °С. Данный показатель может быть результатом того, что частицы металлов служат зародышеобразователями кристаллизации макромолекулы полиамида. Отсюда и более высокая теплостойкость модифицированного полиамида. Следовательно, роль частиц металлов в этом случае сводится к видоизменению надмолекулярной структуры полимерной матрицы.

Выводы

Полученные экспериментальные данные позволяют предположить перспективность данного направления исследований, поскольку разработка новых полимерных компаундов на основе ацетата металлов и полиамида позволяет расширить область применения базового полиамида.

Список литературы:

1. Дерягин Б.В., Жеребков С.К. Смачивание минеральных наполнителей каучуками общего назначения // Журнал прикладной химии. – № 2. – Т. 1. – С. 122–129.
2. Липатов Ю.С. Межфазные явления в полимерах. – Киев, 1986. – 260 с.
3. Тураев Э.Р., Джалилов А.Т., Микро- и нанокмпозиционные материалы на основе полиолефинов : монография. Ташкент : Fan va texnologiyalar Markazining basmaxonasi, 2017. – С. 1–90.
4. Химическая энциклопедия / редкол.: И.Л. Кнунянц [и др.]. – М. : Советская энциклопедия, 1995. – Т. 4. – 639 с.
5. Harper C.A. Handbook of plastics, elastomers and composites. – New York : Mc Grow Hill Handbooks, 2002. –
6. 210 p.

СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ БИОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА (ЭФИР-АЛЬДЕГИДНАЯ ФРАКЦИЯ И СИВУШНЫЕ МАСЛА)

Жумаева Зулхумор Эргашевна

*канд.тех.наук., ст. преп., Термезский государственный университет,
Узбекистан, г. Термез*

E-mail: zulxumor.jumayeva@gmail.com

Мукимова Гулвар Жумаевна

*канд.хим.наук., доц., Термезский государственный университет,
Узбекистан, г. Термез*

Умирова Гулнора Абдурахмоновна

*преподаватель, Термезский государственный университет,
Узбекистан, г. Термез*

E-mail: ga.umirova1981@gmail.com

METHODS FOR PROCESSING WASTE OF BIOCHEMICAL PRODUCTION (ETHER-ALDEHYDE FRACTION AND VEGETABLE OILS)

Zulxumor Zhumaeva

*Candidate of Technical Science, Senior Lecturer, Termez State University,
Uzbekistan, Termez*

Gulvar Mukimova

*Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Termez State University,
Uzbekistan, Termez*

Gulnora Umirova

*Lecturer, Termez State University,
Uzbekistan, Termez*

АННОТАЦИЯ

Разработаны способы получения этилацетата, при непрерывном взаимодействии уксусной кислоты с этиловым спиртом в присутствии гетерогенных катализаторов кислого характера с одновременной отгонкой образовавшегося этилацетата при температуре 75-90°C. Этилацетат по внешнему виду и цветности, плотности, массовой доле основного вещества, массовой доле кислот в пересчете на уксусную кислоту, массовой доле воды соответствовал ГОСТу 8981-78.

ABSTRACT

Methods have been developed for the production of ethyl acetate, with the continuous interaction of acetic acid with ethyl alcohol in the presence of heterogeneous acidic catalysts with the simultaneous distillation of the resulting ethyl acetate at a temperature of 75-90 °C. Ethyl acetate in appearance and color, density, mass fraction of the main substance, mass fraction of acids in terms of acetic acid, mass fraction of water corresponded to GOST 8981-78.

Ключевые слова: этилацетат, получение этилацетата из эфиор-альдегидной фракции, этанол, катализаторы дегидрирования этанола.

Keywords: ethyl acetate, production of ethyl acetate from the ether-aldehyde fraction, ethanol, ethanol dehydrogenation catalysts.

Введение. Этилацетат широко используется как растворитель, из-за низкой стоимости и малой токсичности, а также приемлемого запаха. В частности, как растворитель нитратов целлюлозы, ацетилцеллюлозы, жиров, восков, для чистки печатных плат, в

смеси со спиртом - растворитель в производстве искусственной кожи. Годовое мировое производство в 1986 году составляло 450-500 тысяч тонн. ацетальдегид этилацетат этерификация.

Как растворитель, являясь активным растворителем нитро- и этилцеллюлозы, широко используется в

производстве лакокрасочных материалов и чернил для печатающих машин. Также он входит в композиции растворителей нитроглифталевых, перхлорвиниловых и эпоксидных эмалей, разных смазочных масел, восков, полиэфирных лаков, красок, кремни-органических лаков и эмалей. На эти цели расходуется до 30% всего производимого этилацетата.

На стадии упаковывания различных товаров гибкими упаковочными материалами - как растворитель пленок и чернил при нанесении надписей и изображений трафаретным способом. Как реагент и как реакционная среда в производстве фармацевтических препаратов (метоксазол, гидрокортизон, рифампицин и т.д.).

Один из самых популярных ядов, применяемых в энтомологических морилках для умерщвления насекомых. Насекомые после умерщвления в его парах гораздо мягче и податливее в препарировании, чем после умерщвления в парах хлороформа.

Способ непрерывного получения этилацетата путем взаимодействия этилового спирта и уксусной кислоты в присутствии катализаторов, отличается тем, что процесс проводят в присутствии фторированных гетерогенных катализаторов с одновременной отгонкой образовавшегося продукта при температуре 75-90°C и постоянным добавлением смеси уксусной кислоты с этиловым спиртом.

Изобретение относится к способам получения сложных эфиров, в частности этилацетата, которое находит широкое применение в химической, лакокрасочной, резинотехнической и пищевой промышленности.

Смесь ЭА-этанол-вода, с весовым отношением этанол:ЭА 1:2, разделяют двухступенчатой ректификацией. При первой ректификации неочищенной смеси получают кубовую жидкость, представляющую собой смесь этанол-вода, которую затем разделяют обычным способом. В результате получают дистиллят, составленный из азеотропа ЭА-этанола, который возвращают на первую стадию разделения, предварительно смешав его с неочищенной смесью, и ЭА в виде кубовой жидкости.

Таким образом, в настоящее время разработаны многочисленные методы и способы получения, очистки и выделения, сложных эфиров. Однако для условий Узбекистана многие из них неприемлемы.

Методы исследования: В работе использовались следующие реагенты: Эфир-альдегидегида

фракция - отходов биохимических производств с массовой долей этанола от 80 до 95 %.

ЭАФ характеризуется следующими показателями:

- крепость (содержание этилового спирта) - до 97,5 %;
- кислотность - 450 мг/кл;
- эфиры в пересчете на этилацетат - 396 мг/л
- альдегиды а пересчете на уксусной альдегид - 470 мг/л
- метиловый спирт - 1,0 г/л
- Сивушное масло по ОСТу:
- этанол - 2,58;
- этилацетат - 2,95;
- изобутанол - 26,75;
- бутанол - 0,27;
- неидентифицированные примеси - 0,08;
- вода - до 100 %.

Уксусная кислота производства ПО "Навоизот" с массовой долей основного вещества не менее 98 %, ГОСТ 8981-78;

Серная кислота по ГОСТу 2184-77 с массовой долей основного вещества, не менее 92,5 %;

Этиловый спирт по ГОСТу 17299-78 с массовой долей основного вещества, не менее 96 %;

Хлористый кальций по ГОСТ 2184-77 с массовой долей основного вещества, не менее 78 %;

Аммиачная вода по ГОСТ 9-77 с массовой долей основного вещества, не менее 25 %.

В синтезе ацетона использовали известные цинкхромалюминие- зые (ЦХА) и железоцинкхромалюминиевые (ЖЦХА) катализаторы. Состав и основные текстурные характеристики синтезированных катализаторов приведены в табл.1.

Алюмосиликатный катализатор. 80 г силикагеля марки КСК шарикообразный, 2-3 мм) обрабатывают 100 мл водного раствора, содержащего 20г фтористого аммония, при температуре 70-90°C. Затем катализатор сушат в течение 2 часов при 100-105°C и прокалывают при температуре 150-160°C в течение 3 часов. Получают 87 г готового катализатора. Выход - 94 %.

Аналогично образом получают фторированный алюмосиликатный катализатор, обрабатывая алюмосиликатный катализатор 4-5 %-ным водным раствором фтористоводородной кислотой (или водным раствором фтористого аммония).

Таблица 1.

Состав и основные текстурные характеристики использованных катализаторов

№	Состав, масс %, и условное обозначение	Удельная поверхность, м ² /г	Механическая прочность, кг/см ²	Выход ацетона, %	Конверсия этанола, %
1.	ZnO - 10,0 Cr ₂ O ₃ - 10,0 Al ₂ O ₃ - 80,0 (ЦХА-1)	180,0	52,0	72,0	85,0
22.	ZnO - 10,0 Fe ₂ O ₃ - 5,0 Cr ₂ O ₃ - 5,0 Al ₂ O ₃ - 80,0 (ЖЦХА-1)	172,6	58,0	85,0	90,0

3.	ZnO - 5,0 Fe ₂ O ₃ - 5,0 Al ₂ O ₃ - 80,0 (ЖЦХА-2)	153,0	60,0	80,0	96,0
4.	ZnO-10,0 ZnF ₂ -3,0 Cr ₂ O ₃ -3,0 Al ₂ O ₃ -84,0 (ЦХА-2)	165,0	55,0	76,0	93,0
5.	ZnO-3,0 AlF ₃ -3,0 Cr ₂ O ₃ -4,0 Al ₂ O ₃ -80,0 (ЖЦХА-3)	203,0	53,0	88,0	95,0

Полученные катализаторы имеют следующие физико-механические характеристики:

- механическая прочность, кг/шарики, - 25-30,
- удельная поверхность, м²/г, - 500-550,
- насыщенная плотность, г/см³, - 0,80-0,95

Методика получения этилацетата. Этилацетат получали при непрерывном взаимодействии уксусной кислоты с этиловым спиртом в присутствии гетерогенных катализаторов кислого характера с одновременной отгонкой образовавшегося этилацетата при температуре 75-90°C.

Опыты проводили в колбе Фаворского объемом 250 см³ с елочным дефлегматором длиной 500 мм.

Опыт 1. В трехгорловую колбу, объемом 500 см³ помещают 10 г люмосиликатного катализатора, 100 см³ ледяной уксусной кислоты и 100 см³ этилового спирта; смесь нагревают до температуры 75-90°C. Образовавшийся этилацетат со спиртом отгоняется через дефлегматор и конденсируется в холодильнике. Одновременно непрерывно добавляют смесь уксусной кислоты с этиловым спиртом при соотношении =1:1, со скоростью, равной скорости отгонки этилацетата. Этилацетат из смеси выделяют при обработке водой, сушат хлористым кальцием и очищают ректификацией. Выход 85 % на прореагировавшую уксусную кислоту. Чистота этилацетата 94 %. Он соответствует ГОСТу 8981-78, марки Б.

Опыт 2. В колбу помещают 10 г катализатора (фторированный силикагель), 100 см³ уксусной кислоты (105г) и 100 см³ (78г) этилового спирта, смесь нагревают до температуры 90°C (температура водяной бани), и когда начинается отгонка продукта реакции, непрерывно добавляют смесь уксусной кислоты с этиловым спиртом в соотношении уксусная кислота:этиловый спирт =1:1,2 моль со скоростью

равной скорости отгонки продуктов реакции. Этилацетат выделяют из верхней части дефлегматора при температуре 75-80°C. Полученный продукт сначала промывают водой, затем 10 %-ным раствором соды, сушат безводным хлористым кальцием и очищают ректификацией. Выход 92 %. Двойной ректификацией достигается чистота продукта до 98 %, что соответствует этилацетату 1-го сорта ГОСТ 8981-78.

Опыт 3. В реактор помещают 10 г фторированного силикагеля, 100 см³ уксусной кислоты и 100 см³ этилового спирта. Смесь нагревают до температуры 90°C. После начала отгонки продуктов реакции из верхней части дефлегматора (температура в верхней части дефлегматора не должна превышать 80°C) в реактор непрерывно добавляют смесь уксусной кислоты с этиловым спиртом в соотношении 1:1,3 моль со скоростью, равной скорости отгонки продуктов реакции. Этилацетат выделяют и очищают известными методами. Выход 95 % на прореагировавшую уксусную кислоту. Непрореагировавший спирт, после промывки водой из водного раствора последнего выделяют ректификацией и используют в следующих операциях.

Катализатор с постоянной активностью работает 3 месяца. Затем его регенерируют обработкой раствором фтористоводородной кислоты или раствором фтористого аммония.

Выводы. Разработаны методы получения этилацетата на базе эфирно-альдегидной фракции с высоким выходом.

Разработана и внедрена в промышленность ресурсосберегающая технология получения этилацетата путем непрерывного взаимодействия уксусной кислоты с этиловым спиртом в присутствии гомогенного и гетерогенных катализаторов кислого характера с одновременной отгонкой образовавшегося этилацетата при температуре 75-90°C.

Список литературы:

1. Белов А.С., Голубова И.А., Ниязова С.А. Экология производства химических продуктов из углеводородов нефти и газа. М.: Химия 1991.253 с.
2. Wassel Magdy A., Allahaverdova Naila K., Adyamov Keykavus Y. Oxidation of ethanol to ethyl acetate on Sb-Mo oxide Catalysts //Collect. Czechoslov. chem. Commun.-1992.-57.-№ 3/-P.446-449.-Англ.
3. Pettit Paul J., Anderson Robert B. Decomposition of n-and iso-butyl acetates on charcoal //Can.J.Chem.Eng.. 1978. 56 № 2.P.218-222 (англ.; рез. франц.).

4. CRC Handbook of Chemistry and Physics / W. M. Haynes — 95 — Boca Raton: CRC Press, 2014. — P. 6–183. — ISBN 978-1-4822-0868-9
5. Меньщиков В. А., Семенов И. П. Разработка процесса получения этилацетата дегидрированием этанола // Катализ в промышленности, № 5, 2012. — с. 32-36.
6. Т.М.Миркамилов, З.Э.Жумаева, С.М.Туробжонов, А.Махмудов. Разработка технологии производства сложных эфиров на базе отходов биохимических заводов //Хим.природ.соед.Ж.1999.№ 3. 137с.
7. Т.М.Миркамилов, С.М.Турабжанов, Д.Юсупов, З.Э.Жумаева. Комплексная переработка эфирно-альдегидной фракции и сивушных масел-отходов биохимических производств //Проблемы развития химии и технологии органических соединений в Узбекистане: Научно-тех.конф. 1998.С.33-36.
8. Прудис С.В., Шаранда М.Е., Щуцкий И.В., Брей В.В. Способ получения этилацетата /EDPUD. № 218.016.4EA0. 2018.
9. Меньщиков В.А., Семенов И.П., Ачильдиев Е.Р., Рыбина М.С. Способ получения этилацетата /патент RU 245/007. Россия. Москва. 2012. № 14. С 1 RU 20111224226/04.6. С 07 С 69/14. С 07 67/40. С 07 67/44.

ГИДРИРОВАНИЕ ДИФУРФУРЛИДЕНАЦЕТОНА НА ПАЛЛАДИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ

Матякубов Рузбой

канд. хим. наук, Ферганский государственный университет,
Узбекистан, г. Фергана

Урмонов Солижон

канд. биол. наук, Ферганский государственный университет
Узбекистан, г. Фергана

Касимова Хафиза

преподаватель Ферганский политехнический институт,
Узбекистан, г. Фергана

E-mail: absarova.dilrabo1973@mail.ru

Каримов Шерали

преподаватель, Ферганский государственный университет,
Узбекистан, г. Фергана

HYDROGENATION OF DIFURFURLIDEN ACETONE ON PALLADIUM CATALYSTS

Matyakubov Ruziboy

Ph.D., Ferghana State University,
Uzbekistan, Ferghana

Urmonov Solizhon

candidate of biological sciences, Ferghana State University,
Uzbekistan, Ferghana

Kasimova Hafiza

teacher Ferghana Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Ferghana

Karimov Sherali

Lecturer, Ferghana State University,
Uzbekistan, Ferghana

АННОТАЦИЯ

В статье описан процесс исследования селективной гидрогенизации дифурфурлиденацетона на палладиевом катализаторе, нанесённый на уголь в присутствии различных растворителей при температуре 20-160°C. Выбраны оптимальные условия получения 1.5 ди (α -фурил) пентанона -3 высоким выходом.

ABSTRACT

In this research, we studied the process of selective hydrogenation of DIFURFURLIDENACETONE on a palladium catalyst deposited on coal in the presence of various solvents at a temperature of 20-160 ° C. Optimal conditions for obtaining 1.5 di (α -furyl) pentanone -3 in high yield were studied.

Ключевые слова: каталитическая гидрогенизация, дифурфуримиденацетон, палладиевый катализатор, модификатор, растворитель-ТГФС, селективность.

Keywords: catalytic hydrogenation, difurfurilidenacetone, palladium catalyst, modifier, solvent-THF, selectivity.

Каталитическая гидрогенизация производных фурана с целью получения различных соединений фуранового и тетрагидрофуранового ряда широко применяется в промышленности. Потребность народного хозяйства в фурановых и тетрагидрофура-

новых соединениях возрастает из года в год и эти вещества применяются в различных отраслях народного хозяйства; в производстве полимерных материалов, пластификаторов, медицинских препаратов и как компонент ракетного топлива.

Гидрогенизация фурановых соединений в промышленности осуществляется в жестких условиях (высокое давление и температура) и при этом образуются побочные продукты, ухудшающих качество целевого продукта. Проблема повышения качества и выхода целевых продуктов гидрогенизации связана прежде всего с подбором высокоактивных и селективных катализаторов, обеспечивающих мягкие условия проведения процессов.

Стадийность каталитической гидрогенизации фурановых соединений на различных катализаторах интерпретированы с точки зрения энергетического и структурного соответствия мультиплетной теории катализа академика А.А.Баландина. Сопоставление теоретических предсказаний мультиплетной теории с экспериментальными данными на примере каталитической гидрогенизации фурфурола и его производных, в частности, дифурфурилденацетона на различных гетерогенных катализаторах, несомненно представляет теоретический и практический интерес, то есть молекула фурфурилкетона является сопряженной системой сложной по строению, содержащей большое число реакционноспособных центров.

Дифурфурилденацетон – продукт конденсации двух молекул фурфурола с молекулой ацетона – является составной частью мономера «ФА», выпускаемого в больших количествах, как отечественной промышленностью, так и за рубежом. Его также получают как индивидуальное соединение путем щелочной конденсации фурфурола с ацетоном. Важность проблемы каталитической гидрогенизации фурановых соединений заключается в том, что осуществление гидрогенизационных процессов позволит разработать новые методы синтеза труднодоступных соединений, которые могут быть использованы в различных отраслях народного хозяйства. Тетрагидрофурфуриловый спирт ТГФС применяется в авиационной промышленности и ракетной технике.

Гомополимеры и сополимеры фурфурилового спирта широко применяются при изготовлении стержней и форм в литейном производстве, при химической защите металлического оборудования и в качестве химических и термостойких покрытий (лаки, покрытия, замазки, полимербетоны, полимеррастворы и др.). Полимеры фурфурилового спирта, также широко применяются при получении углерод-углеродных композиционных материалов; другие тетрагидрофурфуриловые соединения применяются при производстве полимеров особого назначения, а также могут быть применены в качестве модификаторов и пластификаторов поливинилхлоридных, фурановых, фенолоформальдегидных, карбамидоформальдегидных и других полимеров.[5,6]

Повышенный интерес к каталитическим синтезам фурановых и тетрагидрофуранов соединений обусловлен тем, что именно на их основе создают принципиально новые полимерные материалы, позволяющие применять в различных агрессивных и экстремальных условиях. Кроме того, фурановые и

тетрагидрофурановые соединения являются физиологически активными веществами и могут быть применены в качестве лекарственных препаратов, фунгицидов, гербицидов, инсектицидов, а также в др. отраслях народного хозяйства (при обогащении медно-молибденовых руд и при экстракции редких и благородных металлов).

Целью настоящей работы явилась подбор условий селективного гидрирования дифурфурилденацетона в 1,5 – ди (α - фурил) пентанона -3 и повышения выхода целевого продукта до теоретического значения.

Поставленная цель достигается тем, ДИФА подвергают каталитической гидрогенизации в среде ТГФС над палладиевым промышленным катализатором КДФ-35 (катализатор дикарбонилирования фурфурола в фуран).

Известно, что на палладиевом и медном катализаторах селективное гидрирование двойной связи с боковой цепи осуществляется при невысоких температурах и давлениях.[3,4]

Следует отметить, что палладиевый катализатор КДФ-35 выпускается в промышленности многотоннажно, в виде 5% Pd , нанесённого на уголь. Палладиевые катализаторы, в промышленности применяются в каталитическом окислении, гидрировании и дегидрировании. Исходный ДИФА выпускаются промышленностью и широко применяется при синтезе термостойких полимеров и сополимеров. А продукт селективной гидрогенизации 1,5 – ди (α - фурил) пентанон-3 могут применяться в качестве лаковых покрытий, модификатора фурановых полимеров.[5,6]

В таблице суммированы данные, показывающие влияние природы растворителя и температуры на выход 1,5-ди (α - фурил) пентанона-3.

Таблица 1.

Влияние природы растворителя и температуры на выход 1,5-ди пентанона-3

№	Растворитель	Температура, °С	Выход 1,5-ди (α -фурил)-пентанона -3, %
1	Этанол	25	15
2	Этанол	50	49
3	Этанол	65	55
4	Пропанол 1	25	14
5	Пропанол -1	50	50
6	Пропанол-1	65	58
7	Пропанол-2	25	18
8	Пропанол -2	50	53
9	Пропанол-2	65	57
10	Бензол	25	13
11	Бензол	50	41
12	Бензол	65	48
13	Этилацетат	50	38
14	Этилацетат	65	42
15	ТГФС	25	20
16	ТГСФ	65	40
17	ТГФС	100	90
18	ТГФС	150	99,5
19	ТГФС	160	96,4

Из таблицы видно, что наибольший выход 1,5-ди (α -фурил) пентанона -3, достигается при проведении реакции гидрогенизаций в среде тетрагидрофуфурового спирта при температуре 150°C.

Причиной высокой селективности процесса гидрирования дифурфуриленацетона в 1,5-ди (α -фурил) пентанона -3 в среде ТГФС, объясняется в том, что на активных центрах палладиевого катализатора,

ответственного на гидрирование двойных связей фуранового цикла и карбонильной группы адсорбирован растворитель-ТГСФ.

Таким образом, подобраны оптимальные условия селективного гидрирования дифурфуриленацетона и эти условия получения целевого продукта реакции могут быть применены в пилотной установке для укрупнённого производства [7,8].

Список литературы:

1. Ph.Tomas. Raney nickel. VII Varions hydrogenations by nickel inhibited with mettle iodide. RG Journal Impact: Bulletin de la Société chimique de France. 1954, 529.
2. Р.Матякубов. каталитическая гидрогенизация фурфурола и его производные. – Москва: НИИТЭХИМ. 1988. – с.2-54.
3. Дадаходжаев А. Т., Маматалиев Н. Н. СПОСОБЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ НИКЕЛЯ ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ //Universum: технические науки. – 2019. – №. 4 (61).
4. Маматова З. и др. ПОЛУЧЕНИЕ КАТАЛИЗАТОРА ГИДРИРОВАНИЯ СЕРНИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ //Актуальная наука. – 2019. – №. 4. – С. 8-13.
5. Получение хинолиновых оснований на основе ароматических аминов реакцией с карбонильными соединениями получения гетероциклов в паровой фазе // Universum: Технические науки : электрон. научн. журн. Хошимов Ш.М. [и др.]. 2019. № 11(68).
6. Абдсарова Д. К., Тожиев Э. А. ПОЛУЧЕНИЕ СПИРТОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННЫМ СПОСОБОМ СОДЕРЖАЩИХ ПЯТИЧЛЕННЫХ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СПИРТОВ //Главный редактор: Ахметов Сайранбек Махсутович, д-р техн. наук; Заместитель главного редактора: Ахмеднабиев Расул Магомедович, канд. техн. наук; Члены редакционной коллегии. – 2019. – С. 96
7. Каталитическая полимеризация фурано-эпоксидных олигомеров // Universum: Технические науки : электрон. научн. журн. Абсарова Д.К. [и др.]. 2019. № 12(69).
8. Ахмадалиев М. А., Юсупова Н. А. РЕАКЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ДИФУРФУРИЛЕНАЦЕТОНА-ДИФА //Главный редактор: Ахметов Сайранбек Махсутович, д-р техн. наук; Заместитель главного редактора: Ахмеднабиев Расул Магомедович, канд. техн. наук; Члены редакционной коллегии. – 2019. – С. 13.
9. Хамракулова М. Х., Абдуллаева М. А. Оптимизация процесса отбелки соевого масла //Главный редактор: Ахметов Сайранбек Махсутович, д-р техн. наук; Заместитель главного редактора: Ахмеднабиев Расул Магомедович, канд. техн. наук; Члены редакционной коллегии. – 2019. – С. 67.

ТРИНАТРИЙФОСФАТ ИЗ АММОФОСА

Мадаминов Отабек Маширабжон угли

ведущий инженер по рационализаторству и изобретательству, АО «Farg'onaazot»,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: otabek.madaminov.2015@mail.ru

Узаков Ойбек Асилжонович

ведущий инженер сектора фундаментальных исследований, АО «Farg'onaazot»,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: oybek_uzakov_90@mail.ru

Корабоев Давронбек Муминкузиевич

инженер-химик сектора фундаментальных исследований, АО «Farg'onaazot»,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: davronkoraboev@gmail.com

Сайфуллаев Ботиржон Мамаражабович,

начальник опытно-экспериментального участка, АО «Farg'onaazot»,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: botirjon2100@mail.ru

TRISODIUM PHOSPHATE FROM AMMOPHOS

Otabek Madaminov

lead innovation and invention engineer, JSC «Farg'onaazot»,
Republic of Uzbekistan, Ferghana

Oybek Uzakov

leading engineer basic research sector, JSC «Farg'onaazot»,
Republic of Uzbekistan, Ferghana

Davronbek Koraboyev

chemical engineer basic research sector, JSC «Farg'onaazot»,
Republic of Uzbekistan, Ferghana

Botirjon Sayfullayev

head of experimental site, JSC «Farg'onaazot»,
Republic of Uzbekistan, Ferghana

АННОТАЦИЯ

Приведены результаты исследования по получению тринатрийфосфата из аммофоса с содержанием P_2O_5 не менее 46%, кальцинированной соды и каустической соды. Приведены данные по оптимальным условиям получения тринатрийфосфата из аммофоса, а также соотношения реагирующих веществ, как кальцинированная сода, каустическая сода и аммофос. Показано, что полученный из аммофоса тринатрийфосфат с содержанием P_2O_5 не менее 18,5% имеет высокую степень чистоты, при этом массовая доля нерастворимых в воде частиц не превышает 0,003%. Приведены данные по возможности утилизации газообразных и твердых отходов в целевые продукты (жидкое NPCa удобрение).

ABSTRACT

The results of a study on the production of trisodium phosphate from ammophos with a P_2O_5 content of at least 46%, soda ash and caustic soda are presented. Data are presented on the optimal conditions for the production of trisodium phosphate from ammophos, as well as the ratio of reacting substances like soda ash, caustic soda and ammophos. It was shown that trisodium phosphate obtained from ammophos with a P_2O_5 content of at least 18,5% has a high degree of purity, while the mass fraction of particles insoluble in water does not exceed 0,003%. The data on the possibility of utilizing gaseous and solid wastes into target products (liquid NPCa fertilizer) are presented.

Ключевые слова: аммофос, кальцинированная сода, каустическая сода, нейтрализация, тринатрийфосфат, жидкое NPCa удобрение.

Keywords: ammophos, soda ash, caustic soda, neutralization, trisodium phosphate, liquid NPCa fertilizer.

Введение

Финансово-экономическое оздоровление и стабилизация деятельности предприятий химической промышленности, определение основных направлений дальнейшего развития отрасли путем реализации инвестиционных проектов, направленных на модернизацию действующих производств, создание новых мощностей по глубокой переработке минеральных ресурсов, а также расширение номенклатуры производимой химической продукции с высокой добавленной стоимостью дает толчок развитию экономики страны [3].

Инновационный подход в производстве получения химических веществ путем внедрения новых экономически эффективных технологических способов, в том числе в производстве тринатрийфосфата, дает возможность выпускать конкурентоспособные продукции, тем временем обеспечивая кооперацию отечественных производителей.

Тринатрийфосфат используется в разных отраслях промышленности, в том числе в энергетике, пищевой промышленности, целлюлозно-бумажной промышленности, металлургии и других сферах народного хозяйства.

Как известно, в случае использования экстракционной фосфорной кислоты, полученной кислотным разложением фосфатного сырья, которая содержит достаточно большое количество примесей, требуется проведение ее очистки, так как наличие в ней железа, алюминия, титана, кальция, магния и нерастворимого остатка приводит как к снижению качества готового продукта, так и к ухудшению технологичности процесса за счет сложности отделения от нее примесей [5].

Данная исследовательская работа отображает новый способ получения тринатрийфосфата с высокими техническими и качественными показателями на основе аммофоса, кальцинированной соды и каустической соды. При этом образующиеся газообразные (аммиак) и твердые (шлам после фильтрации аммофоса) отходы производства целенаправленно используется для получения жидкого NPCa удобрения.

Экспериментальная часть

Для проведения опытов использовали стеклянный реактор, снабженный механической мешалкой и рубашкой для обогрева и охлаждения. В исследованиях в качестве исходных веществ использовали аммофос (АО «АммофосМаксам»), кальцинированную соду (ООО «Кунградский содовый завод»), каустическую соду (АО «Ферганазот»).

Аммофос содержанием P_2O_5 46% масс, нерастворимых в воде частиц не более 25% масс растворяли в воде для получения чистого раствора аммофоса определенной концентрации (18–22%). В

полученный раствор порциями добавляли кальцинированную соду при постоянном перемешивании при 80–90 °С. В данном процессе идет первый этап разложения аммофоса с образованием модинатрийфосфата и выделением аммиака и углекислого газа:

После завершения реакции (значения pH среды составляет 8,5–9, образуется модинатрийфосфаты) горячий раствор температурой 60–65 °С фильтровали на вакуум-фильтре для очищения полученного раствора от нерастворимых в воде частиц. В следующем этапе в раствор динатрийфосфата при постоянном перемешивании вводили сухой гидроксид натрия в стехиометрическом соотношении для донейтрализации динатрийфосфата до образования тринатрийфосфата (ТНФ) (25–30% масс), после чего значение среды раствора составляло pH = 11,5–12,5 [2]. Затем раствор ТНФ охлаждали до температуры 20–25 °С. После охлаждения кристаллы тринатрийфосфата отделяли на вакуум-фильтре, далее продукт сушили в сушильном шкафу при температуре 55–60 °С.

Результаты и их обсуждение

С повышением температуры растворимость аммофоса и скорость реакции между кальцинированной содой увеличивается, кроме этого, создается благоприятное условие для процесса десорбции углекислого газа и аммиака, но дальнейшее повышение температуры выше 95 °С приводит к потере продукта, который уносится с уходящими газами, а также увеличиваются энергетические расходы на разложение аммофоса. Температура поддерживается 90–95 °С. Раствор аммофоса до процесса фильтрации реагирует с кальцинированной содой, для того чтобы увеличивать выход целевой продукции. При этом небольшая часть, 6–10%, P_2O_5 остается в составе шлама. Взаимодействие между аммиаком и кальцинированной содой протекает при температуре кипения раствора, при котором выделяется газообразный аммиак, который с парами воды поглощается в кислый раствор нитрата кальция, образуя жидкий NPCa.

Процесс образования динатрийфосфата протекает при постоянном перемешивании, и образовавшие газы при разложении постоянно отводятся из зоны реакции, чтобы уменьшить парциальное давление газов над раствором, создавая благоприятное условие для выделения газов разложения аммофоса.

Превращение динатрийфосфата в ТНФ происходит добавлением гидроксида натрия в раствор динатрийфосфата в стехиометрическом соотношении. Процесс протекает с выделением

тепла, за счет которого поддерживается необходимая температура реакции.

По физико-химическим показателям ТНФ должен соответствовать нормам, указанным в таблице 1.

Таблица 1.

Содержание P_2O_5 , %, не менее	pH 1%-ного водного раствора	Массовая доля нерастворимого в воде остатка, %, не более
18,5	11,5–12,5	0,03

Результаты анализов полученных образцов ТНФ приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Номер опыта	Содержание P_2O_5	pH 1%-ного водного раствора	Массовая доля нерастворимого в воде остатка, %
1	21,8	12,2	отсутствует
2	20,05	12,3	0,025
3	21,3	12,5	0,027
4	18,6	11,9	отсутствует
5	19,1	12,1	0,022

Как видно из таблицы, полученные нами образцы ТНФ из аммофоса полностью соответствуют предъявленным требованиям, указанным в технических требованиях (ГОСТ 201-76).

Выводы

1. Результаты исследования показывают, что полученный из аммофоса тринатрийфосфат полностью соответствует требованиям, предъявленным в ГОСТ.

2. В предложенном способе получения тринатрийфосфата образовавшиеся газообразные и твердые отходы успешно утилизируются совмещением производства тринатрийфосфата с производством жидких NРСа удобрений.

3. Данный способ позволяет получить тринатрийфосфат по более низкой цене по сравнению с другими способами (из пищевой и экстракционной ортофосфорной кислоты) получения тринатрийфосфата.

Список литературы:

1. Никандров М.И. Разработка технологии концентрированных динатрий- и тринатрийфосфатов : дис. ... канд. техн. наук. – Нижний Новгород, 2005.
2. Позин М.Е. Технология минеральных солей. 4-е изд., испр. – Л. : Химия, 1974. – 792 с.
3. Постановление Президента Республики Узбекистан от 03.04.2019 № пп-4265 «О мерах по дальнейшему реформированию и повышению инвестиционной привлекательности химической промышленности».
4. Способ получения тринатрийфосфата // Патент ру № 2145572С1, 2000 / Кузнецов А.А., Гуллер Б.Д., Шапкин М.А., Буксеев В.В., Майоров А.Б.
5. Способ получения тринатрийфосфата // Патент ру № 2372282, 2008 / Колосс К.Ю.
6. Сумич А.И., Ещенко Л.С. Влияние добавок на устойчивость насыщенного раствора тринатрийфосфата // Труды БГТУ. Химия и технология неорганических веществ. – 2010. – № 3.

УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА БУРЫХ УГЛЕЙ МАРКИ 2БР-Б2 И 2БОМСШ-Б2 С ПОМОЩЬЮ ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Юсупов Фарход Махкамович

*д-р техн. наук, профессор, институт общей и неорганической химии АНРУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: azizbek.kucharov94@mail.ru*

Кўчаров Азизбек Алишер угли

*канд. наук, докторант, институт общей и неорганической химии АНРУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: azizbek.kucharov94@mail.ru*

Маманазаров Муродали Мамадали угли

*канд. наук, докторант, институт общей и неорганической химии АНРУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: azizbek.kucharov94@mail.ru*

Саъдуллаева Хотира Нёматжон кизи

*мл. науч. сотр., институт общей и неорганической химии АНРУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: azizbek.kucharov94@mail.ru*

IMPROVING THE QUALITY OF BROWN COAL BRAND 2БР-Б2 AND 2БОМСШ-Б2 WITH THE HELP OF CHEMICAL TREATMENT

Farhod Yusupov

*d.t c, prof. Institute of General and Inorganic Chemistry of Academy of Sciences,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Azizbek Kucharov

*Phd student Ins. of General and Inorganic Chemistry of Academy of Sciences,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Murodali Mamanazarov

*Phd student Ins. of General and Inorganic Chemistry of Academy of Sciences,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Xotira Sa'dullayeva

*Phd student Ins. of General and Inorganic Chemistry of Academy of Sciences,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

Существует множество энергетических ресурсов. Один из них – высококачественный бурый уголь, который широко используется в машиностроении, металлургии и др. отраслях промышленности мира. Он является энергоэффективным и недорогим топливом. Из-за невысокого качества – высокого уровня зольности – некоторые из них не могут использоваться в промышленности.

В результате проделанных лабораторных исследований снижена зольность низкокачественного бурого угля на 17–20% с выбранным реагентом – соляной кислотой (HCl) 2БР-Б2 и 2БОМСШ-Б2 (в месторождения Узб. Ангренa) за счет химической обработки. Для этого изначально были изучены свойства угля, его химический состав, и на этой основе был выбран химический реагент для обработки угля.

ABSTRACT

There are many energy resources. One of them is high-quality brown coal, which is widely used in mechanical engineering, metallurgy, and other industries of the world. It is an energy efficient and inexpensive fuel. Due to not high quality - high ash level, some of them cannot be used in industry.

As a result of laboratory studies, the ash content of low-quality brown coal was reduced by 17–20% with the selected reagent - hydrochloric acid (HCl). 2БР-Б2 and 2БОМСШ-Б2 (in the Uzbek. Angrena field) due to chemical treatment.

For this, the properties of coal and its chemical composition were initially studied, and on this basis a chemical reagent was selected for processing coal.

Ключевые слова: зольность, топливо, бурый уголь, теплота сгорания, соляная кислота, минеральный состав, химическая обработка.

Keywords: ash content, fuels, calorific value, hydrochloric acid, mineral composition, chemical treatment.

Ограниченные энергетические ресурсы, рост населения и развитие современных технологий увеличивают спрос на энергию и создают потребность в эффективном использовании доступных энергетических ресурсов [2].

В настоящее время существует несколько энергетических ресурсов, в том числе высококачественный бурый уголь, который широко используется во многих отраслях промышленности мира (машиностроение, металлургия) в качестве энергоэффективного и недорогого топлива. Однако не весь добываемый уголь имеет высокое качество, некоторые виды угля

не могут использоваться в качестве топлива в промышленности из-за высокого уровня зольности [4].

В частности, Ангренское месторождение угля в Узбекистане содержит около 2 миллиардов тонн различных видов бурого угля марки 2БР-Б2 и 2БОМСШ-Б2 с запасами в 1 миллион тонн, также некачественных [1]. Изучены эффективность методов химической обработки для улучшения качества этих высокозольных типов бурого угля.

Изначально исследован основной показатель качества угля – теплота сгорания. Эксперименты показали, что теплота сгорания угля низкая.

Таблица 1.

Теплота сгорания бурого угля марки 2БР-Б2 и 2БОМСШ-Б2

Марки угля	Высокая температура сгорания, ккал/кг	Низкая теплота сгорания, ккал/кг
2БР-Б2	1630–2450	1610–2500
2БОМСШ-Б2	1540–2380	1580–2440

Теплота сгорания угля является важным показателем, на который влияют несколько факторов. Основные из них – количество негорючих минеральных веществ в углях [3].

Было исследовано количество минеральных веществ в угле и обнаружена высокая зольность (35–60%). Она также снижает теплоту сгорания угля, что приводит к чрезмерным экономическим затратам

(увеличение транспортных затрат и избыток кислорода) [5].

Следовательно, необходимо повысить теплоту сгорания угля и минимизировать минеральные примеси, чтобы улучшить его качество. Для этого было исследовано содержание состава золы и определен химический состав (таблица 2).

Таблица 2.

Минеральный состав золы углей марки 2БР-Б2 и 2БОМСШ-Б2

№	Минеральный состав золы углей, %	Марки	
		2БР-Б2	2БОМСШ-Б2
1	SiO ₂	58,1	66,9
2	Fe ₂ O ₃	2,1	1,6
3	Al ₂ O ₃	27,6	18,2
4	CaO	8,4	7,9
5	MgO	1,8	2,3
6	Na ₂ O	0,6	0,9
7	K ₂ O	1,2	0,7

Как видно из таблицы, многие компоненты в золе (Fe₂O₃, CaO, MgO, Na₂O, K₂O) хорошо растворимы в кислотах. Поэтому при выборе химического реагента для обогащения угля было изучено влияние различ-

ных кислот на бурый уголь. Поскольку эти соединения также растворяются в воде, уголь изначально обогащался водой, чтобы снизить потребление кислоты.

Таблица 3.

Зольности бурого угля марки 2БР-Б2 и 2БОМСШ-Б2 после обогащения водой (%)

Марки угля	2БР-Б2	2БОМСШ-Б2
Зольность до обогащения, %	48,09	52,44
Зольность после обогащения, %	41,26	47,12

Во время обработки воды различные растворимые в воде минеральные вещества очищаются от

угля, включая сульфат, карбонат, калий и небольшое количество ионов кальция и магния. Было обнаружено, что при обогащении углей с помощью воды зольность углей может быть уменьшена на 5–7%.

Соляная кислота (HCl) была выбрана для кислотной обработки угля. Поскольку другие кислоты, та-

кие как сульфат и фосфат, могут образовать нерастворимые соли в воде с некоторыми ионами, содержащимися в угольной золе, и увеличить количество минералов.

Были исследованы зависимость концентрации кислот и зольность углей. Результаты показаны на графике 1.

График 1. Зависимость концентрации кислот и зольность углей

Результаты показывают, что с увеличением концентрации кислоты зольность угля снижается.

Было обнаружено, что при обработке углей марок 2БР-Б2 и 2БОМСШ-Б2 с 1М HCl зольность понижена до 12–13% из-за растворения главным образом

соединения кальция и магния, частично железом и алюминием (таблица 4). При дальнейшем повышении концентрации HCl результат не изменился. Поэтому лучше всего использовать низкие концентрации кислотных и обогащающих реагентов.

Таблица 4.

Зольности бурого угля марки 2БР-Б2 и 2БОМСШ-Б2 после кислотного (HCl) обогащения

Марки угля	2БР-Б2	2БОМСШ-Б2
Зольность до обогащения, %	41,26	47,12
Зольность после обогащения, %	28,75	33,87

Еще одним показателем качества угля является состав газов, выбрасываемых в атмосферу при сжигании угля. Целесообразно, чтобы эти газы не содержали вредных для окружающей среды веществ. Когда сера и ее соединения сжигаются, образуются различные токсичные газы (такие газы могут образовывать кислотные дожди в воздухе), поэтому

содержание серы в топливе является важным фактором для окружающей среды. Изучение состава бурого угля марок 2БР-Б2 и 2БОМСШ-Б2 показало наличие нескольких соединений серы (FeS₂, CaSO₄, FeSO₄) и элементарной серы. Определен общий процент серы в угле (таблица 5).

Таблица 5.

Содержание серы (%) в буром угле марок 2БР-Б2 и 2БОМСШ-Б2

Марки угля	Сера, %
2БР-Б2	0,8–3,1%
2БОМСШ-Б2	0,4–3,7%

Известно, что, когда эти вещества нагреваются (разлагаются CaSO₄, FeSO₄) или сгорают (FeS₂, S), оксид серы-(II) (SO₂) выбрасывается в атмосферу. По этой причине уголь также должен быть очищен от соединений серы.

Наши эксперименты показали, что негорючие минералы в угле снижают качество угля и снижают теплоту сгорания. Серосодержащие соединения (S),

содержащиеся в газах сгорания, выделяют токсичный газ при сжигании угля. Также было выявлено значительное снижение содержания золы угля (на 17–20%) и очистка соединений серы путем химической обработки высокзолых углей марок 2БР-Б2 и 2БОМСШ-Б2. Поэтому химическая обработка минеральных примесей эффективна, но из-за высокой

стоимости химических реагентов и затрат на промывку делается вывод, что лучше всего использовать

низкие концентрации кислотных и обогащающих реагентов.

Список литературы:

1. Зотов Б.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве : учебник / Б.И. Зотов, В.И. Курдюмов. – М. : Колос, 2000. – 424 с.
2. Колдаев А.А., Безделига Н.Я. Метасоматиты Ангренского каолин-буроугольного месторождения // *Geologya va mineral resurslar*. – 2005. – С. 23–27.
3. Федотов К.В., Никольская Н.И. Проектирование обогатительных фабрик : учебник для вузов. – М. : Горная книга, 2012. – 536 с.
4. Хурсанов Х.П. Угольная промышленность Узбекистана: этапы становления, пути развития и перспективы // *Горный вестник Узбекистана*. – 2008. – № 1 (32). – С. 4–9.
5. *International Energy Outlook 2002*. – Washington : Energy Information Administration. U.S. Department of Energy, 2002. – 285 p.

СИНЕРГИЧЕСКИЕ СМЕСИ ТЕРМОСТАБИЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА НА ОСНОВЕ СОЛИ ГОССИПОЛОВОЙ СМОЛЫ С ПРОМЫШЛЕННЫМИ АНТИОКСИДАНТАМИ

Мирвалиев Зойд Зокидович

*доцент, канд. хим. наук, Ташкентский автомобильно-дорожный институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: z_mirvaliev@mail.ru*

SYNERGISTIC MIXTURES OF THERMAL STABILIZERS FOR POLYVINYLCHLORIDE ON THE BASIS OF HOSSIPOL RESIN SALTS WITH INDUSTRIAL ANTIOXIDANTS

Zoid Mirvaliev

*assistant prof., PhD Tashkent Automotive Road Institute,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

Исследованы синергические смеси Ca, Ba и Pb солей госсиполовой смолы с бисфенолом А и сантаноксом для термостабилизации ПВХ при разных соотношениях. Определены период индукции (τ) до начала выделения HCl из ПВХ, значения синергизма (S) и практического синергизма ($S_{пр.}$) в присутствии исследуемых смесей стабилизаторов при 453 К на воздухе. Оптимальное сочетание смесей стабилизаторов приводит к значительному увеличению термостабильности ПВХ, причем наблюдаемый эффект в 1,5–3,5 раза превосходит сумму эффектов индивидуальных состояний. Оценка эффективности синергизма термостабилизации ПВХ позволяет достаточно объективно определить перспективность практического применения того или иного соотношения термостабилизаторов – антиоксиданта.

ABSTRACT

Synergistic mixtures of Ca, Ba and Pb salts of gossypol resin with bisphenol A and santanox were studied for thermostabilization of PVC at different ratios. The induction period (τ) was determined before the start of HCl isolation from PVC, the values of synergism (S) and practical synergism ($S_{pro.}$) in the presence of the studied mixture of stabilizers at 453 K in air. The optimal combination of a mixture of stabilizers leads to a significant increase in the thermal stability of PVC, and the observed effect is 1,5–3,5 times greater than the sum of the effects of individual circumstances. Evaluation of the synergism effectiveness of PVC thermal stabilization allows one to fairly objectively determine the prospects for the practical application of a particular ratio of thermal stabilizers and antioxidants.

Ключевые слова: синергические смеси, соли госсиполовой смолы, бисфенол А, сантанокс, период индукции, синергизм, стабилизатор, антиоксидант, термостабильность.

Keywords: synergistic mixtures, gossypol resin salts, bisphenol A, santanox, induction period, synergism, stabilizer, antioxidant, thermostability.

Теория синергизма термостабилизаторов и антиоксидантов для полимерных материалов разработана достаточно глубоко [9, 10, 11, 8, 5]. В реальных условиях переработки, эксплуатации ПВХ-материалов используют смеси стабилизаторов различного типа, которые обеспечивают необходимый комплекс технологических, физико-механических и химических свойств, а также эксплуатационное качество.

Важным направлением повышения эффективности процессов стабилизации полимеров винилхлорида является использование смеси термостабилизаторов и антиоксидантов, проявляющих синергическое усиление действия по одному или нескольким механизмам действия [3, 12].

С практической точки зрения применение синтезированных металлосодержащих соединений госсиполовой смолы в качестве эффективных стабилизирующих систем и при разработке ПВХ

композиционных материалов на их основе делает целесообразным проведение исследования синергических свойств предлагаемых соединений в смеси с промышленными антиоксидантами при ингибировании термоокислительной деструкции ПВХ.

В работе характеристикой эффективности действия термостабилизаторов служила величина периода индукции до начала выделения HCl из ПВХ, которую оценили по изменению цвета индикатора на «конго красный» во время термодеструкции полимера при температуре 453 К в среде воздуха согласно ГОСТ 14041-91. В работе использовали ПВХ марки С-7059М. Соли металлов госсиполовой смолы синтезированы по методу, описанному в работе [7].

Большое количество работ в области химико-физической модификации ПВХ посвящено изучению

влияния индивидуальных компонентов на эффективность модифицирования структуры и свойств полимеров. Однако модификация многокомпонентных систем уделяется не столь пристальное внимание. Вместе с тем их использование имеет ряд преимуществ, в частности, возможность взаимного усиления действия компонентов и достижения синергических эффектов или сохранения свойств полимера на необходимом эксплуатационном уровне при меньших концентрациях модификатора.

Механизм действия компонентов может быть основан на химическом взаимодействии, смысл которого заключается в реакции компонентов смеси между собой и образовании более эффективного модификатора системами, обладающими необходимым действием для ПВХ. Это Ca, Ba и Pb соли госсиполовой смолы с бисфенол А (2,2-бис-(4-оксифенил)пропан) и сантаноксом (4,4-тио-бис-(3-метил-6-трет-бутил)фенол) при индивидуальном влиянии каждого из компонентов на модифицирующий эффект; активация (один компонент смеси активирует другой); взаимодействие с полимерами, с продуктами распада полимера.

Рассматривая явления синергизма, необходимо подчеркнуть, что в подавляющем большинстве литературных источников приводятся сведения о возможности достижения неаддитивных эффектов лишь по стойкости полимерных материалов к различного рода внешним воздействиям (радиационному и УФ-облучению, кислорода и т.д.). В то же время не так много данных, указывающих на обнаружение синергических эффектов по другим, прежде всего термическим и термоокислительным, свойствам.

Подбор синергистов основан на управлении известными процессами термоокислительной деструкции, которые обычно представляются в виде следующих элементарных стадий [1]:

иницирование (зарождение цепи):

рост цепи:

разветвление цепи:

обрыв цепи:

Помимо вышеуказанного механизма, термический распад ПВХ характерен для последовательной

ионно-молекулярной реакции, осложненной каталитическим влиянием HCl [8, 3].

Для количественной характеристики синергизма смесей ингибиторов применяли значение практического синергизма $S_{пр.}$, которое вычислялось по соотношению [1, 5]:

$$S_{пр.} = \tau_{см.} / \tau_I^0,$$

где $\tau_{см.}$ – период индукции до начала выделения HCl из ПВХ при применении смеси ингибиторов;

τ_I^0 – период индукции до начала выделения HCl из ПВХ для более эффективного компонента смеси при масс.ч. концентрации, принятой для смеси стабилизаторов.

Значение эффекта синергизма S рассчитывалось по формуле:

$$S = (\tau_{см.} - (\tau_I + \tau_2)) / (\tau_I + \tau_2),$$

где, τ_I и τ_2 – период индукции до начала выделения HCl из ПВХ для каждого компонента смеси при концентрациях, соответствующих их масс.ч. в смеси.

Сочетание этих двух показателей для оценки эффективности позволяет достаточно объективно определить перспективность практического применения той или иной смеси стабилизаторов против термоокислительной деструкции полимера.

Для смесей стабилизаторов было предложено [8, 3, 12] несколько механизмов возникновения синергизма.

Согласно классическим теориям [8], наиболее эффективными композициями, ингибирующими окисление полимеров, являются смеси, в составе которых один из ингредиентов обрывает цепи окисления путем разрушения гидроксипероксидов, а другой способен взаимодействовать с пероксидными радикалами с образованием неактивных продуктов. При термостабилизации ПВХ также имеет место успешное применение стеаратов металлов, механизм действия которых заключается в акцептировании галоидводородов, выделяющихся из цепи макромолекулы полимера при термоокислительной деструкции, что приводит к уменьшению их каталитического воздействия на дальнейший процесс распада полимера [3, 12].

Основное внимание в работе было уделено исследованию поведения бинарных систем: кальциевая соль госсиполовой смолы – бисфенол А; бариевая соль госсиполовой смолы – бисфенол А; свинцовая соль госсиполовой смолы – бисфенол А; кальциевая соль госсиполовой смолы – сантанокс; бариевая соль госсиполовой смолы – сантанокс; свинцовая соль госсиполовой смолы – сантанокс в термоокисляющемся ПВХ (табл. 1).

Таблица 1.

Период индукции (τ) до начала выделения HCl из ПВХ, значения синергизма (S) и практического синергизма ($S_{пр.}$) в присутствии исследуемых стабилизаторов при 453 К на воздухе

Стабилизатор*	Соотношение стабилизаторов	Содержание, масс ч.	τ , мин	S	$S_{пр.}$
Без стабилизатора	–	–	5	–	–
CaГС	–	3	53	–	–
BaГС	–	3	59	–	–
PbГС	–	3	125	–	–
Бисфенол А	–	3	18	–	–
Сантанокс	–	3	49	–	–
CaГС + Бисфенол А	1:1	3	66	0,69	1,24
	1:2	3	65	0,67	1,23
	1:3	3	60	0,54	1,13
	2:1	3	56	0,43	1,06
	3:1	3	40	0,02	0,75
BaГС + Бисфенол А	1:1	3	84	1,00	1,42
	1:2	3	81	0,93	1,37
	1:3	3	71	0,69	1,20
	2:1	3	75	0,79	1,27
	3:1	3	52	0,24	0,88
PbГС + Бисфенол А	1:1	3	153	0,89	1,22
	1:2	3	153	0,89	1,21
	1:3	3	141	0,74	1,13
	2:1	3	123	0,52	0,98
	3:1	3	74	0,09	0,59
CaГС + Сантанокс	1:1	3	105	0,91	1,98
	1:2	3	94	0,71	1,77
	1:3	3	76	0,38	1,43
	2:1	3	106	0,93	2,00
	3:1	3	87	0,40	1,64
BaГС + Сантанокс	1:1	3	117	1,00	1,98
	1:2	3	104	0,79	1,76
	1:3	3	85	0,47	1,44
	2:1	3	120	1,07	2,03
	3:1	3	103	0,78	1,74
PbГС + Сантанокс	1:1	3	181	0,86	1,45
	1:2	3	169	0,74	1,35
	1:3	3	151	0,56	1,21
	2:1	3	182	0,87	1,46
	3:1	3	150	0,43	1,20

*Примечание. CaГС – кальциевая соль госсиполовой смолы, BaГС – бариевая соль госсиполовой смолы, PbГС – свинцовая соль госсиполовой смолы.

Из таблицы 1 видно, что смеси антиоксидантов положительно влияют на термоокислительную деструкцию ПВХ. Вещества в смеси взаимодействуют и образуют более эффективный стабилизатор:

Большой интерес представляет именно такой механизм синергического действия, так как сила образующегося соединения может в несколько раз превосходить силу исходных реагентов.

Рисунок 1. Зависимость периода индукции до начала выделения HCl из ПВХ от состава смеси стабилизатора при 453 К на воздухе:

1 – СаГС + бисфенол А; 2 – ВаГС + бисфенол А; 3 – СаГС + сантанокс; 4 – ВаГС + сантанокс; 5 – РбГС + бисфенол А; 6 – РбГС + сантанокс

Как видно из рисунка 1, использование указанных сочетаний стабилизаторов приводит к значительному увеличению термостабильности ПВХ, причем наблюдаемый эффект до ~3,5 раза превосходит сумму эффектов индивидуальных стабилизаторов. Максимальный стабилизирующий эффект по показателю «периода индукции до начала выделения HCl из ПВХ» для стабилизированных образцов практически совпадает при определенных соотношениях исследованных соединений.

Результаты исследования показали, что при суммарной концентрации стабилизаторов, равной 3 масс.ч., при соотношении 2:1 отчетливый максимум на кривой «состав – период индукции» соответствует для РбГС – сантанокс 184 мин и соответственно для ВаГС – сантанокс 122 мин, а для композиции СаГС – сантанокс 108 мин (табл. 1). При оптимальных соотношениях исследованных соединений показатель периода индукции в максимуме превышает период индукции в присутствии наиболее эффективной смеси РбГС – сантанокс соответственно 1,5; 3,7 раза по сравнению с индивидуально взятым РбГС, сантаноксом в идентичных содержаниях. Значение практического синергизма (S_{np}) для смеси РбГС – сантанокс составляет 1,46, а эффекта синергизма (S) равно 0,87.

В отличие от солей металлов госсиполовой смолы с бисфенолом А максимальный эффект синергизма наблюдается в соотношении 1:1. Показатель периода индукции исследованных соединений в указанном соотношении смеси для РбГС – бисфенол А – 155 мин и соответственно для ВаГС – бисфенол А – 84

мин, а для композиции СаГС – бисфенол А – 66 мин. Высокое значение практического синергизма (S_{np}) характерно для смеси ВаГС – бисфенол А, который составляет 1,0, а также расчет эффекта синергизма (S) показывает значение 1,42.

Результаты исследования показали, что во всех случаях наблюдается синергизм. Механизм синергизма при сочетании солей госсиполовой смолы с фенолами обусловлен явлением рекомбинации, т.е. рекомбинации образующихся активных радикалов, благодаря которой молекула фенола многократно участвует в обрыве цепи окисления полимера, что хорошо согласуется с отечественными исследованиями [9, 10, 11, 8, 3].

Повышение эффективности стабилизирующего действия в смесях солей госсиполовой смолы с серосодержащими соединениями обусловлено также хорошо известным синергизмом добавок, обрывающих цепи вырожденно-разветвленного окисления путем разрушения образующихся гидропероксидов по безрадикальному механизму [8].

При термоокислительной деструкции ПВХ во всех случаях имеют особое место соли госсиполовой смолы, которые связывают отщепляющийся HCl из макромолекулы полимера. Кроме того, имеющиеся в составе госсиполовой смолы смеси непредельных жирных кислот, продукты превращения олигомерного полифенольного соединения госсипола способствуют усилению синергического эффекта при термостабилизации ПВХ при повышенных температурах, которые хорошо согласуются с литературными данными [4, 6, 2].

Таким образом, на основании данных, полученных в настоящей работе, можно заключить, что смеси на основе солей госсиполовой смолы перспективны и эффективны во всех рассматриваемых соотношениях, особенно при оптимальных. Они обладают высоким синергическим

термостабилизирующим эффектом, имеют меньшую себестоимость и доступность. Наряду с этим применение соли госсиполовой смолы для полимерных материалов на основе ПВХ позволяет в некоторой степени решать проблему комплексного использования отходов, что имеет экологическую значимость.

Список литературы:

1. Кириллова Э.И., Шульгина Э.С. Старение и стабилизация термопластов. – Л. : Химия. 1988. – 239 с.
2. Комплексное использование вторичных продуктов переработки хлопчатника при получении полимерных материалов / Э. Фатхуллаев, А.Т. Джалилов, К.С. Минскер, А.П. Марьин. – Ташкент : Фан, 1988. – 144 с.
3. Минскер К.С., Колесов С.В., Заиков Г.Е. Старение и стабилизация полимеров на основе винилхлорида. – М. : Наука, 1982. – 272 с.
4. Новые ингибиторы термоокислительной деструкции для полиолефинов / М.М. Мурзаканова, Т.В. Залова, Т.А. Борукаев, А.К. Микитаев // Пластмассы. – 2010. – № 8. – С. 3–5.
5. Синергизм в процессах модификации полиолефинов (Обзорная статья) / С.С. Галибеев, А.М. Кочнев, В.П. Архиреев, Р.Р. Спиридонова // Изв. высш. учеб. завед. Химия и химическая технология. – 2004. – Т. 47. – № 3. – С. 3–13.
6. Современные тенденции получения смесевых стабилизаторов поливинилхлорида, не содержащих кадмия (обзорная информация). – М. : НИИТЭХИМ, 1985. – С. 9.
7. Способ получения стабилизаторов для поливинилхлорида. Патент РУз. № 04291. 2000. Бюл. № 2 / Мирвалиев З.З., Турдикулов Х.О., Джалилов А.Т., Таджиходжаев З.А.
8. Троицкий В.В., Троицкая Л.С. Термическое старение и стабилизация поливинилхлорида // Высокомолекулярное соединение. – 1978. – Серия А.Т. 20. – № 7. – С. 1443–1457.
9. Фойгт И. Стабилизация синтетических полимеров против действия света и тепла. – Л. : Химия, 1972. – 544 с.
10. Эмануэль Н.М. Стабилизация полимеров. – М. : Сов. энциклопедия, 1977. – Т. 3. – 479 с.
11. Эмануэль Н.М., Бучаченко А.Л. Химическая физика старения и стабилизации полимеров. – М. : Наука. 1982. – 356 с.
12. Minsker K.S. Principles of stabilization PVC // Polym.-Plast. Technol. and Eng. 4. – 1997. – Т. 36. – С. 513–525.

АНАЛИЗ СОСТАВА РАЗЛИЧНЫХ НЕФТЕЙ И ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТВЕРДОГО ПАРАФИНА В ПОЛУЧЕНИИ СИНТЕТИЧЕСКИХ ЖИРНЫХ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ

Нарзуллаева Азиза Муродиллаевна

докторант, Бухарский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: narzullaeva.aziza@yandex.ru

Хужакулов Камолiddин Рамазонович

докторант, Бухарский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: zehniddin2012@mail.ru

Фозилов Садрiddин Файзуллаевич

доктор технических наук, профессор, Бухарский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: sadriddinf@mail.ru

Мавлонов Бобохон Арашевич

канд. техн. наук, доцент, Бухарский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Бухара

THE COMPOSITIONAL ANALYSIS OF DIFFERENT OILS AND POSSIBILITY OF EXPLOITATION OF HARD PARAFFIN IN PRODUCTION OF SYNTHETICAL FAT CARBOXYLIC ACIDS

Aziza Narzullayeva

Post-doctoral student, Bukhara Institute of Engineering and Technology,
the Republic of Uzbekistan, Bukhara

Kamoliddin Hujakulov

Post-doctoral student, Bukhara Institute of Engineering and Technology,
the Republic of Uzbekistan, Bukhara

Sadriddin Fozilov

Doctor of Technical Science, Professor, Bukhara Institute of Engineering and Technology,
the Republic of Uzbekistan, Bukhara

Bobokhon Mavlonov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Bukhara Institute of Engineering and Technology,
the Republic of Uzbekistan, Bukhara

АННОТАЦИЯ

В данной статье изучен состав нефтей различных месторождений Республики Узбекистан. А также предлагается использование парафина как сырья для окисления и получения карбоновых кислот, которые впоследствии можно применить в химической промышленности. Изучена методика проведения окисления как в производстве, так и в лабораторных условиях.

ABSTRACT

This article explores the composition of various fields in the Republic of Uzbekistan. It is also proposed the use of paraffin as a raw material for the oxidation and production of carboxylic acids, which subsequently can be used in the chemical industry. The method of oxidation was studied, both in production and in laboratory conditions.

Ключевые слова: нефть, парафиновые нефти, парафин, углеводороды, переработка, синтетические жирные кислоты, окисление, температура, параметры, катализатор, оксидат.

Keywords: oil, paraffin oils, paraffin, hydrocarbons, processing, synthetic fatty acids, oxidation, temperature, parameters, catalyst, oxidate.

Промышленная добыча нефти в Узбекистане велась в Ферганской долине уже с начала XX столетия. И за пройденный период до сегодняшнего времени освоено множество месторождений. К таким относятся Хаудак, Чангырташ, Нефтеабад, Учкызыл, Андижан, Южный Алмалык, Джаркак и другие.

Известно, что нефть, добываемая в Узбекистане, является сложной смесью органических и неорганических веществ с непостоянным составом и свойствами. В связи с этим она анализируется индивидуально, согласно действующим стандартам.

В основу классификации нефти, которая бы конкретно указывала ее химический состав, было положено присутствие количественное каких-либо углеводородов в самой нефти: парафиновые нефти; парафино-нафтеносодержащие нефти; нафтеносодержащие нефти; парафино-нафтеносодержащие ароматические нефти; нафтеносодержащие ароматические нефти; ароматические нефти.

Первый класс нефтей, который характеризуется содержанием в них более 50% парафиновых углеводородов и менее 20% твердых парафинов в маслянистых фракциях. Количество смолисто-асфальтеновых соединений в составе таких нефтей бывает ничтожно малым. В составе парафино-нафтеносодержащих нефтей имеется достаточное количество нафтеносодержащих углеводородов и в небольшом количестве содержатся парафиновые; по составу в таких нефтях твердых парафинов и смолисто-асфальтеновых веществ они схожи с парафиновыми нефтями. Нафтеносодержащие нефти характеризуются большим содержанием (приблизительно 60%) нафтеносодержащих углеводородов, в таких нефтях в очень малых количествах содержатся твердые парафины, смолы и асфальтены. Следующий имеет существенное отличие от других примерно одинаковым присутствием парафиновых, нафтеносодержащих ароматических углеводородов, здесь твердый парафин не достигает 1–1,5%; однако количество смолисто-асфальтеновых веществ в составе такой нефти достигает 10%. Нафтеносодержащие ароматические нефти имеют преобладание углеводородов этих классов, и по мере того, как нефть утяжеляется, процентное содержание этих углеводородов увеличивается, а в легких фракциях данного класса твердые парафины составляют не более 0,3%; здесь содержание смол и асфальтенов в составе нафтеносодержащих ароматических нефтей достигает 15–20%.

По сведениям ферганские нефти малосернистые, относятся к малосернистым метаново-нафтеносодержащим.

ароматическому типу, содержат значительное количество легких фракций (65% фракций до 300 °С для отдельных нефтей). Основная масса ферганских нефтей смолистая. Причем количество высокосмолистых нефтей также значительно [8].

Из ферганских нефтей можно выделить два типа гудронов: мазеобразные, несмотря на большую глубину отбора фракции (типа Южно-Алмалыкских), и смолистые (типа Избаскентских) [2].

В Джаркургане в основном добывают нефть из месторождений Хаудак, Чигара и Кокайты, которая отличается большим содержанием серы, смол, парафина и малых количеств легких фракций углеводородов. В данной нефти преобладают ароматические и нафтеносодержащие углеводороды [10]. Джаркурганские нефти в основном пригодны для производства битумов различных марок [3]. Переработка таких нефтей на масла нецелесообразна из-за преобладания ароматических углеводородов в масляных дистиллятах. Даже подвергнутые глубокой очистке химическими реагентами минеральные масла будут оставаться нестабильными во всех случаях из-за их разнообразного состава. Переработка таких нефтей на товарные светлые продукты (бензин, лигроин, керосин) также неэффективна из-за малого содержания их в нефтях высокой сернистости. Джаркурганская нефть характеризуется высокой обводненностью, стойкой эмульсией и трудностями ее обезвоживания и обессоливания [5].

Бухарская нефть заметно отличается от ферганских нефтей повышенным содержанием серы (до 0,7%). Количество парафина в данной нефти превышает более 2,0%. По содержанию смол эта нефть может быть отнесена к смолистым, хотя в самой нефти содержится более 11% акцизных смол. В нефти содержится большое количество светлых фракций – до 300 °С отгоняется 65%, масел только 7% (маловязкие) и гудрона – 8% [1].

В настоящее время основными поставщиками нефти (более 80%) на Ферганский и Бухарский нефтеперерабатывающие заводы являются месторождения, расположенные в Кашкадарьинской и Бухарской областях.

Мингбулакская нефть (Наманганская обл.) является высокопарафиновой нефтью [7]. Нефти с высоким содержанием парафина, добываемые в Республике Узбекистан, представлены в табл. 1.

Таблица 1.

Нефтяные месторождения в Узбекистане с высоким содержанием парафина в добываемой нефти

Месторождение	Плотность, кг/м ³	Температура застывания, °С	Содержание отдельных компонентов, % масс				
			Парафины	Сера	Асфальтены	Кокс	Силикагелевые смолы
Ханкыз	894	+20	11,5	0,002	2,08	5,29	17,6
Варык	869	+10	12,3	0,002	0,96	3,12	14,0
Андижан	858	+7	13,4	0,260	1,50	4,37	8,60
Мингбулакский	857	+8	16,0	0,048	6,80	4,51	15,65
Южный Алмалык	849	+5	21,3	0,001	0,58	2,50	10,3

Как видно из таблицы, добываемые нефти сильно различаются по содержанию серы, парафинов, асфальтенов, силикагелевых смол и др.

Таким образом, анализируя состав и свойства нефтей, добываемых в Узбекистане, можно сделать вывод о том, что для использования парафинов, содержащихся в них, нефть некоторых месторождений содержит достаточное количество ПАВ (асфальтенов, смол, парафина и т.п.), обеспечивающих их устойчивость.

В связи с этим выявлена целесообразность изучения процессов окисления местных парафинов, которые можно синтезировать в ценные продукты, в том числе и синтетические жирные кислоты, применяемые во многих отраслях промышленности.

Синтетические жирные кислоты в больших количествах используют в производстве мыл и моющих средств, эфирных масел и веществ, которые образуют пленки, эмульгаторов и пластификаторов, также их используют в производстве различных производствах в фармацевтике, в том числе и косметике. Такие кислоты используются в производстве смазочных масел, различного рода резиновых изделий, присадок для дизельных топлив и улучшения моющих свойств и т.д. Впервые высшие жирные кислоты были получены путем окисления твердого парафина, причем парафин в своем составе содержал углеводороды от C_{18} до C_{36} .

Многие процессы окисления играют немаловажную, а иногда и основную роль в промышленном производстве, поскольку позволяют получить большое количество веществ, содержащих кислород, которые являются промежуточными продуктами органического синтеза, растворителями, мономерами и исходными веществами для производства полимерных материалов, пластификаторов и т.д. Большинство окислителей доступны и имеют низкую цену, здесь особое место принадлежит кислороду воздуха, все это влияет на экономичность процесса синтеза, если сравнивать их с другими процессами. Все классы углеводородов, в том числе и многие их производные, способны к реакциям окисления. Окисление можно проводить как в жидкой, так и в газовой фазах, причем использовать в процессе синтеза можно и катализатор, и инициатор. Для иницирования процессов окисления в роли инициаторов используют ультрафиолетовый свет, органические гидропероксиды и др.; катализаторами же в большинстве случаев служат металлы (Ag , Cu), оксиды металлов и их смеси (Cu_2O , V_2O_5 , $Bi_2O_3 \cdot MoO_3$), соли металлов переменной валентности (Co , Mn , Cu , Pd).

В результате основных и побочных реакций конечный продукт окисления представляет собой сложную смесь кислородсодержащих соединений: жирных кислот различной молекулярной массы, окси- и кетокислот, лактонов, эфиров, бифункциональных соединений, а также неокисленных углеводородов. Параметрами, влияющими на скорость окисления парафина, при получении высших карбоновых кислот являются температура, продолжительность реакции,

давление, состав катализатора, скорость подачи кислорода.

Если в процессе нет катализатора, то даже при температуре выше $100^\circ C$ окисление будет идти очень медленно. Так же и при 120 – $130^\circ C$ для окисления потребуются несколько недель, окисление может ускориться только при 160 – $170^\circ C$, однако здесь будет образовываться большое количество побочных продуктов. К примеру при $115^\circ C$ идет выход около $1,0\%$ побочных продуктов, при $140^\circ C$ – $4,0\%$, а при $160^\circ C$ – 10% . Процесс окисления парафина – это экзотермическая реакция, при окислении парафина до кислотного числа 70 мг KOH /г выделяются 2090 кДж (500 ккал) на 1 кг превращенного парафина. И для избежания чрезмерного повышения температуры окисляемой массы приходится осуществлять постоянный интенсивный отвод тепла. В промышленных условиях принят переменный температурный режим окисления парафина с начальной температурой 125 – $130^\circ C$ и последующим снижением до $105^\circ C$ по 2 – 5 град/ч. Скорость процесса окисления заметно повышается при увеличении давления до $0,2$ МПа. Дальнейшее повышение давления мало сказывается на скорости окисления, однако качество продукции заметно ухудшается. Процесс окисления проводят в колоннах при давлении не выше $0,2$ МПа. Катализатором этого процесса служит 10% -ный водный раствор перманганата калия, пероксид марганца или смесь, полученная при регенерации марганца из оксидата. Эти вещества нерастворимы в парафине, поэтому вначале (около 2 ч) поддерживают температуру 125 – $130^\circ C$, чтобы завершить формирование гомогенного катализатора (марганцевые соли высших карбоновых кислот). Перманганат калия в качестве катализатора при окислении парафина играет двойную роль. Во-вторых, комплексы, образовавшиеся в следующем этапе процесса и растворенные в окисляемом парафине, ускоряют и регулируют процесс дальнейшего распада гидропероксидов, что, в свою очередь, обеспечивает наиболее ускоренное образование высших жирных кислот, а также минимальный выход побочных продуктов. Влияние на скорость окисления и состав оксидата оказывает количество вводимого катализатора. В промышленности концентрацию катализатора ограничивают величиной $0,2$ – $0,3\%$ (масс.) $KMnO_4$, это число является оптимальным для выхода высших жирных кислот.

В промышленности разработан процесс жидкофазного каталитического окисления парафина до карбоновых кислот со следующими показателями: глубина окисления парафина – не более 30 – 35% (что соответствует кислотному числу ≈ 70 мг KOH на 1 г оксидата); в начале процесса, когда карбоновые кислоты только начинают накапливаться, поддерживают температуру 125 – $130^\circ C$, а затем ее снижают до 105 – $110^\circ C$; окисление проводят при атмосферном давлении, вводя воздух в реакционную барботажную колонну через распределительные устройства с большим числом довольно мелких отверстий (1 – 2 мм).

Окисление твердого парафина проводили на лабораторной установке (рис. 1). Реактор представляет

собой цилиндрический сосуд диаметром 50 мм, высотой 250 мм с впаянной в нижней части пористой пластинкой. В верхней части установлена ловушка Дина и Старка с обратным холодильником. Температуру замеряли термометром. Реактор помещали в масляную баню. Кислород из воздуха подавали воздуходувкой. Расход подаваемого воздуха замеряли

реометром. В реактор загружали 200 г парафина и после его расплавления добавляли 1,5 г KMnO_4 , растворенных в 1–1,5 мл дистиллированной воды. Когда температура в реакторе достигла 180°C , подавали воздух со скоростью 60 л на 1 кг парафина в 1 час, регулируя подачу с помощью тройника.

Рисунок 1. Схема лабораторной установки для окисления парафина в жирные карбоновые кислоты:
1 – обратный холодильник; 2 – ловушка Дина и Старка; 3 – термометр; 4 – реактор; 5 – масляная баня;
6 – электрическая печь; 7 – осушитель; 8 – реометр; 9 – воздуходувка; 10 – вакуумный насос

Воздух, пройдя реактор, уходил через обратный холодильник в атмосферу. Образующаяся вода собиралась в ловушке, а летучие продукты окисления и уносимые воздухом капли парафинов охлаждались в холодильнике и возвращались в реактор. Наиболее легкие продукты окисления уносились вместе с воздухом. Окисление проводили в течение 4 часов. Через каждый час отбирали пробу оксидата для определения кислотного числа.

В процессе проведения опыта поддерживали постоянную температуру в реакторе и расход воздуха, отмечали объем воды, собирающейся в ловушке

Дина и Старка. Выход целевого продукта составил 78–80%. При проверке полученного оксидата на кислотность при помощи универсальной индикаторной бумаги был установлен его pH, равный 5. Это свидетельствует о его слабой кислотной среде. В таблице 2 приведены свойства некоторых карбоновых кислот.

Карбоновые кислоты – кислоты, которые содержат в себе карбоксильную группу – COOH . Свойства этих кислот прямо пропорциональны свойствам их радикала R, в большинстве случаев являются слабыми, и pH большинства алифатических кислот составляет 4,8.

Таблица 2.

Свойства некоторых карбоновых кислот

Название кислоты	Химическая формула	$t_{\text{пл}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{кип}}, ^\circ\text{C}$	Число двойных связей
Пальмитиновая (гексадекановая)	$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$	64	215	0
Стеариновая (октадекановая)	$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$	70	232	0
Олеиновая (цис-октадиен-9-овая)	$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$	14	228	1
Линолевая (октадиен-9,12-овая)	$\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$	–5	230	2
Линолевая (октадекатриен-9,12,15-овая)	$\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$	–11	230	3

Кислотные свойства таких кислот усилены за счет электроноакцепторных заместителей и кратных связей, и наоборот, электронодонорные ослабляют кислотные свойства [4]. Если заместитель отдален от карбоксильной группы, то его влияние резко падает [6].

Таким образом, изучение состава высокопарафиновых нефтей месторождений Республики Узбекистан выявило возможности использования их в качестве сырья в производстве высших карбоновых кислот путем каталитического окисления твердых парафинов в присутствии кислорода воздуха.

Список литературы:

1. Ассоциаты сопутствующих нефтям веществ и их роль стабильности водонефтяных эмульсий. Композиционные материалы / Р.Ж. Эшметов, Д.С. Салиханова, Б.З. Адизов, С.А. Абдурахимов // Узб. Научно-технический и производственный журнал. – 2017. – № 3. – С. 8–10.
2. Дмитриев П.П. Битумы из Хаудагской нефти // Наука и техника. – 1973. – № 6. – С. 54–58.
3. Дмитриев П.П., Рябова Н.Д., Черков М.Ф. Получение сульфокрезоло из южноузбекистанской нефти // Известия АН Узбекистана. – 1956. – № 3.
4. Иоффе Д.В. Карбоновые кислоты // Химическая энциклопедия / редкол.: И.Л. Кнунянц (гл. ред.) [и др.]. – М.: Советская энциклопедия, 1990. – Т. 2: Даффа – Меди. – С. 326–328.
5. Исследование нефти месторождения Миршады сурхандарьинской области / Б.Н. Хамидов, Г.Р. Нарметова, М.И. Азимова, С.Б. Хабиллаев // Доклады АН Узбекистана. – 1994. – № 11. – С. 23.
6. Органическая химия / О.А. Реутов [и др.]. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2004. – Т. 3. – С. 169–269.
7. Рашидова Ф.М. Облагораживание бензиновой фракции высокопарафинистой Мингулакской нефти: Автореф. дис. ... канд. хим. наук. 1998. – С. 24.
8. Рябова Н.Д. Крекинг Кокинской нефти // Труды УзФАН. – 1942. – № 4.
9. Сухорослова М.М., Новиков В.Т., Бондалетов В.Г. Лабораторный практикум по химии и технологии органических веществ. – Томск, 2002.
10. Ходжаев Г.Х. Исследование нефти месторождения Кокайты // Труды УзФАН. – 1942. – № 4. – С. 57–61.

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ АЗОТНО-ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ РАЗЛОЖЕНИЕМ КЫЗЫЛКУМСКИХ ФОСФОРИТОВ АЗОТНОЙ КИСЛОТОЙ

Кодирова Дилишодхон Тулановна

канд. техн. наук, доцент кафедры «Химическая технология», Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: d.qodirova@ferpi.uz

Мирсалимова Саодат Рахматжановна

канд. хим. наук, доцент кафедры «Химическая технология», Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: s.mirsalimova@ferpi.uz

Умаралиева Мухсина Жураевна

магистрант, кафедра «Химическая технология», Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана

Абидова Маъмура Алишиеровна

ассистент кафедры «Химическая технология», Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана

Нурматова Зулайхо Набижон кизи

студент группы 75^a-17, кафедра «Химическая технология», Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана

STUDY OF THE PROCESS OF OBTAINING NITROGEN-PHOSPHORUS FERTILIZERS BY DECOMPOSITION OF KYZYL KUM PHOSPHORITES OF NITRIC ACID

Dilshodkhon Kodirova

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of «Chemical Technology» Chair,
Ferghana Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Ferghana

Saodat Mirsalimova

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of «Chemical Technology» Chair,
Ferghana Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Ferghana

Mukhsina Umaraliyeva

Master's Degree Student, «Chemical Technology» Chair, Ferghana Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Ferghana

Mamura Abidova

Assistant of «Chemical Technology» Chair, Ferghana Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Ferghana

Zulaykho Nurmatova

Student of 75^a-17 Group, «Chemical Technology» Chair, Ferghana
Polytechnic Uzbekistan, Ferghana

АННОТАЦИЯ

В данной статье приведены результаты исследования процесса получения азотно-фосфорных удобрений путем взаимодействия центральнокызылкумских фосфоритов с азотной кислотой концентрации 20, 40, 60%. Показана возможность получения эффективных фосфорсодержащих удобрений в условиях пониженной нормы кислотного реагента.

ABSTRACT

In the article research results of the obtaining process of nitrogen-phosphorus fertilizers by the interaction of Central Kyzyl Kum phosphorites with nitric acid with a concentration of 20, 40, 60% are presented. The possibility of obtaining effective phosphorus-containing fertilizers under conditions of a reduced rate of acid reagent is shown.

Ключевые слова: азотно-фосфорные удобрения, разложение, азотная кислота, пониженная норма, моно- и дикальцийфосфат, соли нитрата кальция.

Keywords: nitrogen-phosphorus fertilizers; decomposition; nitric acid; reduced rate; mono- and dicalcium phosphate; calcium nitrate salts.

Мировая интенсификация отраслей сельского хозяйства приводит к всевозрастающему потреблению минеральных удобрений, в частности, фосфорсодержащих [7].

При применении фосфорсодержащих удобрений улучшаются качественные показатели сельскохозяйственных культур, а также повышается их стойкость к неблагоприятным климатическим условиям [5].

Мировой опыт производства фосфорсодержащих удобрений показывает, что ежегодное увеличение мощностей и ассортимента готовой продукции приводит к истощению качественного природного фосфатного сырья [4].

В сложившейся ситуации целесообразным является вовлечение в промышленное производство низкосортных фосфоритов, запасы которых практически неисчерпаемы. Но основной сложностью переработки данного вида сырья является то, что они имеют отличительные черты по минералогическому, химическому и фракционному составу, создающие трудности при переработке их традиционными способами [6].

При получении фосфорных удобрений путем разложения центральнокызылкумских фосфоритов азотной кислотой была повышена эффективность фосфорных удобрений, а также получен преципитат [3].

Фазовый состав продуктов, полученных при обработке кызылкумских фосфоритов азотными солями, был исследован рентгеновским методом. Установлено, что азотно-фосфорные удобрения состоят из дикальцийфосфата, неразложившегося фтор- и гидроксилата, нитрата аммония и кальция, а фосфорные удобрения – из различных форм фосфатов кальция, а также неразложившегося фтор- и гидроксилата, солей нитрата кальция и аммония [1].

При разложении азотной кислотой минеральные фосфориты полностью разлагаются, и в результате следующей реакции образуются фосфорная кислота, соль нитрата кальция и газообразный фтористый водород:

Вследствие расщепления фторапатита азотной кислотой образуются монокальцийфосфат и дикальцийфосфат:

Карбонатные минералы и оксиды трехвалентных металлов также реагируют с азотной кислотой с образованием азотных солей.

Полученный газообразный фтористый водород преобразуется в фтористоводородную кислоту кремния.

Изучен процесс обогащения кызылкумских фосфоритов путем разложения при разных нормах азотной кислоты. Это связано с тем, что минералы кальция в фосфорите реагируют намного сильнее, чем другие минералы. Поэтому азотная кислота сначала взаимодействует с фторапатитом, а затем с карбонатными минералами в фосфорите.

Стехиометрические количества 20–60% азотной кислоты для расщепления фосфора рассчитывали по расщеплению фосфатных (фторапатитовых) и карбонатных минералов в сырье относительно образования монокальцийфосфата и солей нитрата кальция. Разложение ненасыщенной фосфоритовой муки раствором азотной кислоты происходит быстро и просто.

Обработка образца ненасыщенного фосфорита растворами азотной кислоты происходит в два этапа. Карбонатные минералы разлагаются растворами азотной кислоты с образованием в системе солей нитрата кальция. Далее, взаимодействуя с минералом фторкарбонатапатита, образует моно- и дикальцийфосфат и соли нитрата кальция. При этом из фосфорита выделяется углекислый газ.

Исследовано стехиометрическое разложение ненасыщенной фосфоритовой муки, содержащей P_2O_5 – 17,55%, CaO – 43,68%, CO_2 – 14,83% на 20, 40, 60% азотной кислоты на 58,5%.

Эксперименты на лабораторной установке были следующими: 100 г ненасыщенной фосфоритовой муки тщательно смешивали с соответствующим

количеством азотной кислоты. Из-за небольшого количества азотной кислоты процесс происходит в «твердой фазе», где процесс пенообразования практически отсутствует. Процесс распада занимает около 5–10 минут. Определение количества составных компонентов вели согласно общеизвестной методике [6].

Результаты показывают, что с увеличением стехиометрической скорости азотной кислоты, используемой для разложения фосфора (20, 40, 60), общее содержание азота и воды в продукте реакции увеличивается, а количество фосфора и кальция уменьшается. Показано, что увеличение содержания стехиометрии с 20% до 40% увеличивает усвояемую для растения форму общего P_2O_5 . Если при 20%-ной норме кислотного реагента 30–31% общего фосфора находится в усвояемой форме, то при 40%-ной норме – 51–52%, а при 60%-ной норме этот показатель составляет 75–77%.

С увеличением количества азотной кислоты наблюдается увеличение усвояемой для растений форм кальция. При 20%-ной норме кислоты от общего кальция 29–31% находится в усвояемой форме, аналогично при 40%-ной – 70–71% и при 60%-ной – 82–84%. С увеличением нормы кислоты от 20% до 60% также увеличивается и содержание воды с 9,99% до 21,75%.

Общий состав продукта следующий: 2,82–6,14% – N, 10,77–14,35% – P_2O_5 (из них 30–78% находятся в усвояемой для растений форме), 25,85–35,03% – CaO. Питательные компоненты азот и кальций находятся в виде нитрата кальция, а фосфор – в форме моно- и дикальцийфосфатов.

Помимо вышеуказанного состава, продукты также содержат неразложившуюся фосмуку, находящуюся в активированной форме. Разложение необогащенной фосмуки при неполной норме способствует интенсификации процесса.

Список литературы:

1. Рентгенографические исследования фазового состава фосфорсодержащих удобрений из азотнокислотной вытяжки фосфоритов Центральных Кызылкумов / Алламуратова А.Ж., Эркаев А.У., Реймов А.М. // Кимё. – 2016. – № 3. – С. 9–11.
2. Винник М.М., Ербанова Л.Н., Зайцев П.М. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов. – М. : Химия, 1975.
3. Получение одинарных удобрений на основе фосфоритовой муки из фосфоритов Центральных Кызылкумов и азотной кислоты / Гиясидинов А.Л., Султонов Б.Э., Намазов Ш.С., Мухамедова Б.И. // Композицион материаллар. – 2019. – № 3. – С. 34–37.
4. Изучение физико-химических свойств концентрированного удобрения-аммофосфата из забалансовой фосфоритной руды Центральных Кызылкумов / С.С. Ортикова [и др.] // Современные научные исследования и разработки. – 2016. – №. 5. – С. 75–77.
5. Односторонние фосфорные удобрения на основе забалансовой руды фосфоритов Центральных Кызылкумов и их водонерастворимая часть / С.С. Ортикова [и др.] // Химическая промышленность. – 2017. – Т. 94. – №. 6. – С. 309–319.
6. Рациональный способ решения проблемы переработки забалансовой руды фосфоритов Центральных Кызылкумов на аммофосфатное удобрение / У.К. Алимов, С.С. Ортикова [и др.] // Узбекский химический журнал. – 2015. – №. 5. – С. 56–60.
7. Фосфорные и азотно-фосфорно-кальциевые удобрения, получаемые путем фосфорнокислотной переработки забалансовой фосфоритной руды Центральных Кызылкумов / С.С. Ортикова [и др.] // Химическая промышленность сегодня. – 2016. – №. 11. – С. 13–21.

СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ ВАЖНЕЙШИХ СВОЙСТВ ОЛИГОМЕРОВ НА ОСНОВЕ АМИНОАЛЬДЕГИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Рамазанов Бахром Гафурович

*PhD, старший преподаватель кафедры химия Бухарского инженерно-технологического института
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: b.ramazanov75@mail.ru*

SYNTHESIS AND STUDY OF THE MOST IMPORTANT PROPERTIES OF OLIGOMERS BASED ON AMINE ALDEHYDE COMPOUNDS

Bakhrom Ramazanov

*PhD, Senior Lecturer, Department of Chemistry, Bukhara Engineering and Technology Institute
Republic of Uzbekistan, Bukhara*

Аннотация. В данной статье рассмотрены актуальность проблемы получения аминокальдегидных олигомеров. Приводятся результаты исследований в этой области, условия синтеза модифицированного мочевиноформальдегидного олигомера, соотношение компонентов, факторы влияющие на состав получаемых олигомеров, результаты изучения основных свойств олигомеров, предполагаемые схемы реакций, применение их в кожевенной промышленности.

Abstract. This article discusses the problems of relevance of obtaining aminoaldehyde oligomers, presents the results of studies in this area, the conditions for the synthesis of a modified urea-formaldehyde oligomer, the ratio of components, factors affecting the composition of the obtained oligomers, the results of studying the basic properties of oligomers, the proposed reaction schemes, and their application in the leather industry.

Ключевые слова: поликонденсация, олигомер, карбамид-формальдегид, наполнение, синтез, дополиконденсация, микроструктура кожи.

Keywords: polycondensation, oligomer, urea-formaldehyde, filling, synthesis, additional polycondensation, skin microstructure.

Полимерные материалы, полученные на основе аминокальдегидных олигомеров, благодаря высоким физико-механическим, тепло- и электрофизическим и технологическим свойствам – термостойкости, терморективности, твердости, адгезии, доступностью и сравнительно невысокой стоимостью сырья, а также простотой синтеза полимеров нашли широкое применение в различных отраслях промышленности. Изменяя природу аминокальдегидных олигомеров и регулируя их состав, можно получать полимерные материалы, удовлетворяющие самым различным требованиям.

В связи с этим представлял интерес исследование процесса получения новых модифицированных аминокальдегидных олиго(поли)меров, изучить их основные свойства.

Синтез мочевиноформальдегидных олигомеров, наиболее широко применяемая в настоящее время, состоит в следующем: в отдельных случаях проводится реакция при температуре кипения реакционной массы. При получении неограниченно водорастворимых мочевиноформальдегидных смол предложено [1] повышать температуру реакционной массы в щелочной стадии до 102 °С. Во Франции фирма «Nobel Hoechst Chimie» рекомендует проводить кислую конденсацию при температуре кипения

реакционной массы. Значительно повысить температуру удастся при проведении реакции под давлением. Например, при pH = 7-8 и давлении 0,4 МПа взаимодействие мочевины с формальдегидом при 140°C происходит за 10 мин [2].

Большое значение при поликонденсации имеет исходное соотношение компонентов. В частности, с увеличением мольной доли мочевины содержание диметиленэфирных связей в смолах снижается, что приводит к улучшению качества продуктов, повышению их гидролитической устойчивости и значительному уменьшению количества низкомолекулярных соединений, образующихся в процессе отверждения и эксплуатации материалов [3]. При этом снижаются также скорость желатинизации и содержание свободного формальдегида в смоле, и тем самым уменьшается выделение формальдегида в процессе отверждения олигомеров и из отвержденных образцов [4].

Свойства мочевиноформальдегидных смол и, в частности, их устойчивость могут быть улучшены введением в состав олигомеров некоторых гомологических аналогов альдегидов. Это явилось предпосылкой к разработке метода синтеза олигомеров на основе мочевиноформальдегидокротоновых олигомеров и изучения их физико-химических свойств.

Определяющими факторами для проведения реакции конденсации между мочевиной и формальдегидом в водном растворе являются:

- исходное соотношение реагентов;
- концентрация водородных ионов;
- продолжительность реакции и температура.

В связи с этим нами синтезирован модифицированный акриловой кислотой мочевиноформальде-

гидо-кратоновые олигомеры. Для получения модифицированных аминокальдегидных олигомеров применяли (мас.ч.) мочевины (99,8 %) – 100, уротропин (99,4 %)-40-50, кротонный альдегид (98,2 %) – 10, серную кислоту (100 %) – 7,0, акриловой кислоты (98,2 %) – 7, и воду – 300 в различных исходных соотношениях компонентов.

В табл. 1. приведены наименование исходных компонентов и варианты опытов получения аминокальдегидных олигомеров.

Таблица 1.

Наименование компонентов и варианты опытов получения аминокальдегидных олигомеров

Наименование компонентов, содержание основного вещества, в %	Варианты опытов и расход компонентов							
	I		II		III		IV	
	вес.ч	масс.%	вес.ч	масс.%	вес.ч	масс.%	вес.ч	масс.%
Мочевина -99,8	100	20,6	100	20,6	100	20,6	100	20,6
Уротропин - 99,4	50	10,3	40	8,3	50	10,3	40	8,3
Кротонный альдегид - 98,2	-	-	10	2,0	-	-	10	2,0
Акриловая кислота-98,2	-	-	-	-	7	1,4	7	1,4
Серная кислота-100	35	7,2	35	7,2	28	5,7	28	5,7
Вода	300	61,9	300	61,9	300	62,0	300	62,0
Всего	485	100	485	100	485	100	485	100

Синтез проводили при естественной температуре реакции. Мочевину и уротропин растворяли в воде по порциям кротонный альдегид при температуре 20-60°C. Затем в раствор небольшими порциями заливали акриловую (серную) кислоту, термостатируя и не допуская повышения температуры реакционной смеси выше 50 °С. Продолжительность процесса синтеза составляла - 1,0-1,5 ч.

В I - II вариантах образовались вязкие олигомеры. В III – IV вариантах вязко-текучие олигомеры. Это свидетельствует о том, что между олигомером и акриловой кислотой образуются по физическому состоянию существенно отличающейся продукт конденсации.

Модифицированные олигомеры представляют собой продукты жидко - вязкой консистенции от

желтого цвета до коричневого, хорошо растворимые в воде и этаноле, и нерастворимые в ацетоне, тетрагидрофуране и диоксане плотностью - 1,24 – 1,350 г/см³, pH = 7,5-8,5. Для получения сравнительных данных в идентичных условиях синтезированы и исследованы мочевиноформальдегидные олигомеры в отсутствии акриловой кислоты.

Поскольку, до настоящего времени механизм образования мочевиноформальдегидных олигомеров точно не установлено, и на основании известных механизмов [5-7], предполагаемый механизм реакции образования монометилольных соединений модифицированного акриловой кислотой мочевиноформальдегидокротонного олигомера может быть представлен по следующей схеме опытных вариантов:

В процессе исследования изучены влияния температуры и продолжительность реакции сополиконденсации на конверсию и молекулярную массу образующихся аминокальдегидных олигомеров.

В таблице 2 представлены зависимости конверсии получаемых мочевино-формальдегидно-критоно альдегидных олиго(поли)меров модифицированные

с акриловой кислотой от температуры, продолжительности и исходного соотношения компонентов опытных вариантов.

Поскольку, синтезированные мочевиноформальдегидокроно альдегидные олиго(поли)меры имеют линейную, разветвленную и пространственные структуры, о молекулярной массе и размерах частиц олиго(поли)меров изучали по изменению относительной вязкости их растворов.

Относительную вязкость олиго(поли)меров определяли на вискозиметре ВПЖ-1. Определения проводили при температуре 20, 30, 40 и 50 °С.

Таблица 2.

Зависимости массовой доли сухого остатка и молекулярная масса мочевиноформальдегидокротоноальдегидных олигомеров от температуры, продолжительности и исходного соотношения компонентов

Показатели		Сухой остаток (в %) и молекулярная масса опытных вариантов			
		I	II	III	IV
Температура, в °С, при продолжительности реакции 3,0 час.	+20	57,1/400	61,5/470	64,6/500	72,7/550
	+30	56,4/392	61,1/466	64,0/490	71,4/543
	+40	56,0/386	60,7/460	63,7/486	71,0/530
	+50	55,3/378	60,3/454	63,2/480	69,3/524
Продолжительность, в ч., при температуре реакции +20 °С	0,5	55,2/370	59,1/446	62,4/469	67,9/528
	1,0	55,7/377	59,8/451	63,0/472	69,5/534
	1,5	56,1/386	60,4/458	63,6/479	71,8/540
	2,0	56,7/392	61,0/464	64,1/487	72,4/546
	3,0	57,1/400	61,5/470	64,6/500	72,7/550

Примечание: в числителе сухой остаток, в знаменателе молекулярная масса

Результаты изучения вязкости мочевиноформальдегидокротоно альдегидных олиго(поли)меров приведены на рис. 1-2.

Из рис. 1 видно, что, что количество акриловой кислоты, вводимое в реакцию поликонденсации, существенно оказывает влияние на вязкость получаемых олиго(поли)меров. Где, с увеличением расхода

акриловой кислоты относительная вязкость олиго(поли)меров повышается. По-видимому, наблюдаемое явление связано с образованием дополнительного количества реакционноспособных карбоксильных групп в реакционной среде.

Рисунок 1. Изменение относительной вязкости аминокротоноальдегидных олиго(поли)меров при 20 °С в зависимости от варианта экспериментов

Рисунок 2. Изменение относительной вязкости аминокротоноальдегидных олиго(поли)меров при различной температуре. I-IV варианты опытов

При этом чем больше таких групп образуется, тем интенсивнее протекает реакция поликонденсации. Вязкость синтезированных олиго(поли)меров также и зависит от температуры (рис. 2) реакционной среды. Снижение относительной вязкости при повышении температуры олигомеров объясняется по – видимому, вероятно повышением увеличения среднего расстояния между молекулами и в связи с этим облегчается преодоление сил межмолекулярного взаимодействия.

Выводы

1. Получены и исследованы основные физико-химические модифицированных аминокротоноальдегидных олигомеров с высоким выходом продукта. Определено, что на свойства и структуру синтезированных аминокротоноальдегидных олигомеров существенным образом влияют условия синтеза и главным образом, исходное соотношение исходных компонентов, температура, продолжительность реакции.

2. Установлено, что при использовании винилового мономера в качестве модификатора с понижением показателя кислотности связывание акриловой

кислоты увеличивается, тем самым и увеличение количества карбоксильных групп содержание свободных метилольных групп в ней уменьшается и относительная вязкость олигомеров повышается.

Список литературы:

1. http://www.chemistry.ssu.samara.ru/chem4/o343_4.htm
2. Попова Е.А., Матвалашвили Г.С., Потехина Е.С. и др. // Проблемы получения карбамидных смол и изделий из них. М.: НИИТЭХИМ, 1980. вып. 10 (95), 54 с.
3. Серенков В.И. Новое в химии и технологии получения некоторых поликонденсационных полимеров. Нальчик: 1979, 39 с
4. Краткая химическая энциклопедия. Под ред. И.Л.Кнунянца. 2 том. Государственное научное издательство «Советская энциклопедия». 1963. -С.870-871.
5. Энциклопедия полимеров. Под ред. В.А.Кабанова. том 2.Изд. «Сов. энциклопедия». 1974. –С.1052.
6. Практикум по химии и физике полимеров. Под ред. Куренкова В.Ф. М.: Химия, 1990. 256 с.
7. Григорьев А.П., Федотова О.Я. Лабораторный практикум по технологии пластических масс. М.: Высш. шк. 1986. 495 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ ЕСТЕСТВЕННОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ РАСТВОРА ХЛОПКОВОГО МАСЛА В ВЕРТИКАЛЬНОМ ВЫПАРНОМ АППАРАТЕ

Бабаяров Равшан Атабекович

канд. техн. наук, доцент кафедры «Информатика, автоматизация и управления»
Ташкентского химико-технологического института,
Узбекистан, г. Ташкент

Усманов Камил Исраилович

ст. преп. кафедры «Информатика, автоматизация и управление»
Ташкентского химико-технологического института,
Узбекистан, г. Ташкент

Жаббаров Алишер Алтибаевич

ст. преп. кафедры «Информатика, автоматизация и управление»
Ташкентского химико-технологического института,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: alisheroltiboyevich@gmail.com

RESEARCH INTO THE NATURAL CIRCULATION RATE OF A COTTON OIL SOLUTION IN A VERTICAL EVAPORATOR

Ravshan Babayarov

candidate of technical sciences, associate professor of department "Informatics, Automation and Control"
of the Tashkent chemical-technological institute,
Uzbekistan, Tashkent

Kamil Usmanov

senior lecturer of department "Informatics, Automation and Control" of the Tashkent chemical-technological institute,
Uzbekistan, Tashkent

Alisher Jabborov

senior lecturer of department "Informatics, Automation and Control" of the Tashkent chemical-technological institute,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются результаты экспериментального исследования способов увеличения скорости естественной циркуляции раствора хлопкового масла в выпарном аппарате вертикального типа, изучены вопросы создания необходимого условия для достижения оптимальной скорости циркуляции. Приведены результаты экспериментальных исследований для отыскания оптимальной высоты надставки.

ABSTRACT

The article deals with the results of experimental research of the ways to increase the natural circulation rate of cotton oil solution in a vertical-type evaporator, the issues of creating the necessary conditions for achieving the optimal circulation rate are studied. The results of experimental research to find the optimal height of the extension are given.

Ключевые слова: скорость циркуляции, прирост движущего напора, гидравлическое сопротивление, надтрубное пространство, сепаратор, надставка, конфузор, двухфазная струя.

Keywords: circulation speed, driving head gain, hydraulic resistance, over tube space, separator, extension, cone, two-phase jet.

Одним из основных факторов, влияющих на величину коэффициента теплопередачи и, следовательно, на интенсивность работы выпарного аппарата, является скорость циркуляции выпариваемого

раствора. Обычно стремятся создать в выпарных аппаратах условия, при которых скорость циркуляции была бы оптимальной.

Для увеличения скорости естественной циркуляции необходимо обеспечить прирост движущего

напора в большей степени, чем растут в этих условиях гидравлические сопротивления [2,3].

Как следует из литературных источников, это возможно путем использования части надтрубного

пространства [1]. С этой целью над подъемной трубой в сепараторе нами установлена надставка типа трубы Вентури. На рисунке 1 представлена схема течение двухфазного потока в надставке.

Рисунок 1. Характер потока и распределение статического давления по оси надставки

В конфузоре двухфазный поток сужается и скорость его возрастает. При этом статическое давление уменьшается, что приводит к интенсивному вскипанию жидкости, перегретой относительно температуры насыщения.

Увеличение потока паровой фазы вызывает рост скорости двухфазного потока, сопровождающееся снижением статического давления от первоначального P_A до минимального P_X в сечении X (рис.1). После сечения X начинается расширение двухфазной струи и увеличение статического давления до давления в сепараторе[7]. Благодаря обильному испарению легколетучих компонентов объем двухфазного

потока и, следовательно его скорость возрастает, вызывая увеличение скорости в циркуляционном контуре.

Определение основных размеров надставки производили экспериментально с целью достижения высокого движущего напора за счет самоиспарения в ней. Опыты проводили с четырьмя надставками при кипении воды в двух режимах работы опытной установки: с необогреваемым опускным участком и при обогреве опускного участка наравне с подъемным. Конфигурация надставок представлена на рисунке 2, геометрические размеры приведены в таблице 1.

Рисунок 2. Надставка

Рисунок 3. Зависимость скорости циркуляции от тепловой нагрузки аппарата с необогреваемым опускным участком:
с насадкой 1; 2- с насадкой 2.

Таблица 1.

Геометрические размеры надставок, мм

Надставка	a	b	c	d
1	16	30	400	160
2	21	39	400	160
3	21	39	600	250
4	21	39	800	250

С целью обеспечения минимума прироста гидравлического сопротивления надставки имели:

- угол конусности конфузорной части $\varphi_1 = 32^\circ$ (согласно рекомендации по выбору оптимальных параметров конфузорных переходов;
- длину цилиндрической части, для выравнивания поля скоростей и снижения вихреобразования в последующей части, в пределах $1 \pm 1,5 d_{\text{вх}}$, где $d_{\text{вх}}$ - входной диаметр надставки;
- угол конусности диффузорной части φ_2 , для снижения гидравлических потерь на ускорение двухфазного потока в пределах $15 \pm 20^\circ$ (согласно рекомендации по расчету труб Вентури [5,6]).

По результатам опытов построили зависимости скорости циркуляции от тепловой нагрузки установки в двух режимах ее работы с надставками 1 и 2, имеющими различные значения коэффициента сжатия:

$$\delta_1 = \frac{F_{\text{уз.с}}}{F_{\text{вх.с}}} = 0,25 \text{ и } \delta_2 = 0,49$$

Коэффициент сжатия назначен в надставках $< 0,6$, исходя из конической формы суживающего участка.

Рисунок 4. Зависимость скорости циркуляции от тепловой нагрузки аппарата с обогреваемым опускным участком: 1-с насадкой 1; 2- с насадкой 2

Как видно и рисунков 3 и 4, значения скорости циркуляции в опытах с надставкой 1 лишь в первом режиме работы при нагрузках 10 и 15 кВт/м² были выше, чем в опытах с надставкой 2.

Это обусловлено тем, что в опытах с надставкой 1 прирост гидравлического сопротивления в связи с большим сопротивлением узкой части, опережал прирост движущего напора. С увеличением тепловой нагрузки (больше 30 кВт/м²) при работе во втором режиме, вследствие возрастания гидравлического сопротивления двухфазному потоку в надставке 1 происходило опрокидывание циркуляции.

Таким образом, сравнения результатов опытов, проведенных с надставками 1 и 2, показывает, что уменьшение коэффициента сжатия надставки ниже 0,5 неэффективно.

В опытах с надставкой 2 скорость циркуляции была в 1,5 раза выше, чем с надставкой 1, достигая максимального значения 1,12 м/с во втором режиме работы аппарата при $q_{\text{ап}} = 30$ кВт/м². С дальнейшим повышением тепловой нагрузки скорость циркуляции практически оставалась неизменной, лишь при 50 кВт/м² скорость снизилась до 1,05 м/с.

В целях отыскания оптимальной высоты надставки были проведены опыты с надставками 3 и 4. Длины этих надставок в 1,5 и 2 раза больше, чем надставки 2 при прочих равных геометрических размерах. За счет увеличения длины надставки увеличился диаметр выходного сечения до 250 мм, что дополнительно снизило потери на ускорение двухфазного потока.

В то же время увеличение длины надставки приводит к росту потерь на подъем пароводяной смеси выше уровня жидкости в сепараторе, а также потерь на трение и расширение в диффузорной части. Значение скорости циркуляции в опытах с надставками 3 и 4 были больше, чем с надставкой 2.

На рисунках 5 и 6 представлены зависимости скорости циркуляции от тепловой нагрузки в двух режимах работы с надставками 3 и 4.

Рисунок 5. Зависимость скорости циркуляции от тепловой нагрузки аппарата с необогреваемым опускным участком: с насадкой 3; 2- с насадкой 4

Рисунок 6. Зависимость скорости циркуляции от тепловой нагрузки аппарата с обогреваемым опускным участком: с насадкой 3; 2- с насадкой 4

Как видно из рис. 5 и 6 скорость циркуляции в опытах с насадкой 3 в свою очередь выше, чем с насадкой 4.

Таким образом, в исследованном диапазоне тепловых нагрузок максимальное значение скорости циркуляции достигается с насадкой 3, конфигурацию насадки 3 можно считать оптимальной.

Список литературы:

1. Гурович Б.М., Полищук Г.Ш., Блейхман А.С. Увеличение скорости естественной циркуляции концентрируемых растворов в термосифонных выпарных аппаратах //Химическая промышленность-1988.-№5-с.36-37.
2. Идельчук И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям/ Под.ред. М.О. Штейнберга.-3-е изд., перераб. И доп.- М.; Машиностроение, 1992 – 672 с.:ил.
3. Банных О.П. Основные конструкции и тепловой расчет теплообменников. Учебное пособие. СПб НИУ ИТМО, 2012- 42 с.
4. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. В двух книгах. Книга 1./Под ред. В.Г. Айнштейна ; Учебник-8-е изд.стер.-СПб.:Издательство «Лань», 2019-916 с.
5. ГОСТ 23720-79 Трубы Вентури. Технические условия.
6. Гидравлика: учебник и практикум для СПО/В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, А.Г. Коваленко, И.В. Кудинов.; под ред. В.А. Кудина. 4-е изд., пер. и доп.-М.:Издательство Юрайт, 2018.- 386 с.- (Серия: Профессиональное образование)
7. Машарипова З.А., Сарболаев Ф.Н., Исламова Ф.К. Компьютерное моделирование равновесного состояния процесса тепломассообмена по давлению в двухфазной системе // Universum: Технические науки : электрон. научн. журн. 2019. № 12(69). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/8509>

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ФТАЛОЦИАНИНА МЕДИ

Файзиев Жаҳонгир Баҳромович

мл. науч. сотр., Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии,
Республика Узбекистан, Шуробазар
E-mail: jahongir1981@mail.ru

Бекназаров Хасан Сойибназарович

д-р техн. наук, Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Джалилов Абдулахат Турапович

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

SYNTHESIS AND PROPERTIES OF COPPER PHTHALOCYANINE

Jahongir Fayziev

Junior Researcher, Tashkent Research Institute of Chemical Technology,
Republic of Uzbekistan, Shuro Baazar

Khasan Beknazarov

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

Abdulahat Djalilov

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

АННОТАЦИЯ

Исследованы молекулярная структура фталоцианинов металлов, реакция образования фталоцианинов меди и ИК-спектральный анализ.

ABSTRACT

The molecular structure of metal phthalocyanines, the reaction of the formation of copper phthalocyanines, and IR spectral analysis were studied.

Ключевые слова: медь, пигмент, молярная поглотительная способность, мочевины, фталевый ангидрид, катализатор, температура.

Keywords: Copper, pigment, molar absorption capacity, urea, phthaloxide, catalyst, temperature.

Введение. В настоящее время для крашения лакокрасочных материалов в массе используются в основном специальные для каждого пленкообразующего вещества высокодисперсные выпускные формы пигментов неорганического и органического происхождения. Кроме того, для крашения лакокрасочных материалов на основе водно-дисперсионных, синтетических полимеров и алкидных смол могут быть использованы только пигменты, образующие окраски с высокой миграционной устойчивостью, однако в отечественном ассортименте отсутствуют пигменты, которые в полной мере отвечают перечисленным требованиям.

В нашей стране не производятся органические красители, и в основном они завозятся из других стран. Вместе с тем организация производства этих

красителей в стране позволила бы, во-первых, уменьшить импорт красителей, а с другой стороны, получать и улучшать свойства тех органических красителей, которые наиболее подходят для окрашивания хлопковой целлюлозы, полиакрилонитрила, шелка, шерсти и изделий из них и т.д. Учитывая, что органические красители придают окрашиваемым материалам яркие, сочные, атмосферостойкие, влагостойкие краски, необходимость производства органических красителей в нашей стране становится очевидной.

Ввиду вышесказанного представился актуальным поиск красителей, которые способны растворяться в пленкообразователях и окрашивать в массе красок различного назначения, давая устойчивые к миграции и светостойкие окраски. К таким красителям относятся фталоцианиновые красители, отлича-

ющиеся высокой термостойкостью, атмосферостойкостью и приданием ярких, сочных красок. Пигмент и цветовые свойства обусловлены его очень высокой молярной поглощательной способностью, и даже небольшое его количество дает очень насыщенный цвет.

Среди фталоцианиновых красителей наибольшее значение имеет фталоцианина меди – соединение синего цвета, на воздухе выдерживает нагревание до

500 °С, в вакууме – до 580 °С, не растворяется в воде, жирах, большинстве органических растворителей, устойчив к действию концентрированных кислот (кроме азотной, которая разрушает его) и щелочей, к свету и др. [4]. Получают его нагреванием смеси фталевого ангидрида, мочевины и CuCl при температуре от 200 °С до 350 °С, сухим запеканием в присутствии катализатора.

Рисунок 1. Реакция образования фталоцианина меди

Были изучены оптимальные режимы получения фталоцианинового красителя, определены оптимальная температура и время спекания.

Рисунок 2. Зависимость выхода красителя от температуры

Из графика видно, что наибольший выход продукта получается при температуре 200 °С. С увеличением температуры выход продукта в процентном соотношении уменьшается. Выходная единица при 300

°С может быть ниже, но интенсивность будет выше, наша реакция проводилась при 300 °С.

Данные по изучению растворимости фталоцианиновых красителей приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Растворимость фталоцианиновых красителей

Название	Растворители								
	Вода	Этиловый спирт	Диметилформамид	Ксилол	Толуол	Ацетон	Бензол	Этилацетат	Серная кислота (конц.)
ФК-1	Не растворяется	Не растворяется	Мало растворяется	Не растворяется	Не растворяется	Не растворяется	Не растворяется	Не растворяется	Растворяется

Из данных таблицы 1 можно сделать вывод, что данные красители плохо растворимы в органических

растворителях. Только в концентрированной серной кислоте данный краситель растворился полностью.

Рисунок 3. ИК-спектр фталоцианинового красителя, полученного при температуре 300 °С

Были сделаны ИК-спектральные анализы полученных красителей. Присутствие ароматической группы бензольного кольца обнаруживается по полосам поглощения 3047 и 1600–1500 см⁻¹. Характер замещения –C=N групп определяется по сильному поглощению в области ниже 900 см⁻¹. Бензольное кольцо определяется при полосах поглощения 1400–1600 см⁻¹, а иногда встречается и при полосах поглощения 2000–1600 см⁻¹. Полосы в области 1225–950 см⁻¹ имеют второстепенное значение. На рис. 3 видны

сильные полосы неплоских деформационных колебаний для =CH– групп. Полосы в области 770–722 см⁻¹ характеризуют ортобензольное кольцо и –C=N группы в полосах поглощения в области 1690–1640 см⁻¹ до 880 см⁻¹.

Таким образом, конденсацией фталевого ангидрида с мочевиной и CuCl синтезирован и исследован фталоцианиновый краситель, отличающийся высокими физико-химическими свойствами.

Список литературы:

1. Влияние химической модификации поверхности фталоцианинового пигмента на его свойства / К.В. Зуев, В.А. Смирчек, М.С. Федосеева, Т.Ю. Колдаева [и др.] // Химическая промышленность сегодня. 2015.
2. Ингибитор коррозии «ИК-МА-16» на основе кротонового альдегида и моноэтаноламина / А.Х. Нарзуллаев, Х.С. Бекназаров, А.Т. Джалилов, А.Х. Панжиев, Лаптев Н.Г., Богословский Б.М. Химия красителей. – М., 1970.
3. Мозер Ф.Х., Томас А.Л. Классический синтез: соединения фталоцианинов. – Нью-Йорк : Рейнхольд, 1963.
4. Файзиов Ж.Б., Джалилов А.Т., Тиллаев А.Т. Таркибида металл тутган янги фталоцианин пигментини тадқиқ қилиш. 2019.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВЛИЯНИЯ ПЫЛИ ЦЕМЕНТНЫХ ЗАВОДОВ НА ЭКОЛОГИЮ

Хидирова Юлдуз Хужаназаровна

*канд. техн. наук, доцент, Каршинский инженерно-экономический институт,
Республика Узбекистан, г. Карши*

Михлиев Ойбек Авлоёрович

*канд. техн. наук, Каршинский инженерно-экономический институт,
Республика Узбекистан, г. Карши*

Бадалова Нозима Дусияр қизи

*магистрант, Каршинский инженерно-экономический институт,
Республика Узбекистан, г. Карши*

INFLUENCE OF DUST OF CEMENT PLANTS ON ECOLOGY

Yulduz Khidirova

*Ph.D., Associate Professor, Karshi Engineering and Economics Institute,
Republic of Uzbekistan, Qarshi*

Oybek Mikhliiev

*so-called, (PhD), Karshi Engineering and Economics Institute,
Republic of Uzbekistan, Qarshi*

Nozima Badalova

*graduate student, Karshi Engineering and Economics Institute,
Republic of Uzbekistan, Qarshi*

АННОТАЦИЯ

В статье приведены сведения о производстве цементного клинкера, где в качестве отхода образуется пыль клинкерообжигательных печей, которая является весьма токсичной и отравляет все вокруг. Более перспективным следует считать использование пыли клинкерообжигательных печей в экологических целях, а также использование пыли клинкерообжигательных печей в сельском хозяйстве при защите растений от вредителей. Изобретение предназначено для уничтожения болезнетворных микроорганизмов в отходах.

ABSTRACT

The article provides information on the production of cement clinker as a waste dust of clinker kilns is formed, which is very toxic and poisons everything around. The use of dust from clinker kilns for environmental purposes should also be considered more promising. Also, the use of dust from clinker kilns in agriculture to protect plants from pests. The invention is intended to destroy pathogens in waste.

Ключевые слова: пыль, клинкер, обжигательная печь, микроэлементный состав, керамзитовый завод.

Keywords: dust clinker kiln, trace element, expanded clay plant.

При производстве цементного клинкера в качестве отхода образуется пыль клинкерообжигательных печей, которая является весьма токсичной и отравляет все вокруг.

В работах методом атомно-эмиссионной спектрометрии проведен количественный химический анализ всех источников водоснабжения в районах с развитой цементной промышленностью и в двух условно чистых районах. В городе Вольске Саратовской области в питьевой воде, по сравнению с ПДК по СанПиНу и ВОЗ, выявлено загрязнение химическими элементами 1-го и 2-го классов опасности –

свинцом и хромом. По сравнению с химическим составом питьевой воды источников водоснабжения условно чистых регионов, в селебитных зонах, в городах цементной индустрии выявлено значительное превышение химических элементов 1-го, 2-го, 3-го и 4-го классов опасности. Сделан вывод, что промышленные предприятия по производству цемента являются источником загрязнения воды.

Такое положение дел, естественно, оказывает влияние на здоровье населения. Так, например, в статьях анализируется микроэлементный состав волос и ногтей, а также мочи у 37 детей в возрасте от 1 до 18

лет, проживающих в регионе с цементной промышленностью, и у 20 детей из условно чистых регионов. В количественном химическом анализе волос и ногтей у детей основной группы, по сравнению с контрольной, отмечается дисбаланс микроэлементов, превышение в ногтях содержания алюминия, железа, кальция, кобальта, кадмия, свинца, мышьяка, стронция, хрома, бария, молибдена, титана и цинка. В волосах имеет место накопление кадмия, цинка, мышьяка, сурьмы, хрома, кобальта, молибдена, меди, ванадия, магния, бария, бора, висмута. А это ведет, в свою очередь, ко множественным заболеваниям.

Пыль клинкерообжигательных печей также является и источником радиоактивных элементов. В работах исследован дисперсный и химический состав пыли клинкерообжигательных печей. Проанализировано распределение тяжелых металлов по фракциям пылевых частиц, установлены основные источники обогащения пыли тяжелыми металлами. Показано присутствие радионуклидов в пыли клинкерообжигательных печей.

В связи с этим использование пыли клинкерообжигательных печей в качестве удобрения или мелиоранта почвы является несколько необдуманным.

Также сомнительно использование пыли клинкерообжигательных печей в сельском хозяйстве при защите растений от вредителей. А в работе показано, что газоочистная пыль с циклонов Зыковского (ЗКЗ) и Ачинского (АКЗ) керамзитовых заводов Красноярского края, а также газоочистная пыль с электрофильтров Красноярского цементного завода (КЦЗ)

являются хорошими адсорбентами и могут быть использованы как консерванты-опудриватели для сохранения картофеля в зимнее время, что также защищено патентами Российской Федерации.

Более перспективным следует считать использование пыли клинкерообжигательных печей в экологических целях. Изобретение относится к экологии, конкретнее – к обработке почвы, загрязненной нефтяными веществами. Способ включает нанесение на загрязненную поверхность пыли клинкерообжигательных печей, улавливаемой электрофильтрами из отходящих газов вращающихся печей цементных заводов, с влажностью не более 2%, слоем 1–5 см и перемешивание со слоем почвы 5–10 см.

Изобретение предназначено для уничтожения болезнетворных микроорганизмов в отходах. Отходы смешивают с пылью клинкерообжигательных печей, отстаивают, выдерживают при pH 12 в течение по меньшей мере 2 ч при подъеме температуры смеси до заданного уровня, в закрытой камере в течение заданного промежутка времени. Устройство включает камеру смешения отстоя и средство для смешивания. Нагревательные элементы обеспечивают подачу дополнительного тепла в отстой. Заданный уровень pH отстоя регулируют приборами для измерения pH. Способ обеспечивает снижение уровня содержания болезнетворных микроорганизмов в отходах в соответствии с существующими нормами при повышении экономичности процесса.

Список литературы:

1. Абдуллаева Н.А., Исаев А. Б. Получение удобрения из отходов содового производства электролизом // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2008. – № 1. – С. 46–47.
2. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов в Республике Узбекистан – 2008 (Ретроспективный анализ за 1988–2007 гг.) / под ред. Б.Б. Алиханова. – Ташкент : ENK, 2008. – 298 с.
3. Постановление Президента Республики Узбекистан № ПП-1442 от 15 декабря 2010 года «О приоритетах развития промышленности Республики Узбекистан в 2011–2015 годах». Ташкент : Канцелярия № 1, 2010. – 10 с.
4. Постановление Президента Республики Узбекистан от 23 августа 2017 года № ПП-3236 «О программе развития химической промышленности на 2017–2021 годы».
5. Состояние окружающей среды в городе с развитой цементной промышленностью / М.В. Кудин, А.В. Скрипкин, Ю.Н. Федоров, Т.Н. Ковинская / II Межрегиональная научная конференция «Актуальные проблемы медицинской науки и образования» (24–25 апреля 2009 г.). – Пенза, 2009. – С. 67–68.
6. Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № УП-4947 «Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям Республики Узбекистан в 2017–2021 годах».

ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИИ ИЗОМЕРНЫХ АМИНОФЕНОЛОВ С ХЛОРАЦЕТИЛХЛОРИДОМ

Абдушукуров Анвар Кабирович

д-р хим. наук, профессор, Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: abdushukurov-ximik@mail.ru

Юсуфов Мухриддин Саидович

докторант, Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: yusufov_ms@mail.ru

INVESTIGATION OF THE REACTION OF ISOMERIC AMINOPHENOLS
WITH CHLOROACETYLCHLORIDE**Anvar Abdushukurov**

Doctor of Chemical sciences, professor, National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Mukhriddin Yusufov

PhD student of National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты хлорацетилирования аминифенолов. Реакции проведены в присутствии уксусной кислоты, ацетонитрила, тетрагидрофурана. Разработаны методы очищения полученных веществ, строение которых доказано ИК-, ПМР-, масс-спектроскопией.

ABSTRACT

In article the results of chloroacetylation of aminophenols are presented. Conducting in the presence of acetic acid, acetonitrile, tetrahydrofuran as a solvent. Found methods for purification of the obtained substances. The structure of synthesized substances is proved by methods of IR, PMR, mass spectroscopy.

Ключевые слова: хлорацетилирование, аминифенол, 2-хлоро-N-(2-гидроксифенил)ацетамид, 2-хлоро-N-(3-гидроксифенил)ацетамид, 2-хлоро-N-(4-гидроксифенил)ацетамид, 2-(2-хлороацетидамино)фенил-2-хлорацетат, 3-(2-хлороацетидамино)фенил-2-хлорацетат, 4-(2-хлороацетидамино)фенил-2-хлорацетат.

Keywords: chloroacetylation, aminophenol, 2-chloro-N-(2-hydroxyphenyl) acetamide, 2-chloro-N-(3-hydroxyphenyl)acetamide, 2-chloro-N-(4-hydroxyphenyl)acetamide, 2-(2-chloroacetamido)phenyl-2-chloroacetate, 3-(2-chloroacetamido)phenyl-2-chloroacetate, 4-(2-chloroacetamido)phenyl-2-chloroacetate.

Продукты реакции хлорацетилирования широко используются в химической промышленности, медицине и сельском хозяйстве [4]. Поэтому продукты хлорацетилирования ароматических углеводов и их производных имеют важную роль в народном хозяйстве [2]. На основе их получают лекарственные препараты для фармацевтики, стабилизаторы для полимеров, а также пестициды для защиты растений в сельском хозяйстве. Токсичность N-ацелированного производного анилина (ацетанилид) относительно низкая, но его употребление длительное время приводит к отравлению организма [1]. Токсичность п-аминофенола низкая, и он легко выводится из организма. Поэтому синтез малотоксичных лекарственных препаратов на основе производных аминифенолов, а также синтез новых хлорацетилпродуктов и их производных, изучение их биологических свойств

являются важной задачей синтетической органической химии. На кафедре органической химии НУУЗ в течение многих лет изучаются реакции хлорацетилирования ароматических углеводов, фенолов и их производных [4, 2, 1].

При использовании разработанных методик изучено хлорацетилирование аминифенолов. Замещением атома хлора на различные заместители в молекуле хлорацетилпроизводного п-аминофенола можно получить различные препараты, применяемые в медицине. С этой целью проведено хлорацетилирование изомерных аминифенолов хлорацетилхлоридом при мольном соотношении реагентов 1:1.

В молекулах аминифенолов имеются несколько реакционных центров, поэтому выбор условий реакций имеет основную роль при проведении опытов, иначе может образоваться смесь N- и O-диацилпродуктов, разделение которых осложняет

процесс [3]. Результаты проведенных опытов показали, что при мольном соотношении реагентов 1:1 образуются только N-ацилпродукты:

I) Синтез 2-хлоро-N-(2-гидроксифенил)ацетамида. В круглодонную колбу, снабженную обратным холодильником, вносили 1,09 г (0,01 моль) о-аминофенола и полностью его растворяли, добавляя 30 мл ацетонитрила и 1,38 г (0,01 моль) K_2CO_3 . При охлаждении к раствору добавили по каплям 0,8 мл (0,01 моль) хлорацетилхлорида, после чего полученную смесь перемешивали в течение 4 часов при комнатной температуре. После чего растворитель отгоняли в вакууме, оставшийся продукт растворяли в 20 мл этилацетата и 2 раза промывали водой. Органический слой отделяли с помощью делительной воронки. Этилацетат отгоняли перегонкой. Полученный продукт – темно-желтые аморфные кристаллы. Т. пл. – 138–139 °С. Выход – 84% (1,55 г). ^1H NMR ($\text{DMSO}-d_6$) δ 10,0 (br s, 1H), 9,45 (br s, 1H), 7,90 (dd, 1H, $J = 8,0$ и 1,5 Hz), 6,93 (m, 2H), 6,78 (dt, 1H, $J_d = 1,7$ и $J_t = 7,6$ Hz). ESI-MS вычислено для $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2\text{NCl}$ 185,0243 найдено: 186,0316. ИК-спектр, cm^{-1} : 1654 – сильные валентные колебания амидной связи, 3113 – сильные валентные колебания NH-связи амидной группы, 1458–1548 – валентные колебания $\text{C}=\text{C}$ -связи ароматического кольца, 760–862 – деформационные колебания ароматического кольца, 1265 – валентные колебания C-N-связи, 3365 – сильные валентные колебания OH-группы.

II) Синтез 2-хлоро-N-(3-гидроксифенил)ацетамида. В круглодонную колбу, снабженную обратным холодильником, вносили 1,09 г (0,01 моль) м-аминофенола и его растворяли, добавляя 30 мл тетрагидрофурана и 1,38 г (0,01 моль) K_2CO_3 . При охлаждении к раствору добавили по каплям 0,8 мл (0,01 моль) хлорацетилхлорида, после чего полученную смесь перемешивали в течение 4 часов при комнатной температуре. Затем растворитель отгоняли в вакууме, оставшийся продукт растворяли в 20 мл этилацетата и 2 раза промывали водой. Органический слой разделяли с помощью делительной воронки. Этилацетат отгоняли перегонкой. Полученный продукт – желтые аморфные кристаллы. Т. пл. – 136–137 °С. Выход: 70% (1,29 г). (400 MHz; $\text{DMSO}-d_6$) 4,22

(2H, s, CH_2), 6,48 (1H, dd, $J = 8,0$ и 2,0 Hz, 60-H), 6,94 (1H, d, $J = 8,5$ Hz, 40-H), 7,09 (1H, t, $J = 8,1$ Hz, 50-H), 7,17 (1H, t, $J = 2,0$ Hz, 20-H), 9,48 (1H, s, OH) и 10,18 (1H, s, NH). ESI-MS вычислено для $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2\text{NCl}$ 185,0243 найдено: 186,0317. ИК-спектр, cm^{-1} : 1676 – сильные валентные колебания амидной связи, 3110 – сильные валентные колебания NH-связи амидной группы, 1454–1564 – валентные колебания $\text{C}=\text{C}$ -связи ароматического кольца, 776–865 – деформационные колебания ароматического кольца, 1276 – валентные колебания C-N-связи, 3373 – сильные валентные колебания OH-группы.

III) Синтез 2-хлоро-N-(4-гидроксифенил)ацетамида. В круглодонную колбу, снабженную обратным холодильником, вносили 30 мл насыщенного раствора ацетата натрия в уксусной кислоте, 1,09 г (0,01 моль) п-аминофенола добавили медленно и смесь охлаждали до –2 °С. При охлаждении к раствору добавили по каплям 0,8 мл (0,01 моль) хлорацетилхлорида, после чего полученную смесь перемешивали в течение 2 часов при комнатной температуре. Затем реакционную смесь фильтровали и фильтрат промывали два раза водой. Полученный продукт – белые кристаллы. Т. пл. – 148 °С. Выход: 72% (1,33 г). ^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$) δ : 4,19 (s, 2H), 6,72 (d, $J = 8,8$ Hz, 2H), 7,37 (d, $J = 8,8$ Hz, 2H), 9,30 (s, 1H), 10,04 (s, 1H). ESI-MS вычислено для $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2\text{NCl}$ 185,0243 найдено: 186,0318. ИК-спектр, cm^{-1} : 1656 – сильные валентные колебания амидной связи, 2923 – сильные валентные колебания NH-связи амидной группы, 1512–1539 – валентные колебания $\text{C}=\text{C}$ -связи ароматического кольца, 769–836 – деформационные колебания ароматического кольца, 1239 – валентные колебания C-N-связи, 3315 – сильные валентные колебания OH-группы.

Заключение. Изучен процесс хлорацетилирования изомерных аминофенолов и сделан вывод, что эти реакции идут при низких температурах. Структура полученных продуктов подтверждены ИК-, ПМР-, масс-спектроскопией.

Список литературы:

1. Абдушукуров А.К. Перегруппировка м-толилхлорацетата // Узб. хим. журн. – 2005. – № 1. – С. 21–22.
2. Абдушукуров А.К. Перегруппировка фенолхлорацетата в присутствии малых количеств катализаторов // Узб. хим. журн. – 2005. – № 2. – С. 26–28.
3. Гриненко В.В. Синтез, фізико-хімічні та фармакологічні властивості похідних 2-гідроксіоксанилової та 2-гідроксималонанілової кислот: Автореф. – Харків, 2008. – С. 6–15.
4. Чориев А.У., Абдушукуров А.К. Синтез 3-Метоксифенилхлорацетата и реакции его с фенолом, 4-бромфенолом, 4-метоксифенолом и 4-хлорфенолами // Узб. хим. журн. – 2014. – № 1. – С. 16–18.

ЭНЕРГЕТИКА

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ПОВРЕЖДАЕМОСТИ ЗМЕЕВИКОВ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ
ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ**Эргашев Махмуд***ст. преп., Алмалыкский филиал Ташкентского
Государственного технического университета им. Ислама Каримова,
Узбекистан, г. Алмалык***Садуллаев Зарип Шарипович***ст. преп., Алмалыкский филиал Ташкентского
Государственного технического университета им. Ислама Каримова,
Узбекистан, г. Алмалык***Рахматуллаева Шохиди Миродиловна***ассистент, Алмалыкский филиал Ташкентского
Государственного технического университета им. Ислам Каримова,
Узбекистан, г. Алмалык
E-mail: jaxongir.butunov@mail.ru*

RESEARCH OF CAUSES OF DAMAGE TO HIGH PRESSURE HEATERS COILS

Mahmud Ergashev*Senior Lecturer, Almalyk branch of Tashkent, State Technical University. Islam Karimov,
Uzbekistan, Almalyk***Zarip S. Sadullaev***Senior Lecturer, Almalyk branch of Tashkent, State Technical University. Islam Karimov,
Uzbekistan, Almalyk***Shokhida M. Rakhmatullaeva***assistant, Almalyk branches of Tashkent, State technical University named after Islam Karimov,
Uzbekistan, Almalyk*

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены причины повреждения змеевиков подогревателей высокого давления энергоблоков. Проведено исследование поврежденных участков змеевиков подогревателей. Выявлена связь между качеством водоподготовки и повреждениями змеевиков.

ABSTRACT

The article discusses the causes of damage to the coils of high-pressure heaters of power units. The study of damaged sections of coil heaters. The relationship between the quality of water treatment and damage to the coils is revealed.

Ключевые слова: Подогреватель высокого давления, коррозионно-усталостные трещины, эрозия-коррозия, змеевик, водородная коррозия, транскристаллитная трещина.

Keywords: High pressure heater, corrosion-fatigue cracks, erosion-corrosion, coil, hydrogen corrosion, transcrystal-line crack.

Статистика повреждения элементов энергоблоков, находящихся под давлением показывают что 10-12 % всех повреждений приходится на долю подогревателей высокого давления (ПВД). При этом около 70-75 % повреждений относятся к повреждениям гибов

змеевиков поверхности теплообмена. Повреждения змеевиков приводят к вынужденному останову энергоблоков, к вскрытию корпуса ПВД, к замене поврежденных змеевиков. Плотное расположение змеевиков и недоступность для замены внутренних змеевиков требует установки заглушек. Большое

количество установленных заглушек приводит к изменению параметров рабочей среды таких, как скорость движения пара, местной температуры. Следует также отметить сложность и большой объем ремонтных работ, недовыработка электроэнергии в период проведения ремонта. ПВД выполнены в виде

коллекторной системы, змеевики выполнены из труб $\varnothing 32 \times 5$ мм, материал – сталь 20. В таблице 1 приведен химический состав и механические свойства стали 20.

Таблица 1.

Химический состав в % стали марки 20

C		Si		Mn		Ni	
0,17–0,24		0,17–0,37		0,35–0,65		до 0,25	
S		P		Cr		Cu	As
До 0,04		до 0,04		до 0,25		до 0,25	до 0,08

Механические свойства стали

$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_s , %	Ψ , %	ξ , Дж/м ²
195	390	26	55	59

При достижении времени эксплуатации более 120 тыс.ч. наблюдается большое число повреждений змеевиков ПВД, зависящих от места ПВД в системе

регенерации высокого давления. Параметры рабочей среды ПВД приведены в таблице 2

Таблица 2.

Параметры рабочей среды ПВД

Давления P, МПа	Температура		Буг сарфи, т/ч
	на входе среды T ₁ , °C	на выходе среды T ₂ , °C	
15,2	446	219	33

Согласно руководящих документов, [1,2] установлены сроки контроля змеевиков ПВД, предусматривающие необходимость проведения ультразвуковой толщинометрии в период очередного капитального ремонта энергоблока, но не ранее чем через 6 лет. При положительных результатах толщинометрии, межремонтный период может составлять 8 лет.

В период проведения первой толщинометрии выявляются змеевики, имеющие овальность, больше чем допускаемые 12 %. На змеевиках, имеющих овальность более чем 12% обычно наблюдается утоньшение стенок растянутой частигиба и повреждения в области нейтральной оси. Исследования поврежденных гибов показали, что в этой области имеются множество коррозионно-усталостных трещин, гиб имеет большую овальность. При большой овальностигиба змеевиков напряжения внутренней поверхности в области нейтральной оси в 1,5-2 раза выше, чем в растянутой частигиба. Это способствует интенсивному развитию коррозионных процессов, когда первоначально возникают коррозионные язвы, дальнейшее развитие цепочки коррозионных язв, и как следствие, появляются коррозионно-усталостные трещины.

Рисунок 1. Коррозионные язвы на наружной поверхности змеевика

Повреждение змеевиков зависит не только от геометрии сечений, но и от эрозии и эрозионно – коррозионного износа как с водяной, так и с паровой стороны. Известно, что стойкость металла к эрозионно-коррозионному износу напрямую связана с водно-химическим режимом и рабочих параметров подогревателей. По литературным данным сильное влияние на эрозионно-коррозионный износ оказывает химически нейтральная вода, где кислород отсутствует или присутствует в очень малых объемах. Данные источников по оптимальному содержанию кислорода при различных значениях pH воды противоречивы. Источники приводят данные испытаний, проведенных при различных концентрациях кислорода при температурах, отличающихся от температурных условий работы ПВД. На рисунке 2 приведено влияние рабочей температуры

среды на скорость эрозионно-коррозионного износа углеродистой стали.

Рисунок 2. Влияние рабочей температуры среды на скорость эрозионно-коррозионного износа углеродистой стали

Следует отметить, что на величину процесса износа значительное влияние оказывает качество подготовки питательной воды и скорость движения

среды. Низкое качество водоподготовки является одной из причин увеличения повреждаемости змеевиков ПВД.

Увеличение температуры рабочей среды интенсифицирует образование защитного магнетитового слоя и как следствие, к уменьшению эрозионно-коррозионных процессов. Малая скорость движения среды и низкое качество воды увеличивает механическое воздействие потока на малопрочный защитный слой, плохо сцепленного с поверхностью трубы.

На величину износа влияет так же неравномерное распределение воды по змеевикам, особенно когда большое количество змеевиков заглушены, а также нарушение гидродинамики потока среды из-за несоосности трубы и отверстия коллектора в зоне приварки змеевиков к коллектору.

Исследования поврежденных змеевиков показали, что практически большинство повреждений однотипны. Повреждения имеют вид выкрашиваний, хрупкие, бездеформационного характера или одиночные сквозные свищи размером от 3 до 17 мм, и скопление свищей. Наблюдаются повреждения в зоне нейтральной оси участками протяженностью от 20 мм до 280 мм (рис.3).

Рисунок 3. Поврежденные участки змеевиков

Кратеры эрозионно-коррозионного износа имеют участки в виде скоплений микротрещин, пор, надрывов и развитых микротрещин, характерных для водородной коррозии. Толщина стенок вокруг поврежденных участков с большой протяженностью имеет первоначальную толщину или находится в пределах допуска, что так же свидетельствует о наличии водородной коррозии.

По внутренней поверхности труб наблюдается массовое растрескивание металла. Глубина распространения составляет до 2,0 мм, что составляет 40% от общей толщины трубы. Значительное количество микротрещин и трещин — надрывов имеются на участках, расположенных вблизи повреждений (рис. 4).

Рисунок 4. Трещины в районе повреждения змеевика

Исследование микроструктуры поврежденных участков показали обезуглероживание металла со стороны наружной поверхности трубы. Наружная поверхность змеевиков ПВД в районе изгибов поражена углекислотной язвенной коррозией, покрытой рыхлыми многослойными отложениями темно-коричневого цвета. Толщина покрытий колеблется в пределах от 1 до 3,5 мм.

Рисунок 5. Отложения на поверхности змеевиков

Под рыхлыми отложениями имеется налеты и серая окисная пленка. Под пленкой коррозионные язвыны различных размеров, достигающих 5,0 мм. Остаточная толщина стенок 2,5-3,0 мм. Дефектные змеевики расположены в зоне охлаждения пара и в средней зоне ПВД.

Исследованиями микроструктуры контрольных вырезов были выявлены признаки начальной стадии развития водородной коррозии металла змеевиков. На образцах наблюдаются микротрещины и их скопление, поры, микровыкрашивание, на некоторых образцах – развитые транскристаллитные трещины.

Водородная коррозия гибов змеевиков в большинстве исследованных образцов берет начало со стороны наружной стенки трубы и развивается вглубь по толщине (рис. 6 а, б).

а)

б)

Рисунок 6. Микротрещины поврежденных участков

Повреждения гибов змеевиков связаны в основном качеством водоподготовки и эксплуатационными режимами. Известно, что водород в металл

проникает из-за наличия органических соединений в паровом тракте, присосов охлаждающей воды конденсатора в конденсат, из добавочной воды для подпитки.

Интенсификация коррозионных процессов змеевиков происходит, когда водород находится в ионизированном и в молекулярном состоянии. Образуя с углеродом металла трубы CH_4 , водород скапливается на границах зерен или в дефектных зонах и создавая давление ослабляет, и в конечном счете разрушает металл за счет образованных микротрещин и микронадрывов, их слияния.

Исследованиями поврежденных гибов змеевиков, а также контрольных вырезов подтверждены наличие водородной коррозии и даны рекомендации по уменьшению влияния водорода на состояние змеевиков ПВД.

Выводы

1. Выявленные дефекты металла гибов змеевиков ПВД типа выкрашивания, хрупкое разрушение стенки, транскристаллитные трещины является результатом водородной коррозии.
2. Водородная коррозия начинается с наружной поверхности гибов. Источником водорода является пар в корпусе ПВД.
3. Наружная поверхность труб повреждены из-за язвенной углекислотной коррозии, связанной с качеством водоподготовки, т.е. попаданием в рабочую среду активных форм водорода.

Список литературы:

1. Ц-03-84(т) О проведении ультразвуковой дефектоскопии змеевиков ПВД– М. Энергоиздат. 1981–5с.
2. СО 153–34.17.439–2003 Инструкция по продлению срока службы сосудов, работающих под давлением. –М. ОРГРЭС–86с.
3. Эрозионно–коррозионные изнашивание энергетического оборудования\\ Энергетическое машиностроение\\ Экспресс информация 1986. Вып. 5 М. с. 38
4. Вайнман А.Б., Меликов Р.К., Смиян О.Д. Водородное охрупчивание элементов котлов высокого давления. – Киев: Наука думка, 1990–268с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ ПЛОСКОГО ФРЕНЕЛЕВСКОГО ЛИНЕЙНОГО ЗЕРКАЛЬНОГО СОЛНЕЧНОГО КОНЦЕНТРАТОРА

Кучкаров Акмалжон Ахмадалиевич

*PhD, Ферганский политехнический институт,
Фергана, Узбекистан
E-mail: a.kuchkarov@ferpi.uz*

Муминов Шермухаммад Абдушукур угли

*ассистент, Ферганский политехнический институт,
Фергана, Узбекистан
E-mail: ims-79@mail.ru*

MODELING AND CREATION OF A FLAT FRESNEL LINEAR MIRROR SOLAR CONCENTRATOR

Akmaljon Kuchkarov

*PhD, Ferghana Polytechnic Institute,
Ferghana, Uzbekistan*

Shermuhhammad Muminov

*Assistant, Ferghana Polytechnic Institute,
Ferghana, Uzbekistan*

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматривается моделирование, разработка и оптимизация оптико-геометрических параметров френелевских линейных зеркальных солнечных концентраторов. Изучены геометрические, энергетические и тепловые характеристики зеркальных солнечных концентраторов. Выявлены закономерности изменения в фокальной плоскости, позволяющие выбрать оптимальный размер приемника излучения. Определены значения размеров приемника, длины фокальной плоскости и значения плотности энергии в фокальной плоскости, определенные с использованием программы Energy_View из пространственного распределения концентрированной солнечной энергии в фокальной плоскости. Разработано программное обеспечение для определения размера фокуса линейных френелевских зеркальных солнечных концентраторов в фокальной плоскости. Был определен термический КПД линейного френелевского концентратора с размерами 1,2x1,5 м. Показано, что установки на основе френелевских зеркал расширят возможности для разработки и внедрения энергоэффективных методов и технологий в государственном и бытовом секторах.

ABSTRACT

This article discusses the modeling, development and optimization of the optical-geometric parameters of Fresnel linear mirror solar concentrators. The geometric, energy, and thermal characteristics of mirror solar concentrators have been studied. The regularities of changes in the focal plane are revealed, allowing one to choose the optimal size of the radiation receiver. The values of the receiver dimensions, the length of the focal plane, and the energy density values in the focal plane determined using the Energy_View program from the spatial distribution of concentrated solar energy in the focal plane are determined. Software has been developed for determining the focus size of linear Fresnel mirror solar concentrators in the focal plane. The thermal efficiency of a linear Fresnel concentrator with dimensions of 1.2 x 1.5 m was determined. It is shown that installations based on Fresnel mirrors will expand the possibilities for the development and implementation of energy-efficient methods and technologies in the public and domestic sectors.

Ключевые слова: зеркальные концентрирующие системы, facets, модуль, концентратор, приемник, френелевское зеркало.

Keywords: mirror concentrating systems, facets, module, concentrator, receiver, Fresnel mirror.

Введение

Одной из ключевых задач в современной быстро растущей отрасли солнечной энергетики является улучшение интеграции солнечной энергии за счет использования зеркальных концентрирующих систем

(ЗКС), направленных на улучшение технико-экономических показателей солнечных установок, которые содержат много отражающих элементов. В связи с этим при разработке солнечных концентраторов широко используются их параболоидные виды

[8,9,13]. Однако подготовка параболоидных концентраторов сложна. Это требует разработки простых конструкций для проектирования зеркальных систем, которые воплощают солнечное излучение, включая устройства солнечной энергии с линейной фокусировкой [7,10,14,15, 17].

Такие типы солнечных концентраторов могут включать в себя плоские системы на основе зеркал Френеля. Плоские френелевские зеркальные концентраторы технологически удобны, хотя и имеют более низкую концентрацию. В настоящее время широкий спектр линейных зеркал на основе зеркал Френеля используется при преобразовании энергии солнечного излучения в другие виды энергии [4,11,12]. Принцип действия таких структур заключается в том, что все линейное излучение направляет излучение солнца в однолинейную зону фокусировки, независимо от расположения фасет элемента [5,17].

Моделирование

Принципиальная схема размещения отдельных граней отражателя на плоской основе и их геометрических параметров, включая размеры фасет отражающего элемента, показана на рис.1. Определим начальные условия для расчета. В частности, ширина линейных элементов-фасет (L), оптимальный размер фокального пятна (d), фокусное расстояние (f) в соответствии с размером миделем концентратора, точность изготовления отражающей поверхности ($\Delta\alpha$) и видимым углом Солнца (γ_0).

Оптимальный размер приемника ($d_{opt} = 2r_{opt}$) с учетом размеров отдельных отражательных элементов линейных френелевских концентраторов был выполнен по выражению, приведенному в [2,6,16]:

Рисунок 1. Формирование плотности фокусного пятна и размеров рассеяния линейных френелевских концентраторов

Для определения ширины (L) отдельных линейных элементов по схеме показанной на рис.1 используется следующее выражение

$$a^2 = f^2 + y^2 = f \sqrt{1 + 4tg^2 \frac{U}{2}},$$

$$\frac{y}{a} = \sin U_{onm}, \quad a = \frac{y}{\sin U_{onm}}. \quad (1)$$

$$L = f \frac{\left(1 + tg^2 \frac{U}{2}\right)^2 tg(\gamma_0 + \Delta\alpha)}{1 - tg^2 \frac{U}{2} - 2tg \frac{U}{2} tg(\gamma_0 + \Delta\alpha)} \sqrt{1 + tg^2 \frac{U}{2}} \quad (2)$$

Для определения оптимального угла раскрытия $tg U_{opt}$ параболоцилиндрического концентратора с линейной фокусировкой используется следующее выражение [1]:

$$tg U_{opt} = -tg(\gamma_0 + \Delta\alpha) + \sqrt{1 + tg^2(\gamma_0 + \Delta\alpha)} = 44^\circ 52' \quad (3)$$

Используя выражение (3) можно определить оптимальный угол раскрытия отдельных зеркал на основании следующим образом:

$$tg \frac{U_{opt}}{2} = -\sqrt{1 + tg^2 \gamma} + \sqrt{2(1 + tg^2 \gamma + tg \gamma \sqrt{1 + tg^2 \gamma} - tg \gamma)} = 22^\circ 26' \quad (4)$$

где $\gamma = \gamma_0 + \Delta\alpha = 16' + 16' = 32'$, $tg \gamma = 0,0093$.

Фокусное расстояние определяется следующим выражением:

$$f = \frac{y}{2tg \frac{U_{opt}}{2}}, \quad (5)$$

где y – половина размера мидели концентратора.

Точное расположение отдельных зеркал относительно фокуса важно для улучшения оптических характеристик френельского линейного концентратора. Для этого углы раскрытия линейных фасет

определяются на основе теоретических расчетов. В следующей таблице №1 приведены углы раскрытия зеркал на основании линейного френелевского концентратора с размерами 1,5х1,2 м.

Таблица 1.

Изменение углов раскрытия отдельных отражательных элементов в зависимости от расположения их на основании

Номер фасет n_i	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Углы раскрытия $\text{tg} U_{\text{opt}}$	0.33'	4 ⁰ 32'	8 ⁰ 27'	12 ⁰ 14'	15 ⁰ 9'	19 ⁰ 53'	23 ⁰	26 ⁰ 3'	29 ⁰ 42'	32 ⁰ 36'

Степень концентрации солнечного излучения (C_{cp}) в линейных френелевских концентраторах определяется углом раскрытия:

$$C_{\text{cp}} = \frac{\left(1 - \text{tg}^2 \frac{U_{\text{opt}}}{2}\right) \left[1 - \text{tg}^2 \frac{U_{\text{opt}}}{2} - 2 \text{tg} \frac{U_{\text{opt}}}{2} \text{tg}(\gamma_0 + \Delta\alpha)\right]}{2 \text{tg} \frac{U_{\text{opt}}}{2} \left(1 + \text{tg}^2 \frac{U_{\text{opt}}}{2}\right) \text{tg}(\gamma_0 + \Delta\alpha)} \quad (6)$$

Плотность потока излучения в фокальной плоскости можно рассматривать как сумму доли энергии отдельных фасет элементов. Можем написать следующее выражение, чтобы определить максимальный поток излучения E :

$$E = E_c R_z S_f \sum_{i=1} \cos(U_i / 2) \cos(90^\circ - U_i) \quad (7)$$

где E_c - прямой поток солнечного луча, R_z - коэффициент отражательной способности, S_f поверхность отдельного элемента – фасеты, U_i - угол раскрытия отдельных зеркал.

Распределение плотности энергии по длине приемника в фокальной плоскости френельского линейного концентратора с размерами 1,2х1,5 м можно рассчитать по формуле (7) на основе принципа сложения отдельных вкладов отражения [3]. На рис.2 представлены результаты, полученные из теоретических расчетов и измерений на практике.

Рисунок 2. Распределение плотности энергии по длине приемника френелевских концентраторов с размерами 1,2х1,5 м. 1 – результаты теоретического расчета; 2 – результаты эксперимента

Очевидно, что из рассматриваемого подхода выходит, что это распределение имеет приблизительно П-образную форму. Как видно из графиков на рис.2, результаты теоретических расчетов показывают, что они близки к значениям экспериментальных измерений. Мы видим 7% отклонения фокусных пятен на поверхности приемника при плотности энергии центрального поля, видимом угле Солнца (γ) и точности изготовления отражающей поверхности ($\Delta\alpha$).

Технические решения

В результате вышеприведенных расчетов был разработан солнечный концентратор на основе отражающих элементов Френеля. Основные параметры экспериментального устройства описаны ниже. В результате измерений определено, что коэффициенты отражения отдельных фасет составляют 0,78-0,8.

Рисунок 3. Экспериментальная установка плоского зеркального концентратора на основе зеркал Френеля

Устройство имеет размеры 1,2х1,5 метра, фокусное расстояние 0,86 метра. В качестве приемника излучения использовалась тепловая труба диаметром 5 см. Приемник состоит из 22 плоских фасет с размерами 5х1500 мм. Линейный френелевский концентратор установлен на двухосном штативе и может двигаться в азимутальном и зенитном направлениях.

Метод измерения

Для измерения оптико-энергетических характеристик отражающих систем в приемнике излучения используются калориметрический, радиометрический, фотометрический и другие методы [18]. Используются современные методы дистанционного

зондирования для определения распределения интенсивностей потока излучения на поверхности разрабатываемого устройства. Используемый метод измерения [19] применялся для определения энергетических параметров точечных солнечных концентраторов. Благодаря совершенствованию этого метода было разработано обобщенное программное и аппаратное обеспечение для дистанционного измерения оптико-энергетических характеристик фокусирующих концентраторов и для всестороннего анализа полученных данных. Суть метода заключается в оцифровке изображения солнца на фокусе концентратора, полученного с помощью цифровой камеры. На рисунке 4 показано пространственное распределение интегральных потоков солнечной радиации в фокальной плоскости, полученных с помощью программного обеспечения Energy_View. Результаты для ширины (X) и длины (Y) приемника и плотности энергии (Z) были получены путем обработки изображения в Energy_View полученного на фокальной плоскости френелевского концентратора размером 1,2х1,5 м с использованием экрана размером 7х60 см, установленного на фокальной плоскости.

На рис.4 приведены значения размеров приемника, длины фокальной плоскости и значения плотности энергии в фокальной плоскости, определенные с использованием программы Energy_View из пространственного распределения концентрированной солнечной энергии в фокальной плоскости. Очевидно, значение координаты (Y) составляет 5,5 сантиметра. В разработанной установке использован приемник шириной 5 см. Можно сказать, что точ-

ность отражающей поверхности установки составляет $\Delta\alpha=4$ угловых минут, а отклонение концентрированной энергии в центре составляет 10%.

Рисунок 4. Относительные значения интенсивности энергии (X, Y, Z) в фокальной плоскости полученные с помощью программы Energy_View

Экспериментальные результаты тепловых характеристик разработанного солнечного устройства были изучены в естественных условиях. На вход и выход приемника (трубы), установленной в фокальной плоскости был монтирован термодатчик (термопара с хромированной катушкой) и экспериментально было получено изменение температуры теплоносителя (воды) по времени с использованием пакета программ TRACE MODE и TPM -универсального терморегулятора (Рис.5).

Рисунок 5. Изменение температуры теплоносителя (вода) по времени.
1 – температура тепла (воды) на выходе 1; 2 – температура теплоносителя (воды) на входе

Как видно из рис.5, прямой поток солнечного излучения $E_c = 700 \div 930$ Вт / м², при скорости ветра $v = 5$ м / с, температура теплоносителя (воды) со временем увеличилась до 75 °С. Температура исходного теплоносителя (воды) составляла 18 °С.

Для определения теплового КПД устройства рассчитывали общую энергию, полученной приемником по следующей формуле:

$$Q_{total} = E_{year} S_{fm} R_z R_{\pi} \sigma$$

где $S_{fm} = 1.8$ м² – общая поверхность отражающей поверхности устройства, $R_z = 0,78$ – коэффициент отражения, $R_{\pi} = 0,81$ – коэффициент поглощения лучепоглащающей поверхности, $\sigma = 0,85$ – фактор, учитывающий конструкцию устройства, системы

слеживания солнечной системы и свойства отражающей поверхности.

Суммарный прямой поток солнечной радиации по [20] за год составляет $1900 \text{ кВт} \cdot \text{с} / \text{м}^2$. Учитывая это, тепловая энергия, что может быть достигнута френелевским концентратором размерами $1.2 \times 1.5 \text{ м}$ составляет

$$E_{\text{year}} S_{fm} R_z R_{\Pi} \sigma = 1900 * 1000 * 60 * 60 * 1,8 * 0,78 * 0,81 * 0,85 = 6,61 \cdot 10^9 \text{ Джоуль}.$$

Это означает, что на таком типе установках можно получить энергию до $3,67 \cdot 10^9$ Джоулей в год с каждого 1 м^2 . Удобно сравнивать тепловую энергию, получаемую устройством, с использованием общепринятых концепций различных видов традиционных видов топлива. Эквивалент 1 кг твердого (жидкого) и 1 м^3 условного топлива эквивалентен $29,3 \text{ МДж}$ или 7000 ккал (расчетная калорийность 1 кг угля). Калорийный эквивалент (КЕ) используется условно для перевода натурального топлива в традиционный вид топлива. При преобразовании годовой энергии, получаемой от устройства, в обычное топливо имеем эквивалент $6,61 \cdot 10^9 / 29,3 \cdot 10^6 = 256 \text{ кг}$ условного топлива.

Кроме того, учитывая экологические последствия этой проблемы, энергия, генерируемая солнечными устройствами, является экологически чистой. Когда обычное топливо используется в угле, нефти, газе и т.д., образуется углекислый газ (CO_2). Солнеч-

ная энергия, вырабатываемая нашей солнечной установкой, производила бы 983 кубических метра углекислого газа (эквивалентно $1,7 \text{ м}^3 / \text{кг}$) при получении этой энергии из 256 кг угля.

Используя приведенные выше общие формулы, численные расчеты и методы измерения, можно определить оптико-геометрические и оптико-энергетические параметры линейных френелевских концентраторов. Закономерности изменения в фокальной плоскости позволяют выбрать оптимальный размер приемника излучения. Определенные характеристики распределения интенсивности энергии на поверхности приемника излучения определялись с помощью компьютерной технологии.

Таким образом, такие устройства расширяют возможности для разработки и внедрения энергоэффективных методов и технологий в государственном и бытовом секторах.

Заключение

1. Разработаны инженерные расчеты для определения оптико-геометрических и энергетических параметров линейных фокусирующих концентраторов.
2. Разработано программное обеспечение для определения размера фокального пятна линейных Френелевских зеркальных солнечных концентраторов.
3. Тепловые характеристики устройства были испытаны в естественных условиях.
4. Был определен тепловой КПД линейного Френелевского концентратора с размерами $1,2 \times 1,5 \text{ м}$.
5. Получены расчетный и измерены данные для приемника излучения.

Список литературы:

1. Abdurakhmanov A., Kuchkarov A.A., Holov Sh. R., Abdumuminov A. Calculation of optical-geometrical characteristics of parabolic-cylindrical mirror concentrating systems // European science review. 2017. Vol. 2. P. 201-204.
2. Abdurakhmanov A.A., Kuchkarov A.A., Mamatkosimov M.A., Akhadov Z.Z. The optimization of the optical-geometric characteristics of mirror concentrating systems // Applied Solar Energy. 2014. Vol. 50. № 4. P. 244-251.
3. Akbarov R.Y., Kuchkarov A.A. Modeling and Calculation of Optical-Geometric Characteristics of a Solar Concentrator with Flat Fresnel Mirrors // Applied Solar Energy. 2018. Vol. 54. № 3. P. 183-188.
4. Bernhard R., Laabs H.J., de Lalaing J., Eck M., Eickhoff M., Pottler K., Morin G., Heimsath A., Georg A., Haberle A. Linear Fresnel collector demonstration on the PSA // Part I – Design, construction and quality control. In: 14th International Solar PACES Symposium, (Las Vegas, 2008 March 3-7). – Las Vegas, USA – 2008. P. 1-10.
5. Binotti M., Zhu G., Gray A., Manzolini G., & Silva P. Geometric analysis of three-dimensional effects of parabolic trough collectors // Solar Energy. 2013. Vol 88. P 88-96.
6. Klychev S.I., Abdurakhmanov A.A., Kuchkarov A.A.. Optical-geometric parameters of a linear Fresnel mirror with flat facets // Applied Solar Energy. 2014. Vol. 50. № 3. P. 168-170.
7. Klychev Sh.I., Zakhidov R.A., Bakhramov S.A., Dudko Yu.A., Khudoikulov A.Ya., Klychev Z.Sh., and Khudoiberdiev I.A. Parameter optimization for paraboloid-cylinder-receiver system of thermal power plants // Applied Solar Energy. 2009. Vol. 45. No. 4. P. 281-284.
8. Lovegrove K., Burgess G., Pye J. A new 500 м^2 paraboloidal dish solar concentrator // Solar Energy. 2011. Vol. 85. № 4. P. 620-626.
9. Lovegrove K., Luzzi A., Soldiani I., Kreetz H. Developing ammonia based thermochemical energy storage for dish power plants // Solar Energy. 2004. Vol. 76. P. 331-337.
10. Mills D.R., Morrison G.L. Compact linear Fresnel reflector solar thermal power plants // Sol. Energy. 2000. Vol. 68. № 3. P. 263-283.

11. Morin G., Dersch J., Platzer W., Eck M., & Häberle A. Comparison of Linear Fresnel and Parabolic Trough Collector power plants // *Solar Energy*. 2012. Vol.86 № 1. P. 1-12.
12. Omer S.A., Infield D.G. Design and thermal analysis of a two stage solar concentrator for combined heat and thermoelectric power generation // *Energy Convers. Manag.* 2000. Vol. 41. P. 737–756.
13. Palavras I., Bakos G.C. Development of a low-cost dish solar concentrator and its application in zeolite desorption // *Renewable Energy*. 2006. Vol. 31. № 15. P. 2422-2431.
14. Wang G., Chen Z., Hu P., *et al.* Design and optical analysis of the band-focus Fresnel lens solar concentrator // *Appl. Therm. Eng.* 2016. Vol. 102. P. 695-700.
15. Widyolar B., Jiang L., Winston R. Spectral beam splitting in hybrid PV/T parabolic trough systems for power **gen**-eration // *Appl. Energy*. 2018. Vol. 209. P. 236-250.
16. Zhu G. Development of an analytical optical method for linear Fresnel collectors // *Solar Energy*. 2013. Vol. 94. P. 240–252.
17. Zhu G., Wendelin T., Wagner M.J., *et al.* History, current state, and future of linear Fresnel concentrating solar collectors // *Sol. Energy*. 2014. Vol. 103. P. 639-652.
18. Абдурахманов А.А., Акбаров Р.Ю., Кратенко М.Ю., Собиров Ю.Б., Юлдашев А.А. Система технического зрения для оперативного контроля энергетических характеристик Большой Солнечной Печи // *Гелиотехника*. 1994. № 6. С. 30-32.
19. Абдурахманов А.А., Акбаров Р.Ю., Собиров Ю.Б., Юлдашев А.А. Метод измерения и контроля оптико-геометрических характеристик зеркал и стекол // *Гелиотехника*. 2003. № 1. -С. 72-75.
20. Рахимов Э.Ю., Саъдуллаева Ш.Э., Шерматова М.Б. Анализ солнечного потенциала Республики Узбекистан // *Сборник материалов Международной конференции. Фундаментальные и прикладные вопросы физики.* (Ташкент, 14-15 июня 2017 г). – Ташкент, 2017. С. 73-76.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научный журнал

**UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№ 3(72)
Март 2020

Часть 2

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

Издательство «МЦНО»
123098, г. Москва, улица Маршала Василевского, дом 5, корпус 1, к. 74
E-mail: mail@7universum.com
www.7universum.com

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