UNIVERSUM: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

Выпуск: 3(60)

Март 2019

Москва
2019

УДК 62/64+66/69

ББК 3

U55

Главный редактор:

Ахметов Сайранбек Махсутович, д-р техн. наук;

Заместитель главного редактора:

Ахмеднабиев Расул Магомедович, канд. техн. наук;

Члены редакционной коллегии:

Демин Анатолий Владимирович, д-р техн. наук;

Елисеев Дмитрий Викторович, канд. техн. наук;

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

Ким Алексей Юрьевич, д-р техн. наук;

Козьминых Владислав Олегович, д-р хим. наук;

Манасян Сергей Керопович, д-р техн. наук;

Мартышкин Алексей Иванович, канд. техн. наук;

Романова Алла Александровна, канд. техн. наук;

Серегин Андрей Алексеевич, канд. техн. наук;

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

U55 Universum: технические науки: научный журнал. – № 3(60). М., Изд. «МЦНО», 2019. – 64 с. – Электрон. версия печ. публ. – <http://7universum.com/ru/tech/archive/category/360>

ISSN (печ.версии): 2500-1272

ISSN (эл.версии): 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2019.60.3

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2019 г.

Содержание

Информатика, вычислительная техника и управление	5
РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯМИ, ИСПОЛЬЗУЮЩИМИ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ Ахунджанов Умиджон Юнусович	5
Машиностроение и машиноведение	8
ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ, РАБОТАЮЩИХ В АБРАЗИВНОЙ СРЕДЕ Мирзаев Кахрамон Каршибаевич Мустаева Барно Уроковна	8
ОЧИСТКА ВОЛОКНИСТОЙ МАССЫ ХЛОПКА-СЫРЦА ОТ СОРНЫХ ПРИМЕСЕЙ Тадаева Елена Владимировна	11
МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВОЛОЧЕНИЯ ПРОВОЛОЧНОГО ИЗДЕЛИЯ Тураев Тиркаш Тураевич Батиров Якуб Анвархаджаевич Тожиев Бобурбек Абдулҳаким ўғли	14
Технология материалов и изделий текстильной и легкой промышленности	20
ИССЛЕДОВАНИЯ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН, ВЫРАБОТАННЫХ ИЗ КОМПАКТНОЙ И ОБЫЧНОЙ ПРЯЖИ Бобожанов Хусанхон Тохирович Холиков Курбонали Мадаминович Сидикужанов Жаъфар Собир угли Назарова Матлуба Абдурашид кизи	20
АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРЯЖИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ПРИЕМНОГО БАРАБАНА ЧЕСАЛЬНОЙ МАШИНЫ Махкамова Шоира Фахритдиновна Матисмаилов Сайпила Лолашбаевич Валиева Зулфия Фахритдиновна Ражапов Одил Олимович	26
Технология продовольственных продуктов	32
ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ПИЩЕВУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ Бахриддинова Насиба Мурадовна Зарипова Мохира Джураевна	32
РАСЧЕТ ПРОЦЕССА СУШКИ ДИЕТИЧЕСКИХ ПИЩЕВЫХ ТРАВ МОТОР (ALLIUM МОТОР) В РАЗЛИЧНЫХ СУШИЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ Дадаев Гани Тошходжаевич Сафаров Жасур Эсиргапович	35
ПРИМЕНЕНИЕ СИМБИОТИЧЕСКИХ ГРУПП БАКТЕРИЙ И МИКРООРГАНИЗМОВ В ПИЩЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ Абдусаломова Дилдора Одиловна Султанова Шахноза Абдувахитовна	39
Химическая технология	42
ПОЛУЧЕНИЕ СУЛЬФАТА ЦИНКА НА ОСНОВЕ МЕСТНЫХ СУЛЬФИДНЫХ РУД Махмаёров Жасур Бозорович Росилов Мансур Сиргиевич Самадий Муроджон Абдусалимзода	42
ИССЛЕДОВАНИЕ НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛОСОДЕРЖАЩИХ ЭПОКСИДНЫХ СВЯЗУЮЩИХ ДЛЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА Эркаев Ардашер Мамарахимович Нуркулов Файзулла Нурмунинович	44

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБОГАЩЕНИЯ МЫТОГО ОБОЖЖЕННОГО ФОСФОРНОГО ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ АЗОТНОЙ КИСЛОТОЙ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ УСЛОВИЯМ	48
Умаров Шавкат Исомиддинович Буриева Сарвиноз Алламуродовна Меликулова Гавхар Эшбоевна Усманов Илхам Икрамович Мирзакулов Холтура Чориевич	
ЭКСТРАКЦИОННАЯ ФОСФОРНАЯ КИСЛОТА ИЗ МЫТОГО, ОБОЖЖЕННОГО ФОСФОРНОГО ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ	52
Волынскова Надежда Владимировна Меликулова Гавхар Эшбоевна Буриева Сарвиноз Алламуродовна Усманов Илхам Икрамович Мирзакулов Холтура Чориевич	
Энергетика	58
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ТОКА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ИСТОЧНИКАМИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ	58
Махсудов Мохирбек Толибжонович Анарбаев Мухиддин Алманович Сиддиқов Илхомжон Хақимович	

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ
ЗАДАЧИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯМИ, ИСПОЛЬЗУЮЩИМИ
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ****Ахунджанов Умиджон Юнусович**

*ассистент кафедры «Программный инжиниринг» Ферганского филиала
Ташкентского университета информационной технологии им. Мухаммада ал-Хоразми,
Узбекистан, г. Фергана
E-mail: umidjan_90@mail.ru*

**DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODELING METHODS FOR SOLVING
THE PROBLEM OF STRATEGIC MANAGEMENT OF ENTERPRISES USING
GEO-INFORMATION TECHNOLOGIES****Umidjon Akhundjanov**

*assistant, department «Programming engineering»
Fergana branch of Tashkent university of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi,
Uzbekistan, Fergana*

АННОТАЦИЯ

Предложена разработка методов математического моделирования и применение геоинформационных технологий для решения задач стратегического управления предприятием. Предложена математическая модель, позволяющая использовать геоинформационные технологии на этапе стратегического анализа.

ABSTRACT

The development of methods for mathematical modeling and the use of geo-information technologies for solving problems of strategic management of enterprises has been proposed. A mathematical model is proposed that allows the use of geo-information technologies at the stage of strategic analysis.

Ключевые слова: ГИС-технологии, стратегическое управление, математическая модель, геоинформационные технологии.

Keywords: GIS-technology, strategic management, mathematical model, geoinformation technologies.

Стратегическое управление можно представить в виде совокупности следующих этапов: стратегический анализ, математическая модель реализации стратегии. В данном исследовании рассматривается только второй этап – математическая модель реализации стратегического анализа. Он важен, поскольку от результатов, полученных на данном этапе, существенно зависят все дальнейшие задачи стратегического управления предприятиями, использующими геоинформационные технологии.

Важным шагом успешного решения проблемы разработки теории моделирования и создания алгоритмов географической информационной системы (ГИС) является правильное формирование глобальной и локальных целей ее функционирования, так как неадекватное существующим многообразным факторам внешней среды определение цели системы при самом хорошем ее построении приведет к далеким от ожидаемых результатам.

Разработка методов математического моделирования и создание алгоритмов системы оптимального управления, использующих геоинформационные технологии, основана на определении и формализации целей ее функционирования, а последующая эксплуатация связана с реализацией методов оптимизации управляемой ГИС-технологией, рациональным распределением функции управления между людьми и автоматами. В проблеме оптимального управления такими сложными объектами важное место занимают различные задачи моделирования и оптимизации. Нелинейный характер используемых моделей, сложный вид целевого функционала и ограничений, наложенных на управляющие воздействия и фазовые переменные объекта исследования, затрудняют решения возникающих задач оптимизации с помощью тех или иных формально строгих алгоритмов математического программирования. В связи с этим возникает необходимость в разработке новой концепции в

решении задач оптимального управления ГИС-технологией, позволяющей свести многомерную задачу оптимизации к некоторой комбинации нескольких локальных задач существенно меньшей размерности с соответствующей увязкой их целей.

Идея такого подхода состоит в декомпозиции сложной функциональной схемы ГИС-технологии на взаимосвязанные внутренними материальными и энергетическими потоками контуры управления.

Декомпозиция осуществляется путем минимизации количества выделяемых контуров управления с однозначным определением функции цели всей схемы через промежуточные параметры потоков контуров управления.

Согласно методу декомпозиции решение задачи оптимизации осуществляется с использованием многоуровневых методов, а структура управления строится по иерархическому принципу (рис. 1). На верхнем уровне оптимизации определяются оптимальные связи между контурами. Оптимальные связи между контурами и оптимальные величины выходных переменных каждого из них обеспечивают получение экстремума выбранной целевой функции управления для всей схемы. На нижнем уровне на основе математических моделей отдельных контуров определяются такие оптимальные величины управляющих переменных, в результате которых выбранный критерий эффективности достигнет экстремума.

Рисунок 1. Иерархия системы управления многостадийными процессами,

где внешние связи: межуровневые связи

Общая постановка задачи управления ГИС-технологией формулируется следующим образом: пусть математическое описание ГИС-технологии имеет вид

$$Y = F(y, x, u, z, t).$$

Необходимо найти такое значение U вектора, при котором выбранный критерий оптимальности достигнет экстремума

$$Q = \varphi(y, x, u, z, t) \rightarrow \max_{u \in U},$$

где y, x, u, z, t – векторы входных, управляющих и возмущающих параметров.

На основе применения принципов декомпозиции общая задача оптимизации представляется в виде двух задач существенно меньшей размерности:

1) глобальная межконтурная

$$Q = \varphi(x_j, y_j, t); j = \overrightarrow{1, n}, \\ Q \rightarrow \max(\min)$$

при ограничениях

$$\varphi(x_j, y_j, t) \geq 0, (x_j \leq x_j \leq x_j^+), (y_j \leq y_j \leq y_j^+), (T_{\min} \leq t \leq T_{\max}), \\ x_j > 0, y_j > 0, t > 0, Q_{\text{опт}} = \varphi(x_j^{\text{опт}}, y_j^{\text{опт}}, t); j = \overline{1, n}$$

где x_j, y_j – вход и выход j -го контура; n – количество контуров; T_{min}, T_{max} – интервал времени, при котором целесообразно достичь экстремум функции φ ;

2) локальная контурная

$$y_j = f_1(x_j, u_j, t), j = \overline{1, n},$$

$$W_j(U_j) = \sum_{k=1}^{n_j} C_k U_{kj} \rightarrow \min$$

при ограничениях

$$/y_j^{\text{зад}} = f_1(x_j, u_j, t)/ \leq \rho,$$

$$/x_j - x_j^{\text{зад}}/ \leq \varepsilon, x_j \geq 0,$$

$$U_j \leq U_j \leq U_j^+, U_j \geq 0,$$

$$T_j^{\min} \leq t_j \leq T_j^{\max}, t_j \geq 0,$$

$$Y_j^{\text{зад}} = f_j(x_j^{\text{зад}}, u_j^{\text{зад}}, t),$$

$$W_j(U_j^{\text{опт}}) = \frac{\min}{u} W_j(U_j),$$

где C_k – стоимость k -го управления; U_{kj} – значения k -го управляющего параметра j -го контура; n – количество управляющих воздействия в j -ом контуре; W_j – критерий оптимизации j -го контура.

Отсюда следует, что сложность управляемого объекта определяется составом подсистем и способом связи между ними. Способ связи, в свою очередь, определяется целями функционирования объекта.

Список литературы:

1. Аширов А.А., Челядинов А.В. Инженерные коммуникации: вопросы взаимодействия ГИС различного уровня // Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации. – 2000. – № 4 (26) – 5(27). – С.45.
2. Власов М.Ю., Горбачев В.Г., Рудой Б.П. Концептуальные топологические отношения в ГИС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.integro.ru/metod/concept.htm> (дата обращения: 14.03.2001).
3. Геоинформатика-2000 // Тр. междунар. науч.-практ. конф. / Под. ред. А.И. Рюмкина. Ю.Л. Костюка, А.В. Скворцова. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2000. – С. 219.
4. Yakubov M.S., Kim M.V. Innovation Solution In Information Technology Field. International Conference of Kimics 2011, June 28-29, 2011. Tashkent, Uzbekistan. P. 233-235.

Вследствие этого проблему функциональной структуризации системы управления необходимо решить на основе программно-целевого подхода, обеспечивающего наиболее эффективное достижение поставленных целей.

При этом выработка и принятие управленческих и инженерных решений производится с учетом содержания и направленности глобальной цели всей системы и последовательного подчинения ее достижению частных целей множества составляющих подсистем.

Вследствие этого выбор наиболее предпочтительных альтернатив и оптимальных решений осуществляется исходя из общих критериев оценки достижения глобальной цели, комплексно учитывающих не только основные, но и сопутствующие результаты функционирования отдельных подсистем и системы в целом.

Целью проводимых в статье исследований является создание теоретических основ моделирования и оптимизации и их практическая реализация в виде автоматизированного решения широкого класса задач, связанных с принятием рациональных управленческих решений при планировании и управлении предприятиями, использующими ГИС.

Процедура создания структуры интегрированной автоматизированной системы гибкого управления ГИС-технологией является весьма сложной комплексной задачей, требующей решения широкого круга вопросов и детальной их переработки на основе прогнозирования перспектив развития производственной системы и промышленной продукции в условиях конкретного предприятия.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ, РАБОТАЮЩИХ В АБРАЗИВНОЙ СРЕДЕ

Мирзаев Кахрамон Каршибаевич*канд. техн. наук, Ташкентский государственный технический университет,
Узбекистан, г. Ташкент**E-mail: mirzaev.qahramon@mail.ru***Мустаева Барно Уроковна***магистрант, Ташкентский государственный технический университет,
Узбекистан, г. Ташкент*

WEAR RESISTANCE OF TOOTH TRANSMISSIONS, WORKING IN AN ABRASIVE MEDIUM

Kakhromon Mirzaev*candidate of Technical Sciences, Tashkent State Technical University,
Uzbekistan, Tashkent***Barno Mustaeva***master's student, Tashkent State Technical University,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В данной статье изложены результаты литературного анализа износостойкости зубчатых передач, работающих в абразивной среде. Рассмотрены вопросы накопления абразивных частиц в масле агрегатов и их влияния на износостойкость зубчатых передач.

ABSTRACT

This article presents the results of literary analysis of the wear resistance of gears operating in an abrasive environment. The issues of accumulation of abrasive particles in the oil of aggregates and their effect on the wear resistance of gears are considered.

Ключевые слова: износостойкость, агрегат, трансмиссия, картер, абразив, частица, пыль, загрязнитель, запыленность, шестерня, подшипник, трещина, масляная пленка, изнашивание, коэффициент трения, концентрация.

Keywords: wear resistance, unit, transmission, crankcase, abrasive, particle, dust, contaminant, dustiness, gear, bearing, crack, oil film, wear, coefficient of friction, concentration.

В процессе эксплуатации машин в запыленных условиях почвенная пыль проникает в картер через неплотности соединений агрегатов трансмиссии. В результате масло загрязняется абразивными частицами, вследствие чего увеличивается скорость изнашивания зубьев шестерен и элементов подшипников качения [1-4].

Одной из возможных причин попадания пыли является периодический нагрев и охлаждение воздушной среды в картере агрегатов трансмиссии, а также возникающий в связи с этим газообмен с атмосферой. Так, при объеме картера агрегатов трансмиссии трактора Т-74 0,0612 м³, при повышении температуры от 30 до 70°C и свободном выходе воздуха из картера

количество пыли увеличивается на 0,008 кг, т.е. на 11,5%.

Пыль попадает в трансмиссию в результате нарушения герметичности корпуса агрегата, вследствие больших нагрузок и упругой деформации рамы машины [3].

В закрытых агрегатах и узлах машин, имеющих вращающиеся детали, происходит насосный эффект, вследствие чего через неплотности агрегата в картер всасывается запыленный воздух [3].

Вибрация агрегатов при движении машины также является одной из возможных причин попадания абразивных частиц в картер. В зависимости от рельефа дорожного покрытия давление в картере аг-

регата постоянно изменяется из-за подъема или опускания уровня масла в картере агрегата, в результате чего запыленный воздух засасывается в него, что приводит к загрязнению масла абразивными частицами [1].

При замене масла агрегатов трансмиссии остается часть загрязнителей. Так, например, после замены масла в картере агрегатов автомобилей остается 37 – 67 % механических примесей, что соответствует уровню загрязнения масла абразивными частицами за 6000 – 7000 км пробега [1].

Для определения мест проникновения пыли, и изыскания средств повышения герметичности испытываемую трансмиссию трактора помещали в пылевую камеру. Запыленность воздуха в камере создавалась поверхностным слоем почвы. Концентрация пыли в камере в начале испытания составила 30 г/м³, к концу испытания она понизилась и составила 5 г/м³. За 400 ч работы трансмиссии количество механических примесей в корпусе коробки передач увеличилось на 0,16 %, а в корпусе конечной передачи – на 0,98 %, что было подтверждено результатами эксплуатационных испытаний.

В агрегатах трансмиссии тракторов Т-74 и ДТ-75 не обеспечиваются достаточной герметичностью шаровые соединения рычагов переключения передач, сочленения валика блокировки с крышкой коробки перемены передач, корпуса КПП с крышкой, корпусов КПП и заднего моста и др. [1].

В процессе эксплуатации трактора КТ-42 в запыленных условиях после 450 ч работы в картере коробки передач обнаруживается 0,62%, в картере бортового редуктора – 0,5 % механических примесей.

В результате стендового испытания установлено, что, для обеспечения установленного срока службы агрегата, нормальный срок замены трансмиссионного масла соответствует 0,25 – 0,30%-ному загрязнению его абразивными примесями.

При заправке нигролом агрегатов трансмиссии пропашного трактора, работающего в запыленных условиях, после 1050 ч в картере коробки передач накапливается 0,31% почвенной пыли, при этом содержание железа в масле составляло 0,32%. В картере бортовой передачи накапливается 0,41% почвенной пыли, содержание железа в масле составляло 0,57% [3].

Загрязнители масла состоят из горючей и негорючей частей. В свою очередь негорючая часть разделяется на продукты износа, выпадающие в масло по мере изнашивания деталей и на пыль почвенного происхождения [2, 3]. Причем, количество продуктов износа составляет около половины всех загрязнителей масла.

Наличие в масле агрегатов машин абразивных частиц приводит не только к абразивному изнашиванию, но и сопутствует развитию процессов усталостного выкрашивания и задира поверхностей трения зубьев шестерен, так как абразивное изнашивание зубчатых колес происходит параллельно с этими видами разрушения.

Усталостное разрушение зубьев шестерен наблюдается в зоне «чистого» качения с незначительным проскальзыванием [1]. При трении поверхностные слои материала детали воспринимают повторно-переменные по значениям нагрузки, вызывающие деформации локальных объемов металла и, как следствие, его упрочнение. Упрочнение в процессе пластической деформации сопровождается увеличением плотности дислокации. Движение дислокаций в материале сдерживают границы зерен и блоков, карбидные включения и другие примеси. Концентрация напряжений и скопление дислокаций в материале приводит к их сближению и образованию трещин. Микротрещины, которые зарождаются преимущественно на поверхности трения, под воздействием нормального давления и силы трения распространяются вглубь металла. Распространение трещин в материале шестерен облегчается расклинивающим действием смазки. Пересечение трещин в материале шестерен в процессе их распространения приводит к разрушению объема металла, в результате чего на поверхности трения образуются ямки. При наличии в масле агрегатов абразивных частиц, ножка и головка зубьев шестерен подвергаются абразивному изнашиванию.

Узлы схватывания разрушаются по основному, менее прочному материалу и на поверхностях трения детали, изготовленной из менее прочного материала. При этом образуются вырывы.

В момент возникновения заедания резко увеличивается коэффициент трения скольжения и быстро растет температура сопряженных поверхностей. Условием возникновения заедания является разрушение разделяющей зону контакта масляной пленки, удаление поверхностных окисных пленок, пластическое деформирование поверхностей, в результате чего возникает непосредственный контакт чистых – без окисных пленок поверхностей. Этот процесс ускоряется при наличии в масле агрегатов абразивных частиц. Скорость очищения поверхностей контакта от защитных пленок и связанное с этим возникновение заедания зависит от концентрации абразивных частиц в масле агрегата и степени проскальзывания между зубьями шестерен [1, 2, 4]. Поэтому зубчатые колеса с большим модулем зацепления более склонны к схватыванию, чем мелкомодульные.

Микрогеометрия и наличие абразивных частиц в масле агрегата существенно влияют на предельную нагрузку заедания. Увеличение шероховатости способствует повышению коэффициента трения, локальных температур, пластических деформаций на микроконтактах, т.е. повышается склонность к разрушению масляной пленки и образованию очагов схватывания.

Наличие в масле абразивных частиц существенно влияет на протекания усталостного выкрашивания и задира поверхностей трения зубчатых передач.

В агрегатах трансмиссии зубчатые муфты и шестерни коробки передач, особенно при переключении передач, воспринимают ударную нагрузку, вследствие чего торцы их зубьев сминаются.

Таким образом, анализ проведенных исследований, посвященных вопросам накопления абразивных частиц в масле агрегатов и их влияния на износостойкость зубчатых передач, показывает, что в процессе

абразивного изнашивания вопросы дробления абразивных частиц не рассматривались. Процесс изнашивания изучался только с точки зрения активного участия абразивных частиц, а механизм износа поверхностей трения после дробления (с пассивным участием) абразивных частиц не раскрыт.

Список литературы:

1. Иргашев А., Мирзаев К.К., Иргашев Б.А. Повышение износостойкости зубчатых передач. Монография. - Ташкент, ТашГТУ, 2015. – 175 с.
2. Мирзаев К.К., Иргашев А. Износостойкость шариковых подшипников качения, работающих в абразивной среде. //Трение и износ. –Минск. 2014. Т.35, №5.
3. Шаабидов Ш.А., Иргашев А., Мирзаев К.К. Повышение эксплуатационных свойств поверхностных слоев деталей машин. Монография. –Т.: ТашГТУ, 2012. -176 с.
4. Mirzayev K.K., Irgashev A. Size of the abrasive particles, participating in process of wearing elements ball bearing. Journal of the Technical University of Gabrovo, Vol.47 2014(26-29).

ОЧИСТКА ВОЛОКНИСТОЙ МАССЫ ХЛОПКА-СЫРЦА ОТ СОРНЫХ ПРИМЕСЕЙ

Тадаева Елена Владимировна

старший преподаватель, Наманганский инженерно-технологический институт,
 Узбекистан, Наманганская область, г. Наманган
 E-mail: ocean90@mail.ru

CLEANING OF FIBER MASS OF RAW COTTON FROM IMPURITIES

Elena Tadayeva

Senior Lecturer, Namangan Engineering-Technological Institute,
 Uzbekistan, Namangan Region, Namangan

АННОТАЦИЯ

В данной статье составлены дифференциальные уравнения стационарного движения частиц, слоя хлопка сырца и получены графики изменения осевого напряжения по длине наклонной плоскости, а также смоделирован процесс очистки движущегося по наклонной плоскости слоя хлопка сырца от сорных примесей.

ABSTRACT

In this article, differential equations of stationary movement of particles, raw cotton layer are compiled and graphs of axial stress change along the length of an inclined plane are obtained, and the cleaning process of raw cotton moving along an inclined plane of cotton raw material from trash is modeled.

Ключевые слова: сорная примесь, масса, хлопок сырца, наклонная плоскость, плотность, нормальная сила, сетчатая поверхность, деформация, очистка.

Keywords: trash impurity, mass, raw cotton, inclined plane, density, normal force, mesh surface, deformation, cleaning.

Для очистки волокнистой массы от сорных примесей, смоделируем процесс ухода частиц сорных примесей из состава движущейся массы хлопка сырца по наклонной плоскости.

Для этого принимаем гипотезу, согласно которой изменение выделенной из этой массы плотности сорных примесей пропорциональна их плотности и действующей на массу нормальной силе.

Обозначим через ρ_c плотность сорных примесей в составе выделенного элемента dx , $N - \rho_c g \sin \alpha$ - действующую на этот элемент нормальную силу. Тогда, согласно принятой гипотезе можно записать

$$d\rho_c = -k\rho_c \rho g \sin \alpha dx \quad (1)$$

где k - коэффициент пропорциональности, зависящий от вида частиц сорных примесей, формы и количества отверстий сетчатой поверхности, деформации массы хлопка сырца и других параметров. Рассмотрим случай, когда этот коэффициент линейно зависит от деформации движущегося слоя:

$$k = k_0 + k_1 \cdot \varepsilon$$

здесь k_0 и k_1 - определяемые из опытов постоянные. Постоянная k_1 характеризует влияние деформации слоя в процессе очистки. Учитывая выражение

$\varepsilon = \frac{\rho_0}{\rho} - 1$ а также формулу $\rho = \rho_0 \exp(-\lambda \cdot x)$ для плотности ρ , уравнение (1) приводим к виду

$$d\rho_0 = -\rho_c [(k_0 - k_1) \cdot \exp(-\lambda x) + k_1] \cdot \rho_0 \cdot g \cdot \sin \alpha dx$$

Интегрируя это уравнение при условии $\rho_c(0) = \rho_{0c}$, где ρ_{0c} - плотность сорных примесей в составе слоя при отсутствии процесса очистки, получаем

$$\frac{\rho_c}{\rho_{0c}} = \overline{\rho_c} = \exp[-\rho_0 g \sin \alpha \left(\frac{k_0 - k_1}{\lambda} (1 - e^{-\lambda x}) + k_1 x \right)] \quad (2)$$

Рисунок 1. Схема движения вдоль наклонной плоскости

Пусть до очистки сорные примеси имеют по длине слоя постоянную плотность ρ_{0c} . В процессе очистки масса примеси в каждом сечении слоя согласно формуле (2) имеет переменную плотность $\rho_c(x)$. Тогда из слоя удаляется масса примеси с плотностью $\rho_{0c} - \rho_c$. Следующую разность $\eta = \frac{\rho_{0c} - \rho_c}{\rho_{0c}} = 1 - \frac{\rho_c}{\rho_{0c}}$ называем относительной плотностью, выделяющихся из слоя массы примесей. На рис. 2, 3 показаны кривые распределения вдоль оси Ох величины $\eta = 1 - \frac{\rho_c}{\rho_{0c}}$ (в %) в процессе очистки слоя хлопка сырца при различных значениях угла α и коэффициента податливости A . В расчетах принято:

$l = 3 \text{ м}$, $k_0 = 0.001$, $k_1 = 0.01$. На рис. 3 представлены кривые распределения относительной плотности выделяющихся из слоя массы примесей при $k_1 = 0$ что соответствует случаю отсутствия деформации (разрыхления) слоя в процессе очистки.

Из анализа кривых следует, что с удалением от начального сечения слоя относительная плотность выделяемых сорных примесей из состава слоя увеличивается по закону, близкому линейному. При этом, за счет больших деформаций (разрыхления) слоя наблюдается значительный рост плотности массы выделяемых примесей. Масса, выделяемая из элемента слоя dx , вычисляется по формуле

$$dQ_c = hL(\rho_{0c} - \rho_c)dx$$

Рисунок 2. Кривые распределения относительной плотности

$1 - \rho_c / \rho_{0c}$ выделяющихся из слоя сорных примесей (в %) при различных значениях коэффициента A с учетом деформации и угла α (град): 1- $\alpha = 10$, 2- $\alpha = 30$, 3- $\alpha = 45$, 4- $\alpha = 60$, 5- $\alpha = 73.34$

Рисунок 3. Кривые распределения относительной плотности

$1 - \rho_c / \rho_{0c}$ выделяющихся из слоя сорных примесей (в %) без учета деформации ($k_1 = 0$) при различных значениях коэффициента A и угла, α (град) 1- $\alpha = 10$, 2- $\alpha = 30$, 3- $\alpha = 45$, 4- $\alpha = 60$, 5- $\alpha = 73.34$

Интегрируя это выражения с учетом формулы (3), можно найти количество удаленных от состава слоя сорных примесей в процессе очистки

$$Q_c = \rho_{0c} \cdot h \cdot L \left\{ l - \int_0^l \exp \left[-\rho_0 g \sin \alpha \left(\frac{k_0 - k_1}{\lambda} (1 - e^{-\lambda x}) + k_1 x \right) \right] dx \right\} \quad (4)$$

Формула (4) довольно сложная и поэтому затруднительна для использования. Учитывая, что зависимость p_c от переменной x близка к линейной, аппроксимируем ее линейной функцией $p_c = p_c / p_{0c} = 1 + ax$ и вычисляем площадь между этой прямой и осью Ox , тогда приближенно имеем

$$Q_c \approx \rho_{0c} h L [1 - \overline{p_c(l)} / 2]$$

На рис. 3, 4 представлены кривые изменения приведенного количества выделяющихся из слоя примесей $q = Q_c / \rho_{0c} h L l$ (в процентах) для двух значений коэффициента A . Сравнительный анализ кривых, представленных на рис. 3 и 4 показывает, что кривые,

построенные соответственно для случаев с учетом (рис.2) и без учета деформации (рис.4) слоя существенно отличаются друг от друга. Причем при учете деформации наибольшее количество выделяемой из слоя массы происходит при малых значениях угла α , что согласно зависимости (3) является следствием уменьшения плотности слоя хлопка сырца. При отсутствии деформации плотность хлопка сырца остается постоянной. При этом количество выделяемой из слоя массы сорных примесей зависит от времени пребывания сырца на поверхности пластинки, которое в соответствие кривых представленных с ростом угла α увеличивается, что приводит также к росту массы выделяемой примесей.

Рисунок 4 Кривые изменения приведенного количества выделяющихся из слоя примесей $q = Q_c / \rho_{0c} h L l$ от угла α (с учетом деформации слоя) для двух значений коэффициента A

Рисунок 9. Кривые изменения приведенного количества выделяющихся из слоя примесей $q = Q_c / \rho_{0c} h L l$ от угла α (без учета деформации слоя) для двух значений коэффициента A

Заключение

В данной статье смоделирован процесс отчистки от мелких сорных примесей слоя хлопка сырца, движущегося по наклонной плоскости сетчатой поверхности.

Составлено дифференциальное уравнение стационарного движения частиц слоя хлопка и получены графики изменения осевого напряжения σ по длине наклонной плоскости.

Список литературы:

1. Ишлинский А.Ю. Прикладные задачи механики. Книга 1. М. «Наука», 1986. с.262-268.
2. Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А. Моделирование технологических процессов. М. 1986.
3. Мирошник Г.И. Основы проектирования машин первичной обработки хлопка. М. Машиностроение 1972. 486с.
4. Лугачев А.Е. «Разработка теоретических основ питания и очистки хлопка применительно к поточной технологии его переработки». Автореферат диссертации на соискании ученой степени д.т.н. Ташкент, 1998.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВОЛОЧЕНИЯ ПРОВОЛОЧНОГО ИЗДЕЛИЯ**Тураев Тиркаш Тураевич**

*старший преподаватель кафедры «Технология машиностроения и автоматизация»
Ферганского политехнического института,
Узбекистан, г. Фергана
E-mail: t.turaev44@mail.ru*

Батиров Якуб Анвархаджаевич

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

Тожиев Бобурбек Абдулҳаким ўғли

*магистрант кафедры «Технология машиностроения и автоматизация»
Ферганского политехнического института,
Узбекистан, г. Фергана
E-mail: bobur_bek_0601192luc@mail.ru*

MODERNIZATION OF WIRE DRAWING PROCESS**Tirkash Turayev**

*Senior teacher, department «Mechanical engineering and automation» Fergana polytechnic institute,
Uzbekistan, Fergana*

Yaqub Batirov

*Senior teacher, department «Mechanical engineering and automation» Fergana polytechnic institute,
Uzbekistan, Fergana*

Boburbek Tojiyev

*Magistant «Mechanical engineering and automation» Fergana polytechnic institute,
Uzbekistan, Fergana*

АННОТАЦИЯ

В данной статье освещены теоретические вопросы (приоритетные пути развития волочения, современные инновационные методы) производства проволоки и изделий различных профилей методом волочения.

При производстве проволоки волочением из заготовок обращено особое внимание на разнообразие и механические свойства применяемых материалов. Освещены задачи каждой зоны волочильной матрицы. Приведена математическая модель расчета определения длины производимой проволоки на основании размеров исходной заготовки.

ABSTRACT

This article highlights the theoretical issues (priority ways of development of drawing, modern innovative methods) production of wires and products of various profiles by the method of drawing.

In the production of wires drawing from blanks, special attention is paid to the diversity and mechanical properties of the materials used. The tasks of each zone of the drawing die are covered. A mathematical model for calculating the determination of the length of the produced wire based on the dimensions of the original piece is given.

Ключевые слова: волочение, пластическая деформация, винтовочный рельеф, волок, матрица, филлер, стан, пруток, проволока, выходной конус, выходная зона, рабочий канал, тождество, структура, UPGAST, ВСК-13.

Keywords: dragging, plastic deformation, rifle relief, die, matrix, filler, mill, bar, wire, output cone, exit zone, working channel, identity, structure, UPGAST, VSK-13.

Волочение – специальный способ обработки металлов пластическим деформированием, при котором под действием деформирующей силы уменьшается площадь поперечного сечения и увеличивается длина изделия. Способ относится к обработке металлов давлением.

Пластическая деформация – растяжение или сжатие металла под действием внешней силы.

Волоочильная машина предназначена для получения различных профилей из углеродистых сталей и цветных металлов. Возможности этих машин зависят от способности, мастерства волоочильщика. Поэтому машина получила название «Волоочильный стан».

Волоочильный стан – это оборудование, которое волоочильщик проволоки использует в своей профессиональной деятельности.

Для обработки металла посредством волочения служат станки, на которых и осуществляется сама технология волочения. С помощью данного оборудования металлические заготовки подвергаются обработке, состоящей в том, что их как бы протягивают через отверстия волоки матрицы. Размеры этих отверстий значительно меньше размеров заготовок, т. е. их сечений. Заготовки, проходя через волоки, расположенные в кратности, обжимаются. В связи с их обжатием изменяется их форма и сечение, что ведет к увеличению их длины (рис. 1).

Рисунок 1. Процесс волочения

Обработка металлов таким методом для производства деталей с круглым и фасонным сечением имеет ряд положительных характеристик: высокую точность профиля, чистоту поверхности. А при производстве методом холодного волочения имеются еще и дополнительные преимущества: увеличение предела текучести; прочности; твердости протягиваемой заготовки.

Многие сферы промышленности и народное хозяйство широко применяют продукцию волоочильного производства.

Методы волочения используются:

- при получении проволоки минимального диаметра 5 мкм;
- при изготовлении тонких труб, труб диаметром макс. 400 мм.

Современные станы для обработки металлических деталей методом волочения достаточно совершенны.

Они на сегодня: с повышенной производительностью; хорошим качеством поверхности выпускаемого продукта; с увеличенной стойкостью волок; с улучшенными условиями техники безопасности.

Современная контрольно-измерительная техника позволяет четко выполнять процессы волочения, в значительной мере уже автоматизированные.

Волоки с высокой стойкостью обеспечивают достижение значительного увеличения скорости и волочение проволоки сверхтонкого диаметра. Очень жесткие требования предъявляются к точности размеров диаметра проволоки.

Современные волоочильные станы по производству медной проволоки методом волочения представляют собой целые комплексные линии-UPCAST, в составе которых имеется оборудование, обеспечивающее исполнение операций по производству проволоки из различных медных сплавов. Протягиваемый материал, который будет подвергаться волочению, проходит ряд технологических подготовительных операций или тепловую обработку. Это обусловлено будущим назначением проволоки.

Проволока должна быть соответствующим образом подготовлена к волочению. Она должна быть протравлена, может быть с защитным покрытием, подвергнута горячей и холодной промывке, просушке.

После выполнения вышеперечисленных этапов по подготовке к волочению проволоку передают на волоочильный участок производства. В зависимости от цели использования проволоки после волочения или термически обрабатывается, или промасливается, увязывается или упаковывается. Она передается на больших бобинах или катушках.

По виду структуры волоочильной матрицы и типов износа волоки в процессе эксплуатации их материал и конструкция разные. Волоки для волочения из цветных металлов, в частности медного прутка проволоки, имеют определенную конструкцию. Они изготавливаются из твердых сплавов. Например, победит, технический алмаз (ND), монокристалл (SSCD) и поликристалл (PCD). Выбор данных материалов позволяет повысить износостойкость рабочих поверхностей волоки матрицы. Конструкция волоки матрицы приведена на рис. 2.

Рисунок 2. Конструкция волоки матрицы

Конструкция волоки матрицы состоит из пяти зон. Входная часть канала обеспечивает подачу смазывающей и охлаждающей жидкости и прутковой заготовки в зону, обжимающую рабочий конус и рабочий канал. Плавный переход к началу рабочего

конуса предназначается для беспрепятственного перехода прутковой заготовки в рабочий канал через рабочий конус. Угол входа волокна стандартизован и равен 60° , длина $0,1-0,3$ от высоты h [1; 2], т. е. $l = (0,1-0,3) h$ мм.

Рабочий конус волокна матрицы – основная часть волокна матрицы, необходимая для деформации прутка. Угол рабочего конуса матрицы равен $12-20^\circ$, длина $l = (0,4-0,6) h$ [1; 2]. Характеристики рабочего канала (калибрующей части) волокна матрицы определяют качество поверхностного слоя и диаметр получаемых изделий. Обычно его длина составляет 20-30% от номинального размера диаметра [1].

Выходная зона канала волокна матрицы – это часть поверхности с пологолежащими шероховатостями, необходимой для плавного выхода проволоки из рабочей части канала. Поверхность рекомендуется обработать пластическим деформированием с нанесением винтовочного рельефа.

На выходе прутки вытягиваются из волокна матрицы. Высота выхода должна быть выбрана из возможностей обеспечения втягивающей силы, создаваемых в осевом направлении прутка.

Точка контакта, где пруток соприкасается с рабочей поверхностью конуса, очень важна для процесса

волочения. В большинстве случаев практика показывает, что контакт имеет место между $0,33-0,66$ от высоты поверхности рабочего конуса, что обеспечивает благополучную деформацию металла прутка. Кольцо видного износа в первую очередь появляется в зоне под точкой вхождения [2]. Точка контакта прутка с волокна матрицы приставляется на рис. 3.

Рисунок 3. Точка контакта проволоки, с волокна матрицы поверхности рабочего конуса

При выборе материала волокна матрицы необходимо учитывать его твердость, теплопроводность и сопротивление радиальному деформированию. Сравнения физических свойств материала волокна матрицы приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Физические свойства материала волокна матрицы

Свойства	HCD	ND	SSCD	Победит
Твердость, ГПа	50	88-118	50-100	50
Теплопроводность, Вт/(м.К)	500-600	800-2300	600-2200	29,33
Сопротивление радиальной деформации, ГПа	1,8	2,0	2,9	1,5

По мере использования существуют следующие виды износа:

- образование кольцевидных износов;
- образование полос царапин;
- образование сколов (отколов) в алмазах [1; 3; 15].

При волочении прутки уменьшаются в диаметре и удлиняются в рабочем конусе. С этой граничной точки прутки соприкасаются с поверхностью алмаза (филлера) и начинают формировать кольцо. Это кольцо деформации становится по мере того, как прутки проходят через волокна матрицы.

ВСК-13 – специализированный станок, в который входят 13 волокон матрицы, предназначенных для волочения медных и алюминиевых сплавов.

Производство проволок из меди и алюминия получается путем уменьшения большего диаметра на меньший и пропуска через волокна матрицы. Процесс происходит следующим образом: прутки с большим диаметром направляются во входную зону рабочего канала волокна матрицы. Прутки с меньшим диаметром вытягиваются на выход рабочего канала волокна матрицы (рис. 1).

Волочильный стан имеет простую конструкцию. Для него характерна технологичность конструкции, производительность и экономия металла. Коэффициент использования металлов является приоритетом этой машины.

Коэффициент использования металлов – K :

$$K = \frac{M_{\text{заг}}}{M_{\text{ис.заг}}} \cong 1$$

где $M_{\text{ис.заг.}}$ – масса исходной заготовки;

$M_{\text{заг.}}$ – масса заготовки после волочения.

Из приведенной формулы видно, что потеря металла незначительна. Незначительность в том, что на поверхности проволоки появляется нагар. Надо отметить, что в процессе волочения изменяется только площадь поперечного сечения и длина заготовки. Физико-механические свойства и структура металла улучшаются за счет винтовочного (кабестан Фараон) рельефа на наружной поверхности проволоки.

На первом этапе «UPCAST» производит прутки диаметром 8 мм. На другом вытягивает до среднего размера. Затем на станке ВСК-13 изготавливается проволока диаметром 1,18 мм. Волочильный станок кабель ВСК-13 имеет 13 волокон матрицы. Волокна матриц оснащены филлером. Последний (13-й) волокна матрицы имеет специальную конструкцию, предназначенную для передачи винтовочного рельефа. В качестве материала филлера использован стальной шар, изготовленный из ШХ (шарикоподшипниковая сталь).

Процесс волочения происходит при меньшей скорости, чем скорость натяжных (направляющих)

роликов. Для улучшения процесса волочения используются эмульсии. В состав эмульсии входит вода, стиральное мыло, барическая сода и масло хлопчатника.

Это уменьшает сопротивление на трение и нагрев проволоки. Из табл. 2 по виду волочения выбирается щелочность и степень жирности в эмульсии.

Таблица 2.

Щелочность и степень жирности в эмульсии

Типы волочения	Эмульсия щелочная	Масса жира в эмульсии
Толстый	0,2–0,6	2,5–5,0
Средний	0,1–0,3	1,0–2,4
Тонкий и тончайший	0,1–0,2	0,6–1,2

При волочении прутка в толстом размере на ВСК-13 устанавливается 9 шт. рабочих волокон матрицы. Прутки с помощью этих филлеров деформируются и переводятся из большего диаметра на меньший.

Форма выходного канала изготавливается по форме и размеру получаемых изделий. Порядок выполняемой работы на волочильных станах, предназначенных для волочения проволоки:

- выбор оборудования, например ВСК-13;
- скорость работы которого равна 7 м/с;
- пруток толстый, диаметр которого равен 8 мм;
- материал прутка – медь;
- кратность волоки матрицы – 9 штук.

Заготовка-пруток диаметром 8 мм, проходя вышеперечисленные этапы, преобразуется в проволоку диаметром 2,04 мм (рис. 5).

Изменения диаметра изделия, проходящего на каждом волокне матрицы, можно выразить через коэффициент сужения:

$$K_B = \frac{d_I}{D_I} \cdot 100\%$$

где K_B – коэффициент сужения проволоки;

D_I – исходный диаметр заготовки, мм;

d_I – диаметр проволоки, мм.

Коэффициент сужения проволоки на каждом волокне матрицы на стане ВСК-13 составляет $82 \div 86\%$, что обеспечивает форму круглого сечения. На каждом этапе волоки матрицы величина коэффициента сужения проволоки остается в своем пределе. Сравнительно малая сила волочения приводит к уменьшению технологической усталости обрыва проволоки. Ниже (рис. 4) представлена схема установки с 9-кратными волоками матрицы.

Рисунок 4. Схема установки волоки матриц по 9-кратности

Схема установки волоки матриц по 9-кратности для изменения диаметров изделий в следующей последовательности: Ø8 – 6,62; 6,62 – 5,6; 5,6 – 4,76; 4,76 – 4,08; 4,08 – 3,53; 3,53 – 3,05; 3,05 – 2,7; 2,7 – 2,35; 2,35 – 2,04 мм.

Площадь поперечного сечения проволоки определяется по формулам:

$$S = \pi R^2 \text{ или } S = \frac{\pi D^2}{4}$$

Масса 1 метра материала проволоки определяется по формуле:

$$m = \frac{\pi D^2}{4} \rho l$$

При волочении толстого материала с исходным диаметром 8 мм, длиной 1000 мм длину после сужения можно определить из тождества:

$$\frac{\pi D^2}{4} \rho L = \frac{\pi d^2}{4} \rho l$$

Отсюда, решая тождество относительно l , можно подсчитать длину проволоки

$$l = L \left(\frac{D}{d} \right)^2 = 1000 \cdot \left(\frac{8}{2,04} \right)^2 \approx 15370 \text{ мм}$$

где l – длина проволоки после сужения, мм;

$L=1000$ – длина исходной заготовки, мм;

$D=8$ – диаметр исходной заготовки, мм;

$d=2,04$ – диаметр проволоки после волочения, мм;

$\rho=8,93$ – удельный вес материала заготовки, г/см³.

Из расчетной формулы видно, что для получения толстого волочения проволоки диаметром 2,04 мм, длиной 15370 мм должна быть выбрана исходная заготовка диаметром 8 мм, длиной 1000 мм.

Для среднего волочения также используется ВСК-13 с 13-ю волокнами матриц (рис. 5).

Рисунок 5. Схема установки волокна матрицы по 13-кратности

Схема установки волокна матрицы по 13-кратности для изменения диаметров изделий в следующей последовательности: Ø 8–6,8; 6,8–5,8; 5,8–4,96; 4,96–4,25; 4,25–3,64; 3,64–3,14; 3,14–2,71; 2,71–2,35; 2,35–2,04; 2,04–1,77; 1,77–1,54; 1,54–1,34; 1,34–1,18 мм.

Из последовательности записи изменения диаметров с одной волокны на последующую не попадает в рамках арифметической или геометрической прогрессий. Причина этого может быть в разности действующей силы на разную площадь сечения. Например, если волочить медный материал по рекомендованной схеме длиной 1 метр с диаметром

8 мм до 1,8 мм, то тогда можно иметь из толстого материала тонкую проволоку длиной 45960 мм.

$$l = L \left(\frac{D}{d} \right)^2 = 1000 \cdot \left(\frac{8}{1,18} \right)^2 \approx 45960 \text{ мм}$$

По этой формуле можно судить о том, что с увеличением кратности волокна матрицы, за счет уменьшения поперечного сечения материала, можно подсчитать длину получаемой проволоки.

Список литературы:

1. Толстой А.Н. Петр Первый: АСТ, АСТ Москва, Хранитель; Москва; 1944.
2. А. С РФ Способ изготовления высокоуглеродистой проволоки / В.А.Харитонов, Л.В. Радионова, В.И. Зюзин. - № 2183525; заявл. 29.01.2001; опубл. 20.06.2002, -3 с.
3. Аркулис Г.Э. Совместная пластическая деформация разных металлов / Г.Э.Аркулис. – М.: Металлургия, 1964. – 271 с.
4. Барков Л.А. Оборудование и технология обработки давлением труднодеформируемых материалов / Л.А. Барков, М.Н. Самодурова // Вестник ЮУрГУ, 2006. -№ 11. -С. 155-161.
5. Перлин И.Л. Теория волочения / И.Л. Перлин, М.З. Ерманок. – 2-е изд. – М.: металлургия, 1971. 448 с.

6. Хаяк Г.С. Волочение проволоки из цветных металлов и сплавов Москва: Металлургия, 1967. — 151 с.
7. Днестровский Н.З. Волочение цветных металлов и сплавов Москва: Металлургиздат, 1954. — 271 с.
8. Бульхим А.К., Кидяев В.Ф., Кижаяев О.А. “Электропривод и автоматизация волочильного оборудования” Часть 1. Самара-2002.
9. Патент RU 2188226, C10M 125/00, опубл. 2002.08.27
10. Тураев Т.Т., Отакулов О.Х., Тожиев Б.А. (магистрант) “Волочения” курилмаси оркали рангли металлрнни чўзиш технологиясини такомиллаштириш истиқболлари. Фарғона политехника институти илмий техника журнали. 2018. Том 22. №4.

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ИССЛЕДОВАНИЯ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН, ВЫРАБОТАННЫХ ИЗ КОМПАКТНОЙ И ОБЫЧНОЙ ПРЯЖИ

Бобожанов Хусанхон Тохирович

канд. техн. наук, Наманганский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, Наманганская область, г. Уйчи
E-mail: Bobojanov1979@mail.ru

Холиков Курбонали Мадаминovich

д-р техн. наук, Наманганский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, Наманганская область, г. Чартак
E-mail: HoliqovQ@mail.ru

Сидикжанов Жаъфар Собир угли

магистрант, Наманганский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, Наманганская область, г. Наманган
E-mail: jafarsidikjanov@mail.ru

Назарова Матлуба Абдурашид кизи

магистрант, Наманганский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, Наманганская область, г. Наманган
E-mail: matlubanazarova_91@mail.ru

STUDY OF KNITTING PATTERNS DEVELOPED FROM COMPACT AND NORMAL YARN

Husanhon Bobojanov

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

Qurbonali Xolikov

Doctor of technical sciences, Namangan Institute of Engineering and Technology
Republic of Uzbekistan, Namangan region, Chartaq

Jafar Sidikjanov

Master, Namangan Institute of Engineering and Technology
Republic of Uzbekistan, Namangan region, Namangan

Matluba Nazarova

Master, Namangan Institute of Engineering and Technology
Republic of Uzbekistan, Namangan region, Namangan

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена тому, что на машине «Zinser 350» с компактным устройством «RoCoS» фирмы «Rotorcraft», установленной на предприятии «OSBORNtextil», выработана компактная меланжевая пряжа и были сравнены ее качественные показатели с показателями обычной фабричной пряжи. При проведении исследования по выработке пряжи линейной плотности 20 текс ($N_e=30$) по кардной системе прядения число кручений пряжи было 800 кр/метр, а частота вращения веретена 14000 min^{-1} . Из полученных образцов пряжи выработано трикотажное полотно «Гладь». Сравнены физико-механические свойства пряжи и трикотажного полотна из обычной пряжи со свойствами меланжевой пряжи и полотна из нее. По результатам исследований установлено, что компактная меланжевая пряжа и выработанное из нее изделие конкурентоспособно по всем качественным показателям.

ABSTRACT

The article is devoted to the fact that on the Zinser 350 machine with the Rotorcraft compact RoCoS device, the OSBORNtextil plant has developed a compact melange buckle and was compared with its quality quality with the parameters of the usual factory yarn. When carrying out a study to produce a 20-tex ($Ne = 30$) yarn with a carded spinning system, the yarn twisting number was 800 kr/meter and the spindle rotation frequency was 14000 min⁻¹. From the received samples of yarn the knitted cloth «Glad» is developed. The physical and mechanical properties of yarn and knitted fabric from ordinary yarn with properties of melange yarn and cloth from it are compared. According to the results of the research, it is established that compact melange yarn and the product produced from it are competitive in all quality indicators.

Ключевые слова: компактная пряжа, кольцевое прядение, ворсистость, кручение, нотекистик, разрывная нагрузка, продукт, качество, меланж, ткань, веретено, линейная плотность, исследования.

Keywords: compact yarn, ring spinning, hairiness, torsion, unevenness, tensile load, product, quality, mélange, carded, combing, spindle.

Введение. Конкурентоспособная продукция играет важную роль в повышении позиций предприятий на мировом рынке. Если даже модель красива, но при эксплуатации не может сохранять хорошее качество, естественно, спрос на нее будет уменьшаться. Для предотвращения этого необходимо повысить качество готовой продукции и обеспечить ее конкурентоспособность. Физико-механические характеристики материалов, используемых для улучшения качества продукции, должны соответствовать стандартным требованиям. На качественное изготовление материалов в первую очередь влияет используемое сырье, пряжа, и большое значение имеет соответствие ее требованиям стандарта. Качество волокна и правильный выбор технологического процесса подготовки пряжи имеют большое значение при подготовке качественной пряжи. Исходя из этого, можно сказать, что качество пряжи напрямую влияет на качество готовой продукции.

Ведущие предприятия развитых стран производят трикотажные ткани из меланжевой пряжи, изготовленной из окрашенных волокон, и вырабатывают из этой ткани качественные конкурентоспособные изделия. Несмотря на то что процесс меланжирования пряжи является относительно сложным, спрос на него растет.

Многими учеными проводились исследования по улучшению качества пряжи. В настоящее время используются два способа прядения. Один из них пневмомеханический, а второй – кольцевой способ прядения. При пневмомеханическом способе кручение пряже придается при помощи воздушного потока, а при кольцевом способе прядения пряжа получает кручение за счет вращения бегунка по кольцу. Качество пряжи, выработанной по кольцевому способу, считается лучше по сравнению с пневмомеханической пряжей, потому что при этом

способе в придании пряже крутки участвуют все волокна, что не наблюдается в пневмопрядении. Но пневмомеханический способ прядения более производителен (в 5-6 раз) [3].

В последнее время ведущие предприятия предлагают установки и машины для выработки компактной пряжи. Компактная пряжа по сравнению с обычной пряжей обладает высокой прочностью, малой ворсистостью и неровнотой. Высокое качество компактной пряжи доказано исследованиями [2]. Эти показатели считаются важными для качества вырабатываемой пряжи.

Из вышеуказанного можно сделать вывод, что одним из актуальных вопросов для предприятий является производство компактных меланжевых нитей высокого качества.

Проведение экспериментов и анализ результатов. «OSBORN Textil», расположенный в Бустанлыкском районе Ташкентской области, является единственным специализированным производственным предприятием, выпускающим меланжевую пряжу в нашей республике. При проведении экспериментов воспользовались кольцепрядильной машиной «Zinser 350» (Германия) и компактной установкой «RoCoS» фирмы «Rotorcraft» [1; 4].

Во время эксперимента пряжу линейной плотности $T=20$ текс ($Ne=30$) вырабатывали по кардной системе прядения с круткой 800 кр/м при частоте вращения веретен 14000 min⁻¹. Для выработки пряжи использовали смесь, составленную из хлопка селекционных сортов «Бухоро-102» и «Мехнат» 4 типа I сорта.

Для определения качественных показателей выработанной пряжи использовали лабораторные приборы («USTER TESTER4», «Zweigle D 314») установленные на предприятии, результаты эксперимента приведены в таблице 1 [5].

Таблица 1.

Физико-механические показатели пряжи линейной плотности $T = 20$ (№ 30) текс

№	Номер пряжи (№)	Способ прядения	Частота вращения веретен $\times 10^3, \text{min}^{-1}$	Крутка, К, кр/м	Относительная разрывная нагрузка, (Rkm)	Удлинение при разрыве, $\epsilon, (\%)$	Ворсистость, Н, (%)	Неровнота, CV, (%)
1	30	Обыкновенная меланжевая пряжа	14000	800	14,28	4,12	6,05	16,66
2		Компактная (RoCos) меланжевая пряжа	14000	800	17,84	4,22	4,7	15,99

В результате анализа физико-механических свойств полученных образцов следует отметить, что нити, используемые с компактным устройством, имеют высокие качественные показатели.

парафинирование и обжигание. Эти процессы требуют дополнительного труда, что, в свою очередь, приводит к повышению себестоимости продукции.

Рисунок 1. Анализ пряжи 20 текс по относительной разрывной нагрузке (Rkm):
 1 – Оддий меланж ип; 2 – Компакт меланж ип.
 1 – обычная меланжевая пряжа; 2 – компактная меланжевая пряжа

Установлено, что относительная разрывная нагрузка компактной пряжи, выработанной по кардной системе, на 20% выше по сравнению с обычной меланжевой пряжей, вырабатываемой на предприятии (рис. 1).

По показателям USTER Statistics, пряжа с использованием компактного устройства считается высококачественной.

Результаты экспериментов показали, что по качественным характеристикам ворсистости и неровноте компактная пряжа также превосходит обычную пряжу.

Как видно из графика, ворсистость компактной меланжевой пряжи по сравнению с обычной меланжевой пряжей на 23% меньше (рис. 2). Именно уменьшение ворсистости считается одной из актуальных задач. На предприятиях после выработки ткани для повышения ее качества проводят различные процессы обработки, такие как

Рисунок 2. Анализ кардной по показателям ворсистости (Н, %):
 1 – обычная меланжевая пряжа; 2 – компактная меланжевая пряжа

Кроме этих определенных качественных показателей деформация пряжи при вытягивании также является одним из основных факторов, оказывающих большое влияние на качество изделия. Изделия во время эксплуатации подвергаются многократным изгибам, вытягиваниям, кручению и сжатию.

При таких процессах, для того чтобы изделие хорошо сохраняло свое качество, пряжа, из которой оно изготовлено, должна выдерживать большие деформации. Обычно при нагрузке пряжи она в доли секунды вытягивается. Сопротивление пряжи вытягиванию зависит от расположения в них волокон. Компактная пряжа обладает высокой деформационной стойкостью благодаря параллельному расположению волокон в ней. С целью исследования процесса сопротивления компактной меланжевой и обычной меланжевой пряжи к вытягиванию они подвергались нагрузке.

1-Оддий меланж ип; 2-Компакт меланж ип.

Рисунок 3. Удлинение кардной пряжи 20 текс при начальном этапе вытягивания

Изучение состояния пряжи на начальных стадиях вытягивания является одним из самых сложных процессов. Это определяется простым способом действия нагрузки на пряжу. Для проведения такого

эксперимента использовались тензометрические приборы, и были получены положительные результаты [6].

Таблица 2.**Физико-механические показатели ткани «Гладь», выработанной из обычной и компактной пряжи**

№	Наименование	Толщина ткани, Т, мм	Прочность при трении (истирание), количество трений, тысяча	Разрывная нагрузка, Н		Удлинение, %		Усадка, У, %		Воздухо проницаемость, См ³ / (см ² *с)
				По длине	По ширине	По длине	По ширине	По длине	По ширине	
1.	Ткань, приготовленная из обычной меланжевой пряжи	1,2	28,800	816,0	331,9	66,7	231	10	5	106,7
2.	Ткань, приготовленная из компактной меланжевой пряжи (RoCos)	1,5	34,100	868,3	408,8	112,3	310,9	7	0	35,4

Для более точного определения изменений, происходящих в пряже при начальной стадии нагрузки, нами разработано специальное устройство. Это устройство при помощи лучей с высокой точностью определяет состояние пряжи в начальной стадии вытягивания и полученные результаты передает на компьютер. С помощью прибора получены графики при начальной стадии вытягивания пряжи, которые приведены на рис. 3.

Эти графики показывают, что компактная меланжевая пряжа обладает высокой

сопротивляемостью к вытягиванию по сравнению с обычной пряжей. Исходя из этих результатов, можно сказать, что ткани, выработанные из компактной пряжи, будут обладать высокой конкурентоспособностью. Для более полного получения результатов из полученных образцов пряжи выработали трикотажное полотно «Гладь», и ее физико-механические свойства были определены на оборудовании, установленном в сертификационном центре «CENTEXUZ».

**Рисунок 4: а) Разрывная нагрузка полотна «Гладь» по длине,
б) Разрывная нагрузка полотна «Гладь» по ширине**

1 – Полотно, приготовленное из обычной меланжевой пряжи; 2 – Полотно, приготовленное из компактной меланжевой пряжи

Показатель сопротивления полотна к истиранию является одним из важных показателей качества

полотна. Были изучены сопротивления полотна к истиранию (рис. 5).

Рисунок 5. Показатели сопротивления полотна «Гладь» к истиранию:

1 – Полотно, приготовленное из обычной меланжевой пряжи; 2 – Полотно, приготовленное из компактной меланжевой пряжи

Согласно результатам было выявлено, что трикотажное полотно, изготовленное из компактной меланжевой пряжи, на 15% имеет более высокую прочность к истиранию, чем полотно, полученное из обычной меланжевой пряжи.

При анализе результатов, описанных в таблице, видно, что удлинение полотна, выработанного из компактной меланжевой пряжи, по длине и ширине значительно выше, чем у полотна, выработанного из обычной меланжевой пряжи. Также определено, что воздухопроницаемость у полотна из компактной меланжевой пряжи выше, чем у полотна, выработанного из обычной меланжевой пряжи.

Выводы. При анализе полученных результатов сравнительных экспериментов выявлено следующее: прочность пряжи на разрыв показала, что компактная меланжевая пряжа на 20 процентов прочнее, чем

обычная меланжевая пряжа, вырабатываемая на фабрике.

Ворсистость пряжи, вырабатываемой на фабрике, выше, чем у компактной пряжи. Компактная меланжевая пряжа, полученная на прядильной машине с установкой «RoCoS», является предпочтительной из-за ее низкого значения ворсистости, которая на 23% меньше по сравнению с обычной меланжевой пряжей.

При анализе состояния пряжи при начальной стадии вытягивания выявлено, что обычная меланжевая пряжа мгновенно вытягивается, а у компактной меланжевой пряжи сопротивление вытягиванию на 14% выше.

При исследовании выработанного полотна на прочность и сопротивление к истиранию у полотна, выработанного из компактной меланжевой пряжи,

установлено, что указанные характеристики на 15-19% выше, нежели у полотна, выработанного из обычной меланжевой пряжей.

Таким образом, на практике доказано, что физико-механические свойства полотен,

изготовленных из компактной меланжевой пряжи, сохраняют хорошую форму, удовлетворяют спросу потребителей и из них можно производить конкурентоспособные изделия.

Список литературы:

1. Бобожанов Х.Т. «Zinser» ҳалқали йигириш машинаси параметрларини муқобиллаб ип хоссаларини яхшилаш мавзусидаги номзодлик диссертация иши. – 2011. – С. 61-73.
2. Жуманиязов К.Ж., Бобожанов Х.Т., Гафуров Ж.К. Сравнение устройств для компактной кольцевой пряжи // Тўқимачилик муаммолари. – 2009. – № 4. – С. 19-21.
3. Жуманиязов К.Ж. Ва бошқалар «Тўқимачилик маҳсулотлари технологияси ва жиҳозлари». – Фулом, 2012. – 151 с.
4. Gafurov J. K., Mardonov B., Gofurov K., Dushamov O.Sh. Yarn Deformation with view of it structural structure // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, - Greece, 2018, № 459.
5. Бобожанов Х.Т., Гафуров Ж.К., Гафуров Қ.Ғ. Натяжение и деформация нити на кольцепрядильной машине Zinser-350 // Проблема текстиля – Ташкент, 2009. – № 3. – С. 28-30.

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРЯЖИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ПРИЕМНОГО БАРАБАНА ЧЕСАЛЬНОЙ МАШИНЫ

Махкамова Шоира Фахритдиновна

*старший преподаватель, Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: shoira-0218@mail.ru*

Матисмаилов Сайпила Лолаибаевич

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

Валиева Зулфия Фахритдиновна

*старший преподаватель, Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Разжапов Одил Олимович

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

ANALYSIS OF INDICATORS OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF YARNS DEPENDING ON THE FREQUENCY OF ROTATION OF THE RECEIVING DRUM OF CESAL MACHINE

Shoira Makhkamova

*senior teacher, Tashkent Institute of Textile and Light Industry,
Uzbekistan, Tashkent*

Saypila Matismailov

*candidate of technical sciences, assistant professor, Tashkent Institute of Textile and Light Industry,
Uzbekistan, Tashkent*

Zulfiya Valieva

*senior teacher, Tashkent Institute of Textile and Light Industry,
Uzbekistan, Tashkent*

Odil Razhapov

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

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены вопросы влияния неравноготы полуфабрикатов хлопкопрядильного производства при выборе оптимальной частоты вращения приемного барабана и разводки между приемным и главным барабанами на качественные характеристики готовой продукции. Представлены результаты испытаний ленты, ровницы и пряжи по вариантам.

ABSTRACT

The article discusses the impact of uneven semi-finished cotton production when choosing the optimal frequency of rotation of the receiving drum and the wiring between the receiving and main drums on the quality characteristics of the finished product. The results of testing ribbons, rovings and yarn options are presented.

Ключевые слова: лента, ровница, непсы, коэффициент вариации, волокно, чесальная машина, физико-механические показатели, качество.

Keywords: sliver, roving, neps, coefficient of variation, fiber, carding machine, physical and mechanical indicators, quality.

Введение. На данном этапе развития легкая промышленность Узбекистана – это важнейший многопрофильный, инвестиционно и инновационно привлекательный сектор экономики. Она способствует получению эффективных результатов от масштабного производства экономически выгодных и экологически безопасных товаров, импорт замещению, повышению экспортного потенциала страны.

Вместе с тем, если обеспечить более глубокую переработку того же хлопка-сырца в текстильной и других отраслях легкой промышленности и поставлять за пределы страны такую продукцию, как крашенная пряжа, трикотажное полотно и ткани, в последующем активно осваивать современные технологии и дизайн производимой готовой текстильной продукции, мы можем получить огромный эффект [2].

Теоретическая часть. Процесс кардочесания является основным процессом разделения комплексов волокон на отдельные волокна и очистки их от сорных примесей. Конструкция чесальных машин непрерывно совершенствуется. Одним из мировых лидеров по разработке и производству современных высокопроизводительных чесальных машин является фирма «Truetzschler» (Германия). Чесальные машины фирмы «Truetzschler» марки DK 803, DK 903, TC 03 имеют однозонный вытяжной прибор, позволяющий увеличить распрямленность волокон в чесальной ленте до 75%. Использование регуляторов толщины питающего слоя и выходящей ленты позволяет снизить неровноту чесальной ленты при бункерном питании. Чесальные машины оснащены пневмомеханическими системами обеспыливания и удаления отходов [1]. Давильные валы позволяют уменьшить засоренность ленты. Внедрение усиленных узлов приемного барабана (система WEBFEED) увеличивает потенциальные возможности машины. Машины могут работать при высокой частоте вращения главного барабана (до 600 об/мин) с более тонкой гарнитурой и более строгими регулировками. Производительность современных чесальных машин достигает 80-100 кг/час.

В узле приемного барабана чесальной машины происходит грубое чесание волокнистого материала. Приемный барабан разъединяет на отдельные волокна 70-80% пучков и столько же выделяет сорных примесей от общего количества примесей, выделяемых машиной, оказывает влияние на неровноту чесальной ленты и производительность машины [3].

Для исследования влияния технологических параметров чесальной машины на качество готовой продукции, была поставлена задача проведения экспериментальных исследований, направленных на определение оптимальной частоты вращения приемного барабана и разводки между приемным и главным барабанами при высокоскоростном чесании с целью повышения качества чесальной ленты и пряжи.

Экспериментальная часть и анализ результатов. Для решения поставленных в работе задач проведены экспериментальные исследования по проектированию свойств пряжи и параметров узла питания чесальной машины.

Исследования проводились в условиях учебной лаборатории ТИТЛП при выработке пряжи линейной плотности 18,5 текс на кольцепрядильной машине Zinser 350 фирмы «Zinser» (Германия). Для выработки пряжи использовалось хлопковое волокно 4 типа I сорта класса «Яхши» селекционного сорта С 4727.

Исследуется влияние частоты вращения третьего приемного барабана чесальной машины DK-903 и величины разводки между главным и третьим приемным барабанами на качество пряжи и её обрывность.

Для решения задачи оптимизации проводится полный двухфакторный эксперимент ПФЭ $3^2 = 9$ опытов [4]. Варьируется два фактора: частота вращения приемного барабана на уровнях: 1750, 1850, 1950 об/мин и разводка между приемным и главным барабанами на уровнях: 0,005; 0,007; 0,009 дюйм. В результате исследований качества ленты с ленточной машины и ровницы всех вариантов, протестированных на приборе USTER TESTER 5M, были получены показатели неравномерности, приведённые в таблице 1.

Из таблицы 1 следует, что распределение массы волокон по сечению ленты и ровницы 1 – 3 вариантов соответствует нормальному закону распределения (норма $C_m/U_m=1,25$). В вариантах 4 – 6 некоторая асимметрия распределения $C_m/U_m=1,256-1,257$, а в вариантах 7 – 9 асимметрия распределения увеличивается до 1,26-1,261.

Увеличение значения показателя асимметрии распределения возможно от периодических или случайных воздействий разных факторов, в том числе от групповых сдвигов волокон в вытяжных приборах, что возможно при использовании чесальной ленты из недостаточно распутанных, очищенных и неравномерно распределённых волокон по длине чесальной ленты. Лучшая неровнота ровницы по длинным отрезкам и по сечению во 2-ом варианте ($n=1950$, $R=0,007$ дюйм) отвечает требованиям 30% уровня по Ust, наименее оптимальная неровнота ровницы в 9-ом варианте ($n=1750$, $R=0,009$ дюйм) отвечает требованиям 45% уровня по Ust.

Была также проведена сравнительная оценка показателей качества пряжи. Из ровницы каждого варианта последовательно наработана пряжа линейной плотности 18,5 текс на кольцепрядильной машине «Zinser 350».

Неровнота пряжи всех вариантов по сечению и пороки её внешнего вида определены на приборе USTER TESTER 5M (Швейцария). Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 1.

Показатели качества ленты и ровницы

№	Наименование показателей	n=1950 об/мин			n=1850 об/мин			n=1750 об/мин		
		R			R			R		
		0,005	0,007	0,009	0,005	0,007	0,009	0,005	0,007	0,009
	Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Лента с ленточной машины									
	- линейная плотность, ктекс	5,0	5,01	5,0	5,02	5,0	5,1	5,05	5,09	5,0
	- коэффициент вариации по отрезкам длиной 1м	0,81	0,69	0,84	0,95	0,92	0,98	1,03	1,02	1,1
	3м	0,59	0,50	0,61	0,69	0,67	0,71	0,75	0,75	0,80
	5м	0,48	0,41	0,49	0,56	0,54	0,58	0,61	0,60	0,65
	- неровнота по сечению:									
	- линейная U_m , %	2,40	2,29	2,48	2,60	2,65	2,77	2,89	2,85	3,02
	- коэффициент вариации C_m , %	3,0	2,86	3,1	3,26	3,32	3,48	3,64	3,59	3,81
	Отношение C_m / U_m	1,252	1,251	1,252	1,255	1,254	1,256	1,261	1,260	1,261
2	Ровница									
	- линейная плотность, текс	678	676	676	673	673	675	676	675	673
	- коэффициент вариации по отрезкам длиной 1м	1,81	1,8	1,82	1,9	1,88	1,93	2,01	2,0	2,4
	3м	1,39	1,4	1,45	1,46	1,45	1,48	1,55	1,54	1,85
	неровнота по сечению:									
	- линейная, U_m	4,21	4,08	4,20	4,51	4,44	4,51	4,76	4,68	4,82
	- коэффициент вариации, C_m	5,28	5,11	5,27	5,66	5,58	5,73	6,01	6,00	6,1
	отношение C_m / U_m	1,253	1,252	1,254	1,256	1,256	1,271	1,26	1,26	1,26

Таблица 2.

Пороки внешнего вида пряжи

№	Наименование показателей	n=1950 об/мин			n=1850 об/мин			n=1750 об/мин		
		R			R			R		
		0,005	0,007	0,009	0,005	0,007	0,009	0,005	0,007	0,009
1	Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	Неровнота по сечению, %	10,97	10,70	11,07	11,24	11,15	11,28	11,43	11,35	11,77
	- линейная, U_m	13,77	13,41	13,89	14,10	14,03	14,19	14,44	14,36	14,90
	- квадратическая C_m	21	20	22	27	25	26	31	30	35
3	Уровень Ust для C_m , %	21	20	22	27	25	26	31	30	35
3	Тонкие места (-40%), ед/км	110,5	96,5	113,7	123	114	123,8	130,8	136	140
4	Тонкие места (-50%), ед/км	2,1	1,5	2,6	3,0	2,7	3,3	3,4	3,3	3,5
5	Толстые места (+50%), ед/км	73,8	72,1	77,3	81,2	79,9	82,2	90,2	92,5	93,4
6	Непсы (+200%)	220	210	215	236	220	258	280	264	275
7	Непсы (+280%)	29,0	26,5	31,4	39,5	36,5	46,0	50,3	49,0	51,0
8	Ворсистость, Н	6,53	6,62	6,64	6,62	6,65	6,72	6,80	6,72	6,87

Из таблицы 2 видно, что неровнота пряжи по сечению во всех вариантах достаточно хорошая (что

объясняется использованием современного технологического оборудования) и отвечает требованиям 20-35% уровням по Uster Statistics.

Влияние факторов на неровноту пряжи по сечению наглядно отражено на рис.1, где хорошо видно, что неровнота по сечению снижается при увеличении частоты вращения приемного барабана при любой

разводке между приемным и главным барабанами. Как слишком малая, так и слишком большая разводка ведут к увеличению неровноты пряжи по сечению.

Рисунок 1. Зависимость неровноты пряжи по сечению (C_m) от параметров приемного барабана

Неровнота пряжи по сечению возникает от количества тонких и толстых мест. На рис.2. В виде столбчатой диаграммы показано общее количество тонких

и толстых мест пряжи по вариантам и суммарное количество тонких мест.

Рисунок 2. Количество тонких и толстых мест в сечении пряжи в зависимости от параметров приемного барабана

Из рис. 2. видно, что наименьшее количество тонких и толстых мест при частоте вращения 1950 об/мин и разводке 0,007 дюйм – 170,1 ед/км. При частоте вращений 1750 об/мин количество тонких и толстых мест возрастает на 20-36%, возрастая по мере увеличения разводки (224,4-236,9 ед/км).

Количество тонких мест (-40%) (-50%) показывает, что в сечении пряжи уменьшается число волокон до 0,6n-0,5n, т.е. возникают ослабленные сечения пряжи, что приводит к числу обрывающихся сечений.

Рисунок 3. Зависимость количества непсов от параметров приемного барабана

– частота вращения приемного барабана -1750 об/мин

– частота вращения-1950 об/мин

Толстых мест в пряже приводят к увеличению колебания натяжения, которое так же может привести к обрывности.

Количество непсов (узелков) в пряже во многом зависит от работы чесальной машины.

Из рис.3 (а) видно, что с увеличением числа оборотов третьего приемного барабана на 200 об/мин количество непсов в пряже размером (+200%) снижается на 21,4%, 20,9%, 21,8% (соответственно при разводках 0,005; 0,007; 0,009 дюйм). А количество непсов размером (+280%) уменьшается более существенно (см. рис.3 б) на 42,46 и 38,5% в зависимости от разводки между приемным и главным барабанами.

Ворсистость пряжи всех вариантов (см. табл. 3) отвечает требованиям 61-63% уровня Ust. Ворсистость пряжи на 40-78% зависит от конфигурации во-

локон внутри тела пряжи, которая для пряжи кольцевого способа прядения зависит от предыдущих технологических процессов подготовки полуфабрикатов (распрямление и параллелизация волокон). С уменьшением частоты вращения приемного барабана и увеличением разводки прослеживается небольшое увеличение ворсистости, что говорит о меньшей разъединенности и распрямленности волокон.

Средние результаты основных показателей физико-механических свойств пряжи всех вариантов приведены в таблице 3. Линейная плотность пряжи и коэффициент вариации по линейной плотности определены на USTER AUTOSORTER 5. Прочностные показатели и показатели, взаимосвязанные с ними определены на USTER TENSORAPID 4. Пряжа всех вариантов отвечает требованиям ГОСТ 9092 для I сорта.

Таблица 3.

Показателей физико-механических свойств пряжи

№	Наименование показателей	n=1950 об/мин			n=1850 об/мин			n=1750 об/мин		
		R			R			R		
		0,005	0,007	0,009	0,005	0,007	0,009	0,005	0,007	0,009
1	Линейная плотность пряжи, текс	18,52	18,51	18,49	18,49	18,5	18,52	18,49	18,53	18,48
2	Номер метрический	54,0	54,0	54,1	54,1	54,1	54,0	54,1	53,96	54,1
3	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	0,86	0,9	0,9	0,97	0,89	1,01	1,03	0,92	1,05
4	Разрывная нагрузка, сН	225	227,7	221,9	219,7	215,9	217,4	213	210,6	207,7
5	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	8,2	8,0	8,6	9,1	8,9	9,4	9,7	9,6	10,1
6	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	12,15	12,3	12,0	11,88	11,67	11,74	11,52	11,37	11,24
7	Удлинение, %	4,92	4,95	4,93	4,52	4,47	4,50	4,02	3,96	3,82
8	Работа разрыва, Н·см	4,86	4,89	4,80	4,72	4,64	4,66	4,62	4,58	4,47
9	Коэффициент использования прочности волокна в прочности пряжи, КИП	0,457	0,462	0,451	0,447	0,439	0,441	0,433	0,427	0,423
10	Обрывность на 1000 вер·час	70	68	72	78	74	80	83	85	86

Зависимость удельной разрывной нагрузки пряжи и коэффициента вариации по разрывной нагрузке от исследуемых параметров наглядно видна на рис.4.

Из рис.4 видно, что с увеличением частоты вращения приемного барабана пряжа имеет более высокую разрывную нагрузку и более высокую равномерность по разрывной нагрузке (ниже C_v) при любой из

исследуемых разводках. Лучшие показатели при определенной частоте вращения при минимально возможных разводках (0,005 и 0,007). С увеличением разводки до 0,009 дюймов показатели по прочности и равномерности снижаются. Наибольшая разрывная нагрузка (12,3 сН/текс) при наименьшем коэффициенте вариации ($C_v=8,0\%$) при частоте вращения 1950 об/мин и разводке 0,007 дюймов.

Рисунок 4. Зависимость удельной разрывной нагрузки пряжи и коэффициента вариации по разрывной нагрузке от частоты вращения приемного барабана и разводки между главным и приемным барабанами

Регулируя параметры приемного барабана можно увеличить коэффициент использования прочности волокна в прочности пряжи с 0,423 до 0,462 (табл.3) и снизить обрывность пряжи на прядильной машине на 20,9% (с 86 до 69 обрывов на 1000 вер·час).

Выводы:

1. С увеличением частоты вращения третьего приемного барабана и одновременной установке минимально возможной разводки между приемным и главным барабанами внутренняя неровнота и засоренность пряжи увеличивается, а коэффициент вариации по разрывной нагрузке снижается.

2. Регулируя параметры приемного барабана можно увеличить коэффициент использования прочности волокна в прочности пряжи с 0,423 до 0,462 и снизить обрывность пряжи на прядильной машине на 20,9% (с 86 до 68 обрывов на 1000 вер·час).

3. Наиболее оптимальными параметрами настройки приемного барабана являются: частота вращения приемного барабана – 1950 об/мин, разводка между приемным и главным барабанами 0,007 дюйма (0,17мм).

Список литературы:

1. Борзунов И.Г., Бадалов К.И., Гончаров В.Г. Прядение хлопка и химических волокон. - М: Легкая и пищевая промышленность, 1982.
2. Крючкова В.К., Максудов С.С. и др. Пути повышения конкурентоспособности хлопкобумажной пряжи и тканей. Ташкент. ГФНТИ, 1993.
3. Матисмаилов С.Л., Бурнашев Р.З., Амзаев Л.А. Экспериментальное исследование условий взаимодействия гарнитуры с бородкой в узле приемного барабана чесальной машины. // Научным разработкам широкое внедрение в практику: сб. материалов конференции. - Иваново, 1988.
4. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. Учебник. - М; МГТУ. - 2007. - 648 с.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ПИЩЕВУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

Бахриддинова Насиба Мурадовна

канд. техн. наук, доцент, Бухарский инженерно-технологический институт
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: nbaxriddinova@inbox.ru

Зарипова Мохира Джурсаевна

старший преподаватель, Бухарский инженерно-технологический институт
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: nafis101@mail.ru

INFLUENCE OF VARIOUS FACTORS ON THE FOOD SAFETY OF WHEAT GRAIN

Nasiba Bahriddinova

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Bukhara engineering –technological institute
Uzbekistan, Bukhara

Mohira Zaripova

Senior Lecturer, Bukhara engineering –technological institute
Uzbekistan, Bukhara

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты исследования токсиногенных свойств зерна пшеницы, районированной в Бухарской области. Установлено, что содержание тяжёлых токсичных металлов в зерне исследуемой пшеницы не превышало предельно допустимых концентраций. В составе микрофлоры сухого спелого зерна, взятого непосредственно с поля из колоса, доминировали эпифитные бактерии *Erwinia herbicola*, содержание которых составляло $74,8 \pm 2,1\%$ от общего числа микроорганизмов. Численность «плесеней хранения» изменялась в пределах от 0,12 до 0,35 тыс. на 1,0 г зерна, преобладали, главным образом, грибы *Aspergillus* и *Penicillium*. Проанализировано влияние различных методов обработки зерна пшеницы перед помолом (сухая очистка поверхности, сушка и мойка) на содержание афлатоксинов B₁ и G₁. Установлено, что при очистке поверхности зерна количество B₁ снижалось на 15,1 – 33,2%, а G₁ – до 16,4 %, что связано с удалением мицелия и спор гриба. Сушка и мойка зерна уменьшали количество АТ B₁ на 47,3-85,2 %, а G₁ – на 25,5-80,0 %; при очистке поверхности зерна количество B₁ снижалось на 15,2-33,4 %, а G₁ – до 16,5 %. Доказано, что технологические методы предварительной обработки зерна не обеспечивают его полную детоксикацию.

ABSTRACT

The article presents the results of a study of the toxinogenic properties of wheat grain, zoned in the Bukhara region. It was established that the content of heavy toxic metals in the grain of the studied wheat did not exceed the maximum permissible concentrations. The composition of the microflora of dry ripe grain, taken directly from the field from the ear, was dominated by epiphytic bacteria *Erwinia herbicola*, whose content was $74.8 \pm 2.1\%$ of the total number of microorganisms. The number of "storage molds" varied from 0.12 to 0.35 thousand per 1.0 g of grain, mainly dominated by mushrooms *Aspergillus* and *Penicillium*. The effect of different methods of processing wheat grain before grinding (dry surface cleaning, drying and washing) on the content of aflatoxins B₁ and G₁ is analyzed. It has been established that the amount of B₁ decreased by 15.1 - 33.2% and G₁ - to 16, 4%, which is associated with the removal of mycelium and fungal spores. Drying and washing the grain reduced the amount of AT B₁ by 47.3-85.2%, and G₁ - by 25.5-80.0%; when cleaning the surface of the grain, the amount of B₁ decreased by 15.2-33.4%, and G₁ - to 16.5%. It is proved that technological methods of pretreatment of grain do not provide its complete detoxification.

Ключевые слова: зерно, пшеница, пищевая безопасность, токсичные металлы, патогенные микроорганизмы, афлатоксины.

Keywords: grain, wheat, foodsafety, toxicmetals, pathogens, aflatoxins.

Мониторинговые исследования зерна пшеницы в ведущих странах мира свидетельствуют об устойчивой тенденции снижения его качества и степени пищевой безопасности. В современных условиях высокой техногенной нагрузки на сельскохозяйственные угодья практически во всех регионах наблюдается комплексное радиационно-техногенное загрязнение территории, что, естественно, снижает уровень безопасности пищевого сырья и, как следствие, продуктов его переработки.

Причиной токсичности зерна являются также продуценты плесневых грибов – афлатоксины и микотоксины, которые диффундируют в муку и мучные изделия и являются причиной заболевания человека алиментарной септической ангиной [2, с.34-35; 4, с.40-41; 6, с.16-19].

Дефектное и заражённое зерно нередко составляет заметную долю в валовом сборе зерна, что заметно снижает эффективность зерноперерабатывающих производств: усложнение технологического процесса, увеличение внутрипроизводственных расходов, уменьшение выхода и снижение качества готовых изделий, рост себестоимости, снижение рентабельности. Задача по всемерному сокращению количества дефектного зерна приобретает общегосударственное значение, требует своевременного применения высокоэффективных агротехнологий, способов борьбы с вредителями и профилактики микробной контаминации хлебных растений с целью

повышения степени их пищевой безопасности. Одним из направлений решения данной задачи являются повсеместный контроль качества зерна и разработка специальных технологических мероприятий по его обеззараживанию непосредственно на зерноперерабатывающих предприятиях [7, с.6-8].

Цель работы заключалась в изучении показателей, характеризующих пищевую безопасность зерна пшеницы и выявлении наиболее эффективных методов его детоксикации.

Объектом исследования служило зерно различных сортов пшеницы, районированных в Бухарской области Республики Узбекистан.

Результаты исследования приведены в табл.1, 2.

Основное влияние на сохранность зерна и его пищевую безопасность оказывают агрометеорологические условия выращивания культуры [1, с.39]. Установлено, что для всех типов почв Узбекистана характерна высокая засоленность и низкое содержание гумуса. Средняя температура поверхности почвы в самом тёплом месяце достигает $66 \pm 3^\circ\text{C}$, запасы продуктивной влаги в почве не превышают 45,0 мм, дефицит влаги 26,5 мм.

На посевных площадях Бухарской области в почве обнаружены в основном цинк, медь и железо, в незначительных количествах свинец и ртуть, кобальт и мышьяк не обнаружены. Аналогично и в исследуемых образцах зерна пшеницы содержание тяжёлых токсичных металлов (ТТМ) также не превышало ПДК (табл.1).

Таблица 1.

Содержание тяжёлых токсичных металлов в исследуемых образцах зерна пшеницы

№ образца	Содержание ТТМ в зерне пшеницы, мг/кг				
	Cu	Zn	Fe	Pb	Ni
1	0,58	0,42	12,44	-	-
2	0,76	0,70	10,76	-	следы
3	0,49	0,47	12,92	следы	следы
4	0,68	0,34	13,68	следы	-
5	0,54	1,02	12,51	следы	-
ПДК*	10,0	50,0	50,0	0,50	0,50

*ПДК – предельно допустимая концентрация

Из общего количества микроорганизмов во всех пробах исследуемого зерна доминировали эпифитные бактерии *Erwinia herbicola*. Их содержание составляло в среднем $74,8 \pm 2,1\%$ от общего числа микроорганизмов. Численность «плесеней хранения» (грибы родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus* и др.) изменялась в пределах от 0,12 до 0,35 тыс. на 1,0 г зерна. Преобладали, главным образом, грибы *Aspergillus* и *Penicillium*.

Плесневые грибы способны образовывать многочисленные микотоксины, некоторые из них являются канцерогенными – это афлатоксины – производные кумаринов. Из всех известных канцерогенов наиболее опасными являются афлатоксины B_1 и G_1 , особенно B_1 . Наличие афлатоксинов в продуктах питания приводит к глубокому поражению печени, жировому её перерождению, кровоизлияниям и циррозу. Предполагают, что афлатоксины связывают

ДНК и ингибируют синтез РНК - полимеразы, что приводит к подавлению синтеза белка [8, с.763].

В связи с этим исследовали влияние температуры и относительной влажности воздуха на накопление афлатоксинов на зерне пшеницы, инокулированном *Aspergillus flavus* NRRL-2999. Культуру микромицета накапливали 7 сут на зерне пшеницы с влажностью 18,0%. Для равномерного распределения мицелия образцы пшеницы инокулировали зараженным зерном при тщательном перемешивании и помещали на капроновых ситах в термостат при $30 \pm 1^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха 85,0%.

Влажность зерна определяли стандартным методом через каждые 30 сут. Поверхность зерна очищали от спор и мицелия грибов на лабораторном ситовом сепараторе. Мойку зерна осуществляли водой при $20 \pm 2^\circ\text{C}$ в течение 30 с. Сушку проводили при

температуре газовой смеси $150 \pm 5^\circ\text{C}$. Подготовленные образцы зерна размалывали на лабораторной мельнице МЛУ-202. Количественное содержание афлатоксинов (АТ) B_1 и G_1 на каждом этапе

технологического процесса и в продуктах помола пшеницы определяли по методике, приведенной в руководстве [5, с.114-116]. Результаты анализа приведены в табл.2.

Таблица 2.

Влияние различных способов обработки на содержание афлатоксинов в зерне пшеницы

Стекловидность зерна, %	Содержание АТ в зерне пшеницы, подвергнутого различным методам обработки, мкг/кг						
	исходное зерно	сухая очистка поверхности		сушка		мойка	
	B_1/G_1	B_1/G_1	% к исх. кол-ву	B_1/G_1	% к исх. кол-ву	B_1/G_1	% к исх. кол-ву
Срок хранения 30 сут							
73,5	200	133	66,0	106	53,4	106	53,4
	266	266	100,0	200	75,0	200	75,0
Срок хранения 60 сут							
47,8	75	64	85,0	38,8	51,7	38,8	51,7
	69	58	84,3	36,3	52,8	36,3	52,8
73,5	1250	1070	85,0	187	15,0	187	15,0
	1450	1105	76,0	250	17,3	250	17,3

Данные, приведенные в табл.2, свидетельствуют о том, что на высокостекловидных образцах пшеницы идет более интенсивный биосинтез АТ B_1 и G_1 , чем на низкостекловидных. Увеличение сроков хранения зараженного зерна с 30 до 60 сут приводит к резкому возрастанию количества АТ, что объясняется их накоплением при увеличении грибных спор вплоть до достижения периода максимального спорообразования. При различных методах обработки зараженного зерна количество АТ снижалось. Так, при очистке поверхности зерна количество B_1 снижалось на 15,1 – 33,2%, а G_1 – до 16,4 %, что связано с удалением мицелия и спор гриба. Сушка и мойка зерна уменьшали количество АТ B_1 на 47,3-85,2 %, а G_1 – на 25,5-80,0 %. при очистке поверхности зерна количество B_1 снижалось на 15,2-33,4 %, а G_1 – до 16,5 %. Это связано с тем, что данные методы оказывают значительное влияние на поверхностные слои зерновки. Одновременно это подтверждает данные о том, что основная масса афлатоксинов находится в периферических слоях зерна [3, с.28-32].

Таким образом, на основании анализа экспериментальных данных установлена обратная пропорци-

ональная зависимость между влажностью зерна и летальной для его внутренней микрофлоры температурой, то есть при начальной влажности зерна 10, 12, 22, 28 и 32 % оно становится стерильным при температуре, соответственно, 80, 85, 65, 60 и 55°C .

Установлено, что на всех этапах технологической обработки зараженного афлатоксинами зерна (очистка поверхности, мойка, сушка) существенно снижается их содержание. При этом ни один из указанных способов не обеспечивает полной детоксикации зерна и продуктов его переработки. Распределение афлатоксинов в продуктах помола пшеницы неравномерно: максимальное их содержание в отрубях и муке с последних драных и размольных систем, содержащих сегменты периферийных частей зерна.

Следует отметить, что для регионов с сухим и жарким климатом проблема развития плесеней хранения на зерне пшеницы не настолько актуальна, как для регионов с влажным умеренным климатом, однако исследования в данном направлении и для нас являются достаточно значимыми.

Список литературы:

1. Акимов О. Агрофон – это важно/О.Акимов //Хлебопродукты. - 2004. - №11.-С. 39.
2. Дашевский В. Качество зерна, муки и хлеба – 2002/В. Дашевский//Хлебопродукты. – 2002.- №7.- С. 34-35.
3. Закладной Г. Современная технология дезинсекции зерна/ Г.Закладной// Хлебопродукты.-2004.- №11.- С. 28-32.
4. Лексанов С. Грибковая обсеменённость на предприятиях отрасли/ С.Лексанов//Хлебопродукты. - 2003.- №3. - С. 40-41.
5. Тутельян В.А. Оценка загрязнения пищевых продуктов микотоксинами // Учеб.-метод. пособ.- М.: ГКНТ, 1985.-186 с.
6. Фридрих Р. Снижение содержания вредных веществ в процессе зерноочистки / Р.Фридрих // Хлебопродукты. – 2002.- №7. - С. 16-19.
7. Яковлева О. Как сократить потери зерна / О.Яковлева // Хлебопродукты.-2002. - №7.- С. 6-8.
8. Lillehoj E. B. Aspergillus flavus infection and aflatoxin in corn: Influence of trace elements / E. B. Lillehoj, W.J.Garcia, M.Lambrow.-Appl. Microbiol., 2007, 28.- № 5.- P. 763.

РАСЧЕТ ПРОЦЕССА СУШКИ ДИЕТИЧЕСКИХ ПИЩЕВЫХ ТРАВ МОТОР (ALLIUM MOTOR) В РАЗЛИЧНЫХ СУШИЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

Дадаев Гани Тошходжаевич

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

Сафаров Жасур Эсирганович

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

CALCULATION OF DRYING DIETARY HERBS PROCESS MOTOR (ALLIUM MOTOR) IN VARIOUS DRYING EQUIPMENT

Gani Dadaev

*researcher, Tashkent state technical university
Uzbekistan, Tashkent*

Jasur Safarov

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

АННОТАЦИЯ

Сотрудники Ташкентского государственного технического университета разработали мини-гелиоаккумуляционную сушильную установку для получения высококачественной продукции из лекарственных трав. Сравнение гелиосушилок различных типов показало, что их использование способствует значительному сокращению времени сушки с помощью аккумуляции энергии по сравнению с естественной сушкой, также при сушке в таких сушилках одновременно сохраняются в составе диетических пищевых трав мотор (*Allium motor*) биологически активные вещества.

На основе динамического уравнения массопередачи и предложенных эмпирических зависимостей (констант скорости сушки от температуры, уравнения изотермы десорбции в виде формулы Поснова с добавлением линейной зависимости параметра равновесия от температуры) осуществлена аппроксимация кинетических кривых. Сделан вывод о возможности единой формулы учета константы скорости от температуры в условиях затенения и инсоляции, где при инсолировании расчеты ведутся по «эффективной температуре на солнце».

ABSTRACT

Tashkent state technical university have developed a mini-gelio accumulation drying apparatus for producing high-quality products from medicinal herbs. The result of the comparative analysis of different types of dryers gelio has shown that their use contributes to a significant reduction in drying time by accumulation of energy as compared to the natural drying, at the same time preserves the biological active substances in the dried product motor (*Allium motor*).

On the basis of the dynamic mass transfer equation and the proposed empirical dependencies of the drying rate constants on temperature, the desorption isotherm equations in the form of Posnov formula with the addition of a linear dependence of the equilibrium parameter on temperature, the kinetic curves were approximated. The conclusion is made about the possibility of a unified formula for taking into account the rate constant for temperature under shading and insolation conditions, where during insolation calculations are made using the “effective temperature in the sun”.

Ключевые слова: температура, гелиосушильная установка, сушка, диетических пищевых трав мотор (*Allium motor*).

Keywords: temperature, helio drying unit, drying, dietary herbs motor (*Allium motor*).

Расчет показателей сушки в аппаратах с применением разработанного метода проиллюстрируем на примере сушки травы мотор в шкафу. Данные, полученные в экспериментах и при обработке данных в

предположении $w_{\text{но}}=0$, приведены ниже (кривые на рис. 1, табл. 1).

Таблица 1.

Расчет показателей сушки в аппаратах

Параметры	K_{u1}	k_{u2}	k_{w1}	K_{w2}
Их значения	0.0448 1/сутки	1.8493	0.8961	-0.5014

Среднее отклонение расчетных и опытных данных – 0,0037, а среднее абсолютное отклонение – 0,0125.

Рисунок 1. Кривые сушки травы мотор в шкафу: 1 – кривая сушки; 2 – эмпирические значения константы скорости сушки $k_{ss} \cdot 10^{-2}$ в сутки $^{-1}$; 3 – температура в шкафу $T_a \cdot 10^{-2}$ в $^{\circ}C$

Эксперименты по сушке в высокоэффективной энергосберегающей гелиоаккумуляционной сушильной установке представлены в табл. 2.

Таблица 2.

Результаты экспериментов в энергосберегающей гелиоаккумуляционной сушильной установке

Время, t	8 ⁰⁰	11 ⁰⁰	13 ⁰⁰	15 ⁰⁰	17 ⁰⁰	19 ⁰⁰	21 ⁰⁰	22 ⁰⁰
Температура воздуха, T_a	23 $^{\circ}C$	31 $^{\circ}C$	36 $^{\circ}C$	37 $^{\circ}C$	34 $^{\circ}C$	28 $^{\circ}C$	25 $^{\circ}C$	20 $^{\circ}C$
Температура в установке, T_v	35 $^{\circ}C$	47 $^{\circ}C$	58 $^{\circ}C$	60 $^{\circ}C$	52 $^{\circ}C$	37 $^{\circ}C$	31 $^{\circ}C$	28 $^{\circ}C$
Температура парафина, T_p	26 $^{\circ}C$	37 $^{\circ}C$	45 $^{\circ}C$	57 $^{\circ}C$	56 $^{\circ}C$	44 $^{\circ}C$	38 $^{\circ}C$	31 $^{\circ}C$
Вес материала, P, g	2000.0	1910.0	1435.2	966.5	634.6	390.2	310.2	252.3

Обработка дает следующие результаты (рис. 2-4). Матрица коэффициентов корреляции показана в табл. 3. Эмпирические коэффициенты:

$K_{u1} = 5.3956$ 1/сутки; $k_{u2} = 0.0148$ 1/сутки;
 $k_{w1} = 0.9858$; $K_{w2} = -7.2359$.

Таблица 3.

Корреляционная матрица коэффициентов взаимосвязи между константой скорости сушки и параметрами процесса

	k_{ss}	T_a	T_v	T_p	t	w_{so}
k_{ss}	1.0000	0.0886	0.1592	0.5660	0.7029	-0.7496
T_a	0.0886	1.0000	0.9769	0.6920	-0.4747	0.3519
T_v	0.1592	0.9769	1.0000	0.7815	-0.3386	0.2095
T_p	0.5660	0.6920	0.7815	1.0000	0.2261	-0.3838
T	0.7029	-0.4747	-0.3386	0.2261	1.0000	-0.9794
w_{so}	-0.7496	0.3519	0.2095	-0.3838	-0.9794	1.0000

Рисунок 2. Кривые сушки мотор в энергосберегающей гелиоаккумуляционной сушильной установке:
 1 – кривая сушки; 2 – эмпирические значения константы скорости сушки $k_{ss} \cdot 10^{-1}$ в сутки⁻¹; 3 – температура в установке $T_a \cdot 10^{-2}$ в °C

Рисунок 3. Кривая скорости сушки: 1 – расчетная; 2 – эмпирическая

Рисунок 4. Расчетные (1) и эмпирические (2) значения констант скорости сушки

Сравнение результатов представления константы как функции температуры внутри аппарата и в окружающей среде показывает, что точность при этом одного порядка. Это позволяет проводить расчеты режимов в установке независимо от внешних

параметров источника энергии (внешняя температура, относительная влажность воздуха, условия и продолжительность инсоляции).

Список литературы:

1. Дадаев Г.Т. К вопросу о разработке технологии получения высушенной продукции с новыми качествами // *Universum: технические науки*. – М., 2017. – № 12 (45). – С. 31-33.
2. Исследование инновационного способа сушки лекарственных растений: Монография / Ж.Э. Сафаров, Ш.А. Султонова, Г.Т. Дадаев, Б.М. Жумаев. – Ташкент: Muhr-press, 2017. – 107 с.
3. Сафаров Ж.Э., Дадаев Г.Т. Исследование процесса нагревания и охлаждения при использовании различных материалов для аккумуляции тепловой энергии // *Universum: технические науки*. – М., 2017. – № 11 (44). – С. 16-18.

ПРИМЕНЕНИЕ СИМБИОТИЧЕСКИХ ГРУПП БАКТЕРИЙ И МИКРООРГАНИЗМОВ В ПИЩЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Абдусаломова Дилдора Одиловна

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

E-mail: abdusalomovad@gmail.com

Султанова Шахноза Абдувахитовна

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

E-mail: sh.sultanova@yahoo.com

THE USE OF SYMBIOTIC GROUPS OF BACTERIA AND MICROORGANISMS IN FOOD TECHNOLOGY

Dildora Abdusalomova

*student, Tashkent State Technical University,
Uzbekistan, Tashkent*

Shaxnoza Sultanova

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

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматривается технологический метод получения пробиотического продукта содержащего в составе до 4 г/л биологически активного вещества при культивировании «молочного гриба» - Зооглей без изменения их микробного профиля и функциональной активности на молоке. В составе полученного продукта присутствуют более 20 разных видов молочнокислых бактерий, около 20 видов дрожжей как использующих для брожения лактозу, так и не использующих ее. Данный продукт рекомендуется для диетического питания так же детям после года.

ABSTRACT

This article discusses the technological method of producing probiotic product containing up to 4 g/l of a biologically active substance in the cultivation of "milk mushroom"- Zoogloea is examined without altering their microbial profile. The product contains more than 20 different types of lactic acid bacteria, about 20 yeast species that use lactose for fermentation and do not use it. This product is offered for dietary nutrition as well for children after a year.

Ключевые слова: Зооглея, пробиотический продукт, функциональная активность, микробное сообщество.

Keywords: Zoogloea, probiotic-product, functional activity, microbial community.

Zoogleya (лат. Zoogloea, от греч. Zoo- «животное» и gloea- «липкое вещество») - слизистые образования, образующиеся при жизнедеятельности бактерий, которые имеют слизистые капсулы или выделяют слизь. Образование характерно для некоторых, главным образом, воды, бактерий. Например, для рода Zoogloea появление зоопарков, по-видимому, носит адаптивный характер: благодаря консистенции слизи питательные вещества, необходимые для существования бактерий, легко всасываются из воды.

Зооглеи состоят из полисахаридов, иногда с примесью азотистых соединений. Характерен только для некоторых (в основном водных) бактерий, в частности для рода *Zoogloea ramigera* [1].

Зооглея может быть в форме пальца, кораллоподобной, брызжеечной или какой-либо другой формы.

Зооглея носит адаптивный характер: благодаря его слизистой консистенции легко адсорбировать питательные вещества из воды, которые необходимы для существования бактерий. В природе существует очень много разновидностей зооглей, однако только три вида одомашнены и наиболее изучены:

- «морской рис»;
- чайный гриб;
- молочный гриб.

Все три зооглеи - это совершенно разные культуры, со своими особенностями и структурой.

Свойства всех зооглей разные, единственное, что их объединяет, - это наличие уксуснокислых бактерий.

Симбиотическая группа бактерий и микроорганизмов рода зооглей (*Zoogloea*) - «Молочный гриб» или «Тибетский гриб», используемая для производства молочного продукта, известного как кефир. Благоприятно влияет на здоровье человека, является профилактическим и даже лечебным средством. Кроме того, тибетский молочный гриб кефир также используется в кулинарии. Быстро размножаются.

Кефирный гриб - это симбиоз более десяти различных микроорганизмов, которые растут и размножаются вместе. В состав гриба входят:

- лактобактерия,
- уксуснокислые бактерии,
- молочные дрожжи.

Кефир, являющийся результатом жизнедеятельности кефирного гриба, является продуктом молочнокислого и алкогольного брожения.

Традиционная медицина утверждает, что кисломолочные продукты гораздо полезнее цельного молока. Самые распространенные молочные продукты - йогурт, кефир, йогурт, сметана, творог.

Чтобы получить кисломолочный продукт, в сливки или молоко добавляется закваска (корова, коза, овца или кобыла). Особые бактерии используются в закваске - молочнокислые стрептококки, болгарские палочки, ацидофильные палочки, а также молочные дрожжи. Молочные дрожжи используют для изготовления йогурта, болгарские палочки для изготовления йогурта, ацидофильные палочки для изготовления напитков с ацидофильными палочками. Заквашенное молоко приобретает особые свойства, во-первых, оно частично расщепляет белки - они приобретают тонкодисперсную структуру и лучше усваиваются организмом.

Во-вторых, при скисании молоко накапливает молочную кислоту, которая тормозит развитие гнилостных микробов и способствует росту нормальной микрофлоры кишечника. В результате в организме накапливается огромное количество полезных для человека бактерий, а иммунитет растет.

В-третьих, благодаря жизнедеятельности микроорганизмов, используемых для сбраживания молока, синтез витаминов происходит в кисломолочных продуктах - B1, B2, B12 и C.

• 100 г кефира, полученного путем вываривания обычного молока с тибетским кефирным (молочным) грибом, содержит:

- витамин А - от 0,04 до 0,12 мг (суточная потребность человека составляет около 1,5-2 мг);
- каротиноиды, которые превращаются в организме в витамин А, от 0,02 до 0,06 мг;
- витамин B1 (тиамин) - около 0,1 мг (суточная потребность человека - около 1,4 мг);
- витамин B2 (рибофлавин) - от 0,15 до 0,3 мг (суточная потребность человека составляет около 1,5 мг);
- витамин B6 (пиридоксин) - до 0,1 мг (суточная потребность человека составляет около 2 мг);

• витамин B12 (кобаламин) - около 0,5 мг (суточная потребность человека - около 3 мг);

• витамин Д;

• ниацин (ПП) - около 1 мг (суточная потребность человека составляет около 18 мг);

• кальций - 120 мг (суточная потребность человека - около 800 мг);

• железо - около 0,1-0,2 мг (суточная потребность человека составляет от 8 до 12 мг суточной нормы); что чем выше содержание жира в этом йогурте, тем выше в нем содержание железа;

• йод - около 0,006 мг (суточная потребность человека - около 0,2 мг);

• цинк - около 0,4 мг (суточная потребность человека - около 15 мг); Стоит также отметить, что этот кефир стимулирует всасывание цинка, уже в организме;

• фолиевая кислота - на 20% больше, чем в молоке; Необходимо обратить внимание на то, что чем толще кефир, тем больше в нем фолиевой кислоты;

• молочные бактерии (лактобациллы), дрожжеподобные микроорганизмы (не путать с пищевыми дрожжами);

• кислоты (в том числе углекислый газ);

• легко усваиваемые белки;

• полисахариды.

В-четвертых, некоторые молочнокислые бактерии выделяют природные антибиотики (низин, стрептомицин и т. др.), которые подавляют возбудителей многих заболеваний, даже таких как тиф и туберкулез.

В-пятых, известно, что некоторые люди не могут пить молоко из-за того, что в их кишечнике нет особого фермента, который расщепляет молочный сахар (лактозу). Такие люди, выпив стакан молока, впоследствии страдают расстройством желудка. Молочные продукты могут быть рекомендованы этим больным. Молочнокислые бактерии в процессе созревания молока расщепляют лактозу.

Многие сходятся во мнении, что это тибетский молочный гриб, который также известен как «тибетский гриб», «кефирный гриб», «молочный гриб», «гриб индийских йогов».

Тибетский молочный гриб - это симбиоз нескольких различных микроорганизмов, которые растут и размножаются вместе. В состав тибетского молочного гриба входят: лактобациллы, уксуснокислые бактерии и молочные дрожжи. Кефир, являющийся результатом жизнедеятельности тибетского молочного гриба, является продуктом молочнокислой и алкогольной ферментации и поэтому обладает уникальными диетическими и целебными свойствами [2].

Тибетский молочный гриб используется для приготовления кефира. Изготовленный из него кефир благоприятно влияет на пищеварительный тракт. Восстанавливает микрофлору кишечника, нормализует обмен веществ, лечит язвы, нормализует работу желчного пузыря.

Кроме того, такой кефир выводит из организма токсины, токсины, соединения тяжелых металлов,

нормализует уровень сахара в крови и холестерина, повышает иммунитет, повышает активность мозга, повышает сексуальную активность. Тибетский кефир также зарекомендовал себя при лечении таких заболеваний, как аллергия.

Этот кефир используется для облегчения курса и даже лечения сердечно-сосудистых заболеваний. Доказано, что тибетский кефир нормализует давление - через 2-3 года регулярного употребления кефира гипертония полностью излечивается [3].

При атеросклерозе использование кефира из тибетского молочного гриба останавливает ограничение стенок капилляров.

Кефир из тибетских грибов справляется с ожирением и способствует рассасыванию доброкачественных опухолей.

Таким образом, развитие технологии производства этого напитка пойдет на пользу населению нашей республики и может стать импортозамещающим продуктом.

Список литературы:

1. Новинки в магазине New Balance /Электронный ресурс. Режим доступа– <http://www.zoogloea.com>
2. Сафаров Ж.Э., Султанова Ш.А., Абдусаломова Д.О. Лабораторный метод размножения лиофилизированных молочнокислых бактерий *Lactobacillus acidophilus* (sp. L. Gasseri), *Bifidobacterium infantis*, *Enterococcus faecium* для получения био-кефира. ИЦИПТ III Международная научно-практическая конференция Уфа, Российская Федерация. С. 22-24.
3. Д.О.Абдусаломова, Ж.Э.Сафаров, Ш.А.Султанова. Применение безотходной и экологически эффективной технологии в пищевой и промышленной промышленности. Научно практическая конференция, Наманган 2017, С.126-127.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

ПОЛУЧЕНИЕ СУЛЬФАТА ЦИНКА НА ОСНОВЕ МЕСТНЫХ СУЛЬФИДНЫХ РУД

Махмаёров Жасур Бозорович

директор 28 средней школы Гузарского района, Кашкадаринской области,
Республика Узбекистан, г. Гузар
E-mail: samadiy@inbox.ru

Росилов Мансур Сиргиевич

ассистент Каршинского инженерно-экономического института,
Республика Узбекистан, г. Карши

Самадий Муроджон Абдусалимзода

научный сотрудник Тианжинского университета науки и технологии,
Китайская Народная Республика, г. Тианджун

OBTAINING ZINC SULPHATE BASED ON LOCAL SULFIDE ORES

Jasur Bozorov

Director of middle school # 28 of Guzar area, Kashkadarya province,
Uzbekistan, Kashkadarya Region, Guzar

Mansur Rosilov

assistant of Karshi engineering economical institute,
Republic of Uzbekistan, Karshi

Murodjon Samadiy

scientific employee of Tianjin University of Science and Technology,
PR China, Tianjin

АННОТАЦИЯ

В статье приведены сведения о значимости соединений цинка, в частности сульфата цинка, рассмотрены некоторые его свойства и технология получения.

Подробно изложен способ получения сульфата цинка и апробация в лабораторных условиях. Введение цинкового концентрата в растворы серной кислоты с получением раствора сульфата цинка. Кристаллический сульфат цинка получен путем действия серной кислоты на цинковый концентрат с последующим отделением готового продукта.

Делается заключение о возможности организации производства сульфата цинка, так как в республике имеется для этого все необходимое.

ABSTRACT

The article provides information about the importance of zinc compounds, in particular, zinc sulfate, some of its properties and technology.

Detail statement of the method for producing zinc sulfate and testing in the laboratory. The introduction of zinc concentrates in sulfuric acid solutions to obtain solution of zinc sulfate. Crystalline zinc sulfate is obtained by the action of sulfuric acid on zinc concentrate followed by separation of the finished product.

The conclusion is made about the possibility of organizing the production of zinc sulfate, as the Republic has all the possibilities.

Ключевые слова: цинковый концентрат, серная кислота, сульфат цинка, разложения, осадок.

Keywords: zinc concentrate, sulfuric acid, zinc sulfate, decomposition, precipitate.

Сульфат цинка (гептагидрат сульфата цинка $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, цинковый купорос) применяется в качестве минерального удобрения, как минеральная до-

бавка к кормам, при производстве минеральных красок; как отбеливатель для бумаги; при производстве различных лекарств, в том числе в стоматологии; в металлургии, гальванотехнике; в производстве

дрожжей, пива, кожаных изделий, для пропитки дерева [7; 8].

Крупнейшими производителями цинка являются Китай, Канада, Австралия [5]. Эти же страны – основные экспортеры цинка. Крупнейшие импортеры цинка – США, Тайвань, Германия. Крупнейшими потребителями цинка являются (млн т в год): Китай (1,3-1,4), США (1,1-1,3), Япония (0,7-0,8), Германия (0,4), Великобритания (0,3), Франция (0,2-0,24), Бельгия, Канада, Италия, Австралия, Индия – по 0,1-0,17.

Условия проведения экспериментов полностью имитируют производственные условия. Анализ исходной руды, промежуточных и конечных продуктов проводили известными и применяемыми на предприятии методами анализа [1-4; 6].

Сульфид цинка ZnS можно растворить только в концентрированной серной кислоте при нагревании. При этом выделяется токсичный сероводород:

На кислотную переработку поступают сульфидные цинковые концентраты, содержащие, %: 39,45-40,50 Zn; 1,60-1,65 Fe; 3,01-3,06 Pb; 0,78-0,82 Cu; 13,00-13,50 Si; 0,40-0,42 Cd.

В ходе обжига образуется некоторое количество силикатов ($nZnO \cdot mSiO_2$), ферритов ($xZnO \cdot yFe_2O_3$) и алюмината ($ZnO \cdot Al_2O_3$) цинка, малорастворимых в растворах серной кислоты. Их растворимость возрастает по мере повышения концентрации H_2SO_4 и температуры раствора. Так, для перевода в раствор цинка из ферритных соединений необходима концентрация H_2SO_4 200-300 г/л и температура 80-90 °C.

Кроме цинка, в концентрате находятся соединения железа, меди, кадмия, свинца, никеля, кобальта, марганца, бария, кальция, алюминия и других металлов. Кадмий близок по свойствам к цинку, его оксид CdO хорошо растворим в сернокислых растворах. Из огарка в раствор переходит 85-90% Cd.

Медь находится в концентрате в виде оксидов (CuO , Cu_2O), ферритов ($nCuO \cdot mFe_2O_3$), силикатов ($xCu_2O \cdot ySiO_2$). Наиболее легко растворяется CuO с

образованием $CuSO_4$. Ферриты меди также трудно-растворимы, как и ферриты цинка. При выщелачивании огарка в раствор переходит около половины меди, вторая половина остается в кеке.

Кроме того, разработан метод, при применении которого обходятся без стадии обжига, получая сульфат цинка непосредственно из концентрированной сульфидной руды цинка. Для этого используются условия, соответствующие для руд с содержанием цинка в сульфидном состоянии. Разработанный способ позволяет извлекать 99% цинка в руде, используя давление свыше 10 атмосфер и температуру около 420°K. Присутствие железа в рудном концентрате является важным фактором в этом методе, поскольку оно частично отвечает за конверсию сульфида цинка в сульфат цинка.

Сульфат (II) железа окисляется до сульфата (III) железа в горячем кислотном условии.

После этого окисленный сульфид цинка к сульфату цинка и обратно к сульфату (II) железа.

Сульфид цинка реагирует с серной кислотой в данных условиях:

Как показано в уравнении, в процессе также образовывается элементарная сера, и это можно использовать для получения серной кислоты.

Таким образом, проведенные исследования показали, что имеются все возможности для производства сульфата цинка в Республике Узбекистан. Исходя из литературных источников и проведенных экспериментальных работ, можно сделать вывод о возможности получения сульфата цинка в производственных условиях.

Список литературы:

1. Бурриель-Марти Ф., Рамирес-Муньос Х. Фотометрия пламени. – М.: Мир, 1972. – 520 с.
2. ГОСТ 20851.3-93. Удобрения минеральные. Методы определения массовой доли калия. – М.: ИПК. Издательство стандартов, 1995. – 41 с.
3. ГОСТ 24024.12-81. Фосфор и неорганические соединения фосфора. Методы определения сульфатов. – М.: Издательство стандартов, 1981. – 4 с.
4. ГОСТ 20851.4-75. Удобрения минеральные. Метод определения воды. – М.: ИПК. Издательство стандартов, 2000. – 5 с.
5. Марченко Н.В. Металлургия тяжелых цветных металлов / Н.В. Марченко, Е.П. Вершинина, Э.М. Гильдебрандт. – Красноярск: ИПК СФУ, 2009. – С. 9-15.
6. Методы анализа комплексных удобрений / М.М. Винник, Л.Н. Ербанова и др. – М.: Химия, 1975. – 218 с.
7. Позин М.Е. Технология минеральных солей (удобрений, пестицидов, промышленных солей и кислот): Учебник для вузов / М.Е. Позин. – Л.: Химия, Лен. отд, 1961. – С. 486-497.
8. Физико-химические характеристики цинксодержащего концентрата месторождения Хандиза / М.С. Росилов, Ж.Б. Махмаёров, Т.И. Шакаров, М.А. Самадий // European multi scientific journal (Венгрия). – 2018. – № 14. – С. 40-43.

ИССЛЕДОВАНИЕ НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛОСОДЕРЖАЩИХ ЭПОКСИДНЫХ СВЯЗУЮЩИХ ДЛЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Эркаев Ардашер Мамарахимович

*науч. сотр. Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии,
Республика Узбекистан, Ташкентская обл., Зангиотинский р-н, п/о Ибрат
E-mail: nfayzulla@mail.ru*

Нуркулов Файзулла Нурмунинович

*д-р техн. наук Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии,
Республика Узбекистан, Ташкентская обл., Зангиотинский р-н, п/о Ибрат
E-mail: nfayzulla@mail.ru*

RESEARCH ON THE BASIS OF METAL CONTAINING EPOXY CONNECTING FOR COMPOSITION MATERIAL

Ardasher Erkaev

*Senior Researcher, Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology,
Republic of Uzbekistan, Tashkent region, Zangiata district, village. Ibrat*

Fayzulla Nurkulov

*Doctor of Technical Sciences, Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology,
Republic of Uzbekistan, Tashkent region, Zangiata district, the village of Ibrat*

АННОТАЦИЯ

В статье исследован композиционный материал на основе металлосодержащих эпоксидных олигомеров с наполненным полиэтиленом. По полученным данным было установлено, что композиции на основе каолина и МФЭ с ПЭВД имеют хорошие термо- и огнестойкие свойства, кроме того, они стойкие к различным органическим растворителям, кислотам, щелочам, окислителям.

ABSTRACT

The article investigates a composite material based on metal-containing epoxy oligomer with filled polyethylene. According to the data obtained, it was found that compositions based on kaolin and MPE with LDPE have good thermal and fire resistant properties and are resistant to various organic solvents, acids, alkalis, oxidizing agents

Ключевые слова: металлосодержащие соединения, эпоксидный олигомер, композиция, электронно-микроскопический анализ, модификация.

Keywords: metal-containing compounds, epoxy oligomer, composition, electron microscopic analysis, modification.

На сегодняшний день эпоксидные олигомеры и композиционные материалы на их основе широко применяются в строительстве и в транспортной промышленности в качестве клеев и полимерных композиций. Однако при высокой температуре и в присутствии огня эти материалы приходят в негодное состояние [2, с. 6-8]. Для увеличения огнестойкости, тепло- и термостойкости полимерных композиционных материалов на основе эпоксидных олигомеров нужно модифицировать эти эпоксидные соединения с фосфор- и азотсодержащими антипиренами [3, с. 339-340].

Выбор модифицирующих соединений для реакционноактивных олигомеров является одной из важных задач при разработке связующих. Полимеркомпозиционные материалы на основе модифицированных эпоксидных смол должны

обладать высокими эксплуатационными и физико-механическими свойствами, при этом вклад полимерной матрицы является существенным, поскольку связан с ее способностью диссоциировать механическую нагрузку, накладываемую на полимеркомпозиционные материалы [1, с. 31-33].

Поэтому с целью получения полимерных матриц с высокими прочностными свойствами, а также с высокой теплостойкостью перспективным является применение гибридных связующих, с образованием полу- или взаимопроникающей сетчатой структуры.

В работе использовались физико-химические методы определения новых полифункциональных металлосодержащих эпоксидных связующих на основе мочевины, эпихлоргидрина и диоксиметилена кальция и ее композитов в высоконаполненных полимерных строительных материалах.

Изучен синтез новых металлосодержащих эпоксидных связующих, определены оптимальные режимы получения олигомеров и их ИК-спектры.

Физико-химические свойства синтезированного олигомера на основе эпихлоргидрина с диоксиметиленом кальция марки МФЭ показаны в таблице 1.

Таблица 1.

Физико-химические показатели олигомера МФЭ

Название олигомера	Агрегатное состояние	pH	Вязкость, $\eta_{\text{хв}}$	Плотность, г/см ³	Растворимость
МФЭ	Вязкое вещество медового цвета	7	0,076	1,09	Растворяется в воде

Как видно на ИК-спектре, полосы поглощения в области 2850 см⁻¹ принадлежат валентным колебаниям связей металлосодержащего олигомера, а также имеются полосы поглощения в области 1340 см⁻¹, подтверждающие наличие -CH₂-групп, соответствующие углерод- и водородсодержащим группам.

Наилучшим доказательством наличия амина является появление в спектре широкой сильной аммонийной полосы в интервале 3000-2200 см⁻¹ после обработки этого соединения минеральной кислотой, появляются полосы поглощения в интервале 3350-3300 см⁻¹, соответствующие R-NH-R-содержащим группам.

Полосы поглощения в области 1650 см⁻¹ подтверждают наличие в свободном состоянии -CONH₂-групп и полосы поглощения в интервале 3300-3440 см⁻¹, соответствующие вторичным -CONHR-группам. ИК-спектр содержит полосы поглощения в интервале 3000-3300 см⁻¹, соответствующие эпоксидному кольцу, и полосы поглощения в интервале 750-950 см⁻¹, асимметричные валентным колебаниям кольца. Полосы поглощения в областях 800 и 1600 см⁻¹ подтверждают наличие -NH₂-групп. Кроме того, на ИК-спектре в областях 800 см⁻¹ и 1460 см⁻¹ появляются узкие малоинтенсивные полосы, содержащие связи металла (рис. 1).

Рисунок 1. ИК-спектр эпоксидного олигомера на основе металлосодержащих олигомеров марки МФЭ

Создание новых эффективных эпоксидных смол остается актуальным. Синтезированы новые полифункциональные эпоксидные олигомеры на основе металлосодержащих олигомеров марки МФЭ, при совместном введении которых в олигомерные связующие наблюдается синергический эффект.

Для получения композиционного материала на основе эпоксидных олигомеров использовался минерал каолин из разных месторождений, измельченный на шаровой мельнице до фракции ≤ 50 мкм, в качестве связующего использовали металлосодержащие олигомеры марки МФЭ и полиэтилен низкой плотности (ПЭВД) марки F-0220S. Количество наполнителя

в композиции составляло 40 масс. ч., данное количество является оптимальным для композиций на основе МФЭ и полиэтилена, что доказано в данных работах. Влияние наполнителя каолином оценивали по изменению физико-механических и химических характеристик.

Оценка реологических свойств, полученных с помощью показателя текучести расплава (ПТР), показала, что текучесть композиции повышается и разработанные композиции можно перерабатывать методом литья под давлением (табл. 2).

Таблица 2.

Результаты исследования показателя текучести расплава композиции в зависимости от ее состава

Состав композиции, масс. ч.	Показатель текучести расплава, г/10 мин
ПЭНП	1,6-2,4
ПЭНП+40% минерал каолин	0,4-0,7
ПЭНП+ МФЭ +40% минерал каолин	0,9- 1,1

Полученная на основе каолина и МФЭ с ПЭНП композиция исследована с помощью электронно-микроскопического и элементного анализов. Количество каолина составляет в композиции 40% от массы связующего. С помощью электронной микроскопии можно наблюдать структурирование.

И еще, с помощью электронной микроскопии можно определить распределение каолина в структуре композиции. При испытании образец сначала был закреплен в держатель, потом образец покрыли до 5 нм золотым порошком. Для определения был использован прибор QUORUM Q150 RS.

Получены композиции на основе каолина и МФЭ с полиэтиленом низкой плотности, которые характерны для соединений с металлосодержащими олигомерами марки МФЭ. На рисунке 2 видно, что на структуре полимерной композиции можно наблюдать расположение и распределение разных элементов в одинаковых слоях. На рисунке показаны результаты электронно-микроскопических анализов композиций на основе металлосодержащих полимеров.

Рисунок 2. Результаты электронно-микроскопического анализа

На рисунке 3 можно наблюдать отдельное и совместное распределение металла на поверхности полиэтилена, а также хорошую смешиваемость композиций. Результаты электронной микроскопии и элементного анализа показывают, что композиции

обладают наилучшей смешиваемостью с полимерами. В связи с этим можно сделать вывод, что полиэтиленовая композиция, полученная с добавлением металлосодержащих эпоксидных олигомеров, имеет наилучшие результаты по сравнению с другими композициями.

Рисунок 3. Результаты элементного анализа

На рисунке 3 можно видеть количество элементов, содержащихся в полученной нами композиции. Разнообразие и количество металлов объясняются

наличием каолина в композиции. Количество кальция в композиции определяется двумя компонентами – каолином и диоксиметиленом кальция в МФЭ, так

как оба компонента содержат в себе кальций, большая часть которого принадлежит МФЭ.

Вывод. Выявлена возможность применения каолина в качестве наполнителя для металлосодержащих эпоксидных олигомеров и полиэтиленовой матрицы. Определено, что получение композитов на

основе каолина и МФЭ с полиэтиленом низкой плотности позволяет повысить весь комплекс физико-химических и эксплуатационных характеристик, а также улучшить показатели тепло-, термо- и огнестойкости композиций.

Список литературы:

1. Кадыкова Ю.А. Наполненные базальтом эпоксидные композиционные материалы // Пластические массы. – 2013. – № 2. – С. 31-33.
2. Наномодифицированные эпоксидные связующие с повышенными характеристиками / Л.Ю. Огрель, В.В. Строкова, Е.Г. Чеботарева, В.А. Владимирова // Вестник БГТУ им. Шухова. – Белгород, 2009. – № 3. – С. 6.
3. Старовойтова И.А. Структурообразование в органо-неорганических связующих, модифицированных концентратами многослойных углеродных нанотрубок / И.А. Старовойтова, В.Г. Хозин, А.А. Корженко и др. // Строительные материалы. – 2014. – № 1-2. – С. 12-20.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБОГАЩЕНИЯ МЫТОГО ОБОЖЖЕННОГО ФОСКОНЦЕНТРАТА ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ АЗОТНОЙ КИСЛОТОЙ ПРИМЕНительно К ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ УСЛОВИЯМ

Умаров Шавкат Исомиддинович

*старший преподаватель Джиззакского государственного педагогического института
Республика Узбекистан, г. Джиззак
E-mail: khchmirzakulov@mail.ru*

Буриева Сарвиноз Алламуродовна

*мл. науч. сотр., НПП "Ilm-fan texnologiyalar"
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Меликулова Гавхар Эшбоевна

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

Усманов Илхам Икрамович

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

Мирзакулов Холтура Чориевич

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

RESEARCH OF PROCESS OF ENRICHMENT WASHED BURNT PHOSCONCENTRATE CENTRAL KYZYLKUM NITRIC ACID WITH REFERENCE TO INDUSTRIAL CONDITIONS

Shavkat Umarov

*senior teacher of Jizzak State pedagogical institute,
Republic of Uzbekistan, Jizzak*

Sarvinoz Burieva

junior scientific researcher, LLC "Ilm-fan texnologiyalar"

Gavkhar Melikulova

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

Ilham Usmano

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

Kholtura Mirzakulov

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

АННОТАЦИЯ

Приведены результаты исследований по обогащению мытого обожженного фосконцентрата Центральных Кызылкумов растворами азотной кислоты применительно к производственным условиям разделения жидкой и твердой фаз декантацией. Исследовано влияние нормы 15% азотной кислоты на состав сгущенного, влажного осадков, осадка после промывки, состав жидкой фазы и промывных вод, суспензии обогащения после деканта-

ции. Установлена норма 15% азотной кислоты 25,51%, при которой не наблюдаются потери P_2O_5 мытого обожженного фосконцентрата в растворы обогащения. Повышение нормы кислоты до 30,61% приводит к переходу P_2O_5 мытого обожженного фосконцентрата в растворы обогащения и содержание в жидкой фазе составляет 0,31-0,40%. Содержание оксида кальция при этом снижается с 6,17% до 5,78%. Суспензия после обогащения содержит 4,58-5,13% $P_2O_{5\text{общ.}}$. Водная форма P_2O_5 составляет 0,25-1,02% при норме 15% азотной кислоты 26,79-30,61%.

ABSTRACT

The results of researches on the enrichment of washed burnt phosconcentrate of Central Kyzylkum with solutions of nitric acid as applied to the production conditions of separation of the liquid and solid phases by decantation are presented. The effect of the norm of 15% nitric acid on the composition of condensed, wet sediments, sediment after washing, the composition of the liquid phase and wash water, and the concentration of the enrichment after decantation were studied. The norm of 15% of nitric acid is 25.51%, at which no P_2O_5 loss of washed burnt phosconcentrate in the enrichment solutions is observed. An increase in the acid rate to 30.61% leads to the P_2O_5 transition of the washed burnt phosconcentrate to the enrichment solutions and the content in the liquid phase is 0.31-0.40%. The content of calcium oxide at the same time decreases from 6.17% to 5.78%. After enrichment, the suspension contains 4.58-5.13% P_2O_5 in total. The aqueous form of P_2O_5 is 0.25-1.02% at a rate of 15% nitric acid of 26.79-30.61%.

Ключевые слова: мытый обожженный фосконцентрат, азотная кислота, сгущенный осадок, декантация, кальциевый модуль.

Keywords: washed burnt phosconcentrate, nitric acid, condensed sediment, decantation, calcium module.

Производство фосфорсодержащих удобрений в Узбекистане базируется на использовании местных фосфоритов в Центральных Кызылкумах. Основная масса пород сложена кальцитом, цементирующим фосфатные зерна. Фосфориты Центральных Кызылкумов наряду с высоким содержанием карбонатных минералов включают также ряд примесей, в том числе хлор, органические вещества. Традиционные методы обогащения (классификация, флотация и т.п.) для этих фосфоритов неэффективны. Поэтому применяют термический обжиг [5, 2]. К фосфоритам, используемым для кислотной переработки, предъявляются весьма жесткие требования. Критерием их пригодности служит не только содержание P_2O_5 , но и примесей. Мытый обожженный фосконцентрат (МОФК) содержит не менее 26,0 % P_2O_5 , имеет кальциевый модуль 1,9-2,1 и содержит до 15% свободной окиси кальция [1]. Присутствием свободного оксида

кальция обусловлены технологические трудности переработки МОФК на экстракционную фосфорную кислоту [3, 4, 6].

Проведенные исследования показали возможность обогащения МОФК растворами азотной кислоты при норме 25-27% на общее содержание оксида кальция в фосфатном сырье и получения обогащенного фосконцентрата с кальциевым модулем 1,7 [7-9]. Для разделения твердой и жидкой фаз использована фильтрация. Процесс фильтрации больших объемов пульпы обогащения затруднительный процесс. Поэтому для снижения объемов поступающих на фильтрацию пульпы проведены исследования по отделению сгущенного осадка крупной фракции МОФК путем декантации.

В таблице 1 приведены результаты влияния нормы 15% азотной кислоты на состав сгущенного осадка.

Таблица 1.

Влияние нормы 15% азотной кислоты на химический состав сгущенного осадка

№	Т:Ж	HNO_3 , % на $CaO_{\text{общ.}}$	HNO_3 , % на $CaO_{\text{своб.}}$	Состав сгущенного осадка, масс. %					CaO/P_2O_5
				P_2O_5 общ.	P_2O_5 водн.	CaO	MgO	N	
1	1:1,99	22,96	90	17,59	0,0	35,18	0,56	1,85	2,000
2	1:2,21	25,51	100	18,08	0,0	33,66	0,56	1,51	1,862
3	1:2,32	26,79	105	18,11	0,15	32,34	0,56	1,35	1,786
4	1:2,43	28,06	110	18,02	0,31	30,97	0,55	1,28	1,719
5	1:2,54	29,34	115	17,83	0,46	29,45	0,55	1,24	1,652
6	1:2,65	30,61	120	17,59	0,62	28,32	0,54	1,21	1,610

С увеличением нормы 15% азотной кислоты с 22,96% до 30,61% на содержание оксида кальция в составе МОФК содержание $P_2O_{5\text{общ.}}$ в сгущенном осадке повышается с 17,59% до 18,11% при норме 26,79% и снижается до 17,59% при норме 30,61%. При этом, водная форма P_2O_5 появляется только начиная с нормы кислоты 26,79% и составляет 0,15%, при норме 30,61% она составляет 0,62%. С увеличением нормы кислоты содержание окиси кальция в

сгущенной части снижаться с 35,18% до 28,32%, содержание окиси магния сохраняется на одном уровне. Содержание нитратного азота снижается с 1,85% до 1,21%. Кальциевый модуль сгущенного осадка изменяется с 2,000 до 1,610. Это указывает на то, что при норме азотной кислоты идет вскрытие фосфатной части МОФК и образовании мелких частиц фосфорита, которые удаляются с суспензией при декантации.

Для установления состава твердой фазы сгущенный осадок фильтровали, твердую фазу промывали и

анализировали. В таблице 2 проведены составы твердой фазы до промывки.

Таблица 2.

Химический состав твердой фазы сгущенного осадка обогащения МОФК после фильтрации до промывки

№	Норма HNO ₃ , % (100% CaO)	Норма HNO ₃ , % (CaO _{своб.})	Химический состав влажного сгущенного осадка до промывки, масс. %						CaO/P ₂ O ₅
			P ₂ O ₅ общ.	P ₂ O ₅ водн.	CaO	MgO	N	H ₂ O	
1	22,96	90	22,51	0,00	43,17	0,51	1,30	17,63	1,918
2	25,51	100	21,76	0,00	39,22	0,55	1,10	23,70	1,802
3	26,79	105	21,24	0,122	36,94	0,57	0,99	26,69	1,739
4	28,06	110	20,91	0,305	35,05	0,58	0,95	28,68	1,676
5	29,34	115	20,60	0,474	33,19	0,59	0,93	30,49	1,611
6	30,61	120	20,27	0,654	31,84	0,60	0,92	31,91	1,571

Из таблицы 3 видно, что осадок после фильтрации содержит меньше влаги и, соответственно, повышенное содержание основных компонентов за исключением азота. Содержание P₂O₅общ. снижается с 21,76% при норме 25,51% до 20,27% при норме 30,61% 15% азотной кислоты. Пропорционально P₂O₅общ. снижается и содержание оксида кальция с

39,22% до 31,84%. При этом кальциевый модуль с 1,802 снижается до 1,571. После промывки осадка водой содержание основных компонентов заметно повышается (табл. 3). Содержание P₂O₅общ. составляет 23,25-20,92%, оксида кальция 32,17-39,65%, кальциевый модуль с 1,705 снижается до 1,538. Нитратный азот полностью отсутствует.

Таблица 3.

Химический состав твердой фазы сгущенного осадка обогащения МОФК после фильтрации и промывки

№	Норма HNO ₃ , % (100% CaO)	Норма HNO ₃ , % (CaO _{своб.})	Химический состав влажного сгущенного осадка после промывки, масс. %						CaO/P ₂ O ₅
			P ₂ O ₅ общ.	P ₂ O ₅ водн.	CaO	MgO	H ₂ O		
1	22,96	90	24,37	0,00	43,91	0,55	19,08		1,802
2	25,51	100	23,25	0,00	39,65	0,52	25,33		1,705
3	26,79	105	22,45	0,00	37,29	0,51	28,37		1,661
4	28,06	110	21,91	0,00	35,39	0,51	30,49		1,615
5	29,34	115	21,43	0,00	33,51	0,51	32,46		1,564
6	30,61	120	20,92	0,00	32,17	0,51	34,03		1,538

Анализ жидкой фазы после фильтрации сгущенного осадка приведен в таблице 4.

Таблица 4.

Химический состав жидкой фазы сгущенного осадка обогащения МОФК азотной кислотой после фильтрации

№	Норма HNO ₃ , % (100% CaO)	Норма HNO ₃ , % (CaO _{своб.})	Состав жидкой фазы сгущенного осадка после фильтрации, масс. %					
			P ₂ O ₅ общ.	P ₂ O ₅ водн.	CaO	MgO	H ₂ O	N
1	22,96	90	0,00	0,00	6,60	0,74	77,92	3,82
2	25,51	100	0,00	0,00	6,30	0,57	79,44	3,55
3	26,79	105	0,31	0,31	6,17	0,48	79,73	3,42
4	28,06	110	0,34	0,34	6,02	0,40	80,42	3,29
5	29,34	115	0,37	0,37	5,90	0,30	81,10	3,16
6	30,61	120	0,40	0,40	5,78	0,20	81,78	3,03

Жидкая фаза сгущенного осадка после фильтрации содержит 0,31-0,40% водной и общей формы P₂O₅ при нормах азотной кислоты 26,79-30,61%. Содержание оксида кальция составляет 6,17-5,78%, азота 3,03-3,42%. Содержание оксида магния с повышением нормы азотной кислоты с 26,79% до 30,61% снижается с 0,48% до 0,20%.

В промывных водах содержание оксида кальция изменяется от 2,42% до 1,57% (табл. 5). Содержание оксида магния составляет 0,002-0,12%, азота 0,87-1,21%, что указывает на присутствие нитрата кальция на поверхности твердой фазы сгущенного осадка после фильтрации.

Таблица 5.

Химический состав промывных вод

№	Норма HNO ₃ , % (100% CaO)	Норма HNO ₃ , % (CaO _{своб.})	Состав промывных вод, масс. %					
			P ₂ O ₅ общ.	P ₂ O ₅ водн.	CaO	MgO	H ₂ O	N
1	22,96	90	0,000	0,000	2,42	0,002	92,92	1,21
2	25,51	100	0,000	0,000	1,99	0,059	93,97	1,03
3	26,79	105	0,115	0,115	1,76	0,085	94,40	0,93
4	28,06	110	0,288	0,288	1,66	0,095	94,39	0,90
5	29,34	115	0,447	0,447	1,61	0,105	94,29	0,88
6	30,61	120	0,616	0,616	1,57	0,115	94,15	0,87

В таблице 6 приведены данные химического состава суспензии после обогащения МОФК 15% азотной кислотой при норме от 23% до 30% и декантации.

Содержание общей формы P₂O₅ повышается с 4,58% до 5,13%, водная форма присутствует только при нормах 26,79-30,61% и составляет 0,25-1,02%.

Таблица 6.

Химический состав суспензии обогащения МОФК

№	HNO ₃ , % на CaO _{общ.}	HNO ₃ , % на CaO _{своб.}	Химический состав суспензии, масс. %					
			P ₂ O ₅ общ.	P ₂ O ₅ водн.	CaO	MgO	H ₂ O	N
1	22,96	90	4,58	0,00	9,10	0,32	79,38	1,76
2	25,51	100	4,58	0,00	10,85	0,35	76,30	2,17
3	26,79	105	4,61	0,25	12,44	0,36	74,40	2,33
4	28,06	110	4,70	0,51	13,94	0,36	73,02	2,37
5	29,34	115	4,89	0,76	15,58	0,36	71,54	2,38
6	30,61	120	5,13	1,02	16,48	0,36	70,52	2,39

Содержание общей формы оксида кальция составляет 9,10-16,48%, азота 1,76-2,39%. Содержание оксида магния повышается с 0,32% до 0,36%.

Анализ осветленной части суспензии после обогащения МОФК показал резкое снижение общей нормы P₂O₅ до 0,012-0,75% и водной формы до 0,18-0,74%. Содержания общей и водной форм P₂O₅ при нормах 26,79% и 30,61% близки между собой, что указывает на содержание основного количества P₂O₅ в сгущенной части суспензии (мелкой фракции). В

растворе кальция и магний находятся в виде нитратных солей.

Таким образом проведенные исследования в условиях, приближенных к производственным показали возможность обогащения МОФК ЦК растворами азотной кислоты при норме не превышающей 25,51% на содержание общего оксида кальция и последующей декантацией растворов обогащения. При этом кальциевый модуль снижается с 2,202 до 1,802.

Список литературы:

1. O'z DSt 2825:2014. Фосфоритная продукция Ташкура. Общие технические условия. – Ташкент, 2014. 7 с.
2. Беглов Б.М., Намазов Ш.С. Фосфориты Центральных Кызылкумов и их переработка. – Ташкент, 2013, 460 с.
3. Волинскова Н.В. Разработка и внедрение технологии производства экстракционной фосфорной кислоты из фосфоритов Центральных Кызылкумов. Дисс. ... канд. техн. наук. Ташкент, 2010. 172 с.
4. Волинскова Н.В., Садыков Б.Б., Мирзакулов Х.Ч. Снижение негативного влияния свободного оксида кальция в термоконцентрате Центральных Кызылкумов при производстве экстракционной фосфорной кислоты // Современные технологии переработки местного сырья и продуктов: Сборник трудов республиканской научно-технической конференции. - 23-24 октября, 2007. - Ташкент, 2007. - С. 183-184.
5. Кучерский Н.И., Толстов Е.А., Михин О.А., Мазуркевич А.П., Иноземцев С.Б., Соколов В.Д., Смирнов Ю.М. Комбинированная технология обогащения зернистых фосфоритов // Горная промышленность. – Москва, 2001. - № 4. - С. 48-51.
6. Мирзакулов Х.Ч. Физико-химические основы и технология переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов. Ташкент, 2019, 412 с.
7. Мирзакулов Х.Ч., Насриддинов А.У., Умаров Ш.И., Адинаев Х.А., Усманов И.И. Обогащение мытого обожженного фосконцентрата Центральных Кызылкумов растворами азотной кислоты. Узб. хим. журн., 2016, № 2, -С. 63-66.
8. Умаров Ш.И., Меликулова Г.Э., Усманов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Исследование процесса обогащения термоконцентрата из фосфоритов Центральных Кызылкумов растворами азотной кислоты. Журнал «Химия и химическая технология». – Ташкент, 2014. № 2. – с. 11-15.
9. Умаров Ш.И., Меликулова Г.Э., Усманов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Экстракционная фосфорная кислота из обогатенного азотной кислотой мытого, обожженного фосконцентрата Центральных Кызылкумов. Universum: Технические науки: электрон научн. журн. № 8 (41) Год: 2017 <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/3083> С 64-68.

ЭКСТРАКЦИОННАЯ ФОСФОРНАЯ КИСЛОТА ИЗ МЫТОГО, ОБОЖЖЕННОГО ФОСКОНЦЕНТРАТА ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ

Волынскова Надежда Владимировна

начальник технического отдела АО "Аммофос-Махат"

Республика Узбекистан, г. Алмалык

Меликулова Гавхар Эшбоевна

старший преподаватель Ташкентского химико-технологического института

Республика Узбекистан, г. Ташкент

Буриева Сарвиноз Алламуродовна

мл. науч. сотр., НПП "Ilm-fan texnologiyalar"

Республика Узбекистан, г. Ташкент

Усманов Илхам Икрамович

ведущий научный сотрудник Ташкентского химико-технологического института

Республика Узбекистан, г. Ташкент

Мирзакулов Холтура Чориевич

профессор Ташкентского химико-технологического института

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: khchmirzakulov@mail.ru

Extraction phosphoric acid from washed, burned phosconcentrate of Central Kyzylkumov

Nadejda Volinskova

head of technical department JC "Ammofos-Maxam"

Republic of Uzbekistan, Almalik

Gavkhar Melikulova

senior teacher of Tashkent institute of chemical technology

Republic of Uzbekistan, Tashkent

Sarvinos Burieva

junior scientific researcher, LLC "Ilm-fan texnologiyalar"

Republic of Uzbekistan, Tashkent

Ilkham Usmanov

leading researcher of Tashkent institute of chemical technology,

Republic of Uzbekistan, Tashkent

Kholtura Mirzakulov

professor of Tashkent institute of chemical technology,

Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Приведены результаты сравнительных анализов химического состава и технологических показателей производства экстракционной фосфорной кислоты. Показано, что оптимальными условиями получения экстракционной фосфорной кислоты с содержанием 21,5-23% P_2O_5 являются температура 85-90°C, соотношение Ж:Т = 2,5-3,5 и содержание свободной SO_3 1,5-2,5%.

ABSTRACT

Results of comparative analyses of a chemical compound and technological exponents of manufacture extraction phosphoric acid are resulted. It is shown, that optimum conditions of reception extraction phosphoric acid with the content of 21,5-23% P_2O_5 are temperature 85-90°C, ratio L:H = 2,5-3,5 and the content free SO_3 1,5-2,5%.

Ключевые слова: мытый обожженный фосконцентрат, технологические параметры, серная кислота, экстракционная фосфорная кислота, концентрация, температура, фильтрация.

Keywords: washed burnt phosphonconcentrate, technological parameters, sulfuric acid, extraction phosphoric acid, concentration, temperature, filtration.

Для обеспечения всевозрастающего населения планеты продуктами питания необходима интенсификация сельскохозяйственного производства, в частности, за счет химизации, агротехнических новшеств, применения капельного орошения и других приемов [3].

В республике в результате модернизации, диверсификации и строительства новых производств агропромышленный комплекс полностью обеспечен азотными и калийными удобрениями, тогда как фосфорными только на 30-35%. Это связано с недостаточной мощностью Кызылкумского фосфоритного комбината, поставляющего 716 тыс. тонн мытого обожженного фосконцентрата (МОФК) Центральных Кызылкумов. Фосфатное сырье не только очень дорогое, но и по качественным и технологическим показателям уступает не только апатитам, но и фосфоритам Каратау. Ввиду отсутствия в республике другого фоссырья предприятия вынуждены перерабатывать данное сырье. МОФК содержит не менее 26,0% P_2O_5 , 15-17% свободного оксида кальция и имеет кальциевый модуль 1,9-2,1 [2]. При переработке такого сырья на экстракционную фосфорную кислоту (ЭФК) наблюдается повышенный расход серной кислоты, увеличение температуры в экстракторе до 95-100°C, что приводит к забивке экстрактора и повышению коррозионной активности фосфорной кислоты [4-6, 9].

Для освоения производства ЭФК из МОФК проведены промышленные испытания технологии на имеющемся оборудовании АО «Аммофос-Максам».

Одним из важнейших характеристик производства ЭФК являются химический состав кислоты,

$K_{разл.}$, $K_{отм.}$, $K_{вых.}$, скорости фильтрации пульпы по раствору и сухому осадку, показывающие степень извлечения фосфора из фосфатного сырья и распределение других элементов в различных фазах производственного процесса. В связи с этим изучено влияние основных технологических параметров на производство ЭФК, получаемой при сернокислотной переработке МОФК Центральных Кызылкумов [1].

Разложение МОФК серной и оборотной ЭФК проводили при температурах 85, 90 и 95°C, соотношении жидкой и твердой фазы (Ж:Т) 2,5; 3,0 и 3,5 и содержании свободного SO_3 1,5, 2,5 и 3,5 %. Продолжительность контактирования компонентов реакционной массы 30 минут. Изучено влияние технологических параметров на химический состав и технологические показатели ЭФК с концентрацией 21,5% и 23% P_2O_5 . Химические анализы проводили известными методами [7, 8, 10].

Обработка полученных экспериментальных данных показала, что в случае постоянства двух параметров из трех при получении ЭФК из МОФК с концентрациями 21,5-23% P_2O_5 с увеличением Ж:Т от 1,5 до 3,5 температуры от 85 до 95°C и количества свободного SO_3 от 1,5 до 3,5 % наблюдается тенденция некоторого роста содержания P_2O_5 в кислоте.

В ЭФК с расчетной концентрацией 21,5% P_2O_5 из МОФК наибольшее количество P_2O_5 при Ж:Т=3,0 и температуре 90°C содержится при свободном SO_3 равном 1,5 (табл. 1). При Т:Ж=3,5, температуре 95°C и содержании SO_3 от 1,5 до 3,5 содержание P_2O_5 практически одинаково 21,79-21,99%.

Таблица 1.

Влияние технологических параметров на состав экстракционной фосфорной кислоты с концентрацией 21,5 % P_2O_5

Ж:Т	Т, °C	$SO_{3\text{своб.}}$, %	Химический состав ЭФК, масс. %						
			P_2O_5	SO_3	CaO	MgO	Al_2O_3	Fe_2O_3	F
2,5	85	1,5	21,33	4,51	0,26	0,92	1,39	0,67	1,71
2,5	85	2,5	20,66	2,63	0,39	0,94	1,37	0,65	1,67
2,5	85	3,5	22,06	3,59	0,36	0,98	1,39	0,68	2,26
2,5	90	1,5	21,27	4,44	0,26	0,90	1,37	0,62	2,07
2,5	90	2,5	20,99	2,59	0,28	0,83	1,32	0,73	2,42
2,5	90	3,5	21,26	3,47	0,36	0,89	1,33	0,59	1,81
2,5	95	1,5	21,52	4,37	0,26	0,87	1,36	0,72	2,01
2,5	95	2,5	21,65	2,47	0,44	0,96	1,46	0,59	1,98
2,5	95	3,5	21,48	3,59	0,35	0,83	1,39	0,68	1,91
3,0	85	1,5	21,35	4,73	0,26	0,89	1,44	0,66	2,06

3,0	85	2,5	21,56	2,49	0,26	0,85	1,40	0,65	2,34
3,0	85	3,5	21,23	3,46	0,35	0,85	1,43	0,71	2,41
3,0	90	1,5	21,58	4,47	0,26	0,97	1,39	0,71	2,23
3,0	90	2,5	21,40	2,49	0,37	0,97	1,44	0,73	2,47
3,0	90	3,5	21,07	3,45	0,34	0,85	1,34	0,61	2,10
3,0	95	1,5	21,90	4,47	0,27	0,90	1,45	0,68	2,29
3,0	95	2,5	21,69	2,53	0,52	0,90	1,44	0,61	1,79
3,0	95	3,5	20,98	3,63	0,34	0,86	1,30	0,67	2,20
3,5	85	1,5	21,66	4,70	0,26	0,92	1,47	0,68	2,03
3,5	85	2,5	21,37	2,67	0,49	0,89	1,32	0,67	1,74
3,5	85	3,5	21,58	3,46	0,29	0,89	1,37	0,64	1,81
3,5	90	1,5	21,59	4,75	0,26	0,84	1,45	0,75	2,21
3,5	90	2,5	22,09	2,47	0,28	0,88	1,43	0,71	1,79
3,5	90	3,5	20,92	3,65	0,27	0,90	1,29	0,58	2,25
3,5	95	1,5	21,85	4,83	0,26	0,85	1,44	0,73	1,80
3,5	95	2,5	21,79	2,56	0,28	0,86	1,38	0,75	2,35
3,5	95	3,5	21,85	3,41	0,38	0,86	1,40	0,73	2,04

При Ж:Т 3,0 и температуре 85-90°C оптимальным является содержание 3,5% свободного SO₃, а при Ж:Т=3,5 и температуре 95°C содержание P₂O₅ в пульпе практически одинаково.

В ЭФК из МОФК с расчетной концентрацией 23,0% P₂O₅ отличие в том, что при 90°C и Ж:Т=3,0

при всех значениях свободного SO₃ количество P₂O₅ практически одинаково, а при Ж:Т=3,5 и температуре 95°C оптимальным является наличие 1,5 и 3,5 % свободной серной кислоты в пересчете на SO₃ (табл. 2).

Таблица 2.

Влияние технологических параметров на состав экстракционной фосфорной кислоты с концентрацией 23,0% P₂O₅

Ж:Т	Т, °C	SO ₃ своб., %	Химический состав ЭФК, масс. %						
			P ₂ O ₅	SO ₃	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	F
2,5	85	1,5	21,75	3,98	0,26	0,97	1,36	0,72	2,47
2,5	85	2,5	21,30	2,23	0,51	0,84	1,44	0,61	1,77
2,5	85	3,5	21,86	3,38	0,36	0,88	1,38	0,67	2,13
2,5	90	1,5	21,31	3,99	0,26	0,95	1,38	0,63	1,87
2,5	90	2,5	21,10	2,32	0,47	0,85	1,33	0,71	2,37
2,5	90	3,5	21,88	3,42	0,31	0,85	1,48	0,66	1,99
2,5	95	1,5	21,86	4,29	0,27	0,91	1,41	0,64	2,36
2,5	95	2,5	21,10	2,26	0,37	0,87	1,32	0,61	1,89
2,5	95	3,5	21,25	3,05	0,37	0,85	1,38	0,69	1,74
3,0	85	1,5	21,42	4,19	0,26	0,90	1,35	0,67	2,43
3,0	85	2,5	21,97	2,42	0,40	0,88	1,46	0,70	2,34
3,0	85	3,5	22,07	3,10	0,33	0,94	1,38	0,69	2,40
3,0	90	1,5	21,29	3,94	0,26	0,87	1,32	0,67	2,17
3,0	90	2,5	21,61	2,42	0,29	0,96	1,37	0,63	1,80
3,0	90	3,5	21,99	3,35	0,34	1,00	1,45	0,76	2,01
3,0	95	1,5	21,53	4,16	0,26	0,93	1,34	0,66	1,86
3,0	95	2,5	22,18	2,30	0,40	0,95	1,46	0,63	2,07
3,0	95	3,5	22,11	3,32	0,35	0,98	1,37	0,59	2,09
3,5	85	1,5	21,43	4,02	0,26	0,85	1,43	0,59	2,10
3,5	85	2,5	21,16	2,42	0,41	0,88	1,31	0,72	1,84
3,5	85	3,5	21,78	3,09	0,27	0,90	1,44	0,74	1,76
3,5	90	1,5	21,53	4,05	0,26	0,99	1,43	0,58	2,04
3,5	90	2,5	21,69	2,35	0,31	0,88	1,44	0,63	2,36
3,5	90	3,5	21,90	3,32	0,30	0,86	1,46	0,75	2,05
3,5	95	1,5	22,01	4,15	0,27	0,88	1,39	0,66	1,76

3,5	95	2,5	21,69	2,29	0,49	0,94	1,37	0,60	1,99
3,5	95	3,5	21,06	3,23	0,36	0,95	1,32	0,68	1,73

Для каждого из значений Ж:Т=2,5; 3,0 и 3,5 и температурах, соответственно, 90 и 95°C, 85 и 90°C и 85°C концентрации P_2O_5 в получаемой ЭФК практически не отличаются между собой. При Ж:Т=2,5, температуре 85°C максимальные концентрации кислоты достигаются при количествах свободного SO_3 3,5% 22,06% P_2O_5 . Для температуры 95°C и Ж:Т=3,0 максимальная концентрация кислоты достигается при содержании 1,5 % свободного SO_3 . При Ж:Т=3,5 и температуре 90°C для получения кислоты максимальной концентрации количество свободного SO_3 должно быть 2,5%.

При получении ЭФК с расчетной концентрацией 23% P_2O_5 при Ж:Т=3,0 и температурах 85-90°C с повышением содержания свободного SO_3 с 1,5 до 3,5 содержание P_2O_5 также увеличивается с 21,42 до 22,07% и с 21,29 до 21,99%. При Ж:Т 3,0 и 3,5 при температурах 85-90°C при всех значениях свободного SO_3 получают практически равные концентрации кислоты с содержанием 21,29-22,07% и 21,16-21,90%, соответственно.

Полученные ЭФК из МОФК были проанализированы также на содержание оксидов кальция, магния, алюминия, железа, а также фтора.

Результаты химического анализа показали, что содержание указанных оксидов колеблется в следующих небольших пределах для ЭФК из МОФК с концентрацией 21,5% и 23,0% P_2O_5 (масс. %): CaO – 0,26-0,51; MgO – 0,83-1,00; Al_2O_3 – 1,29-1,48; Fe_2O_3 – 0,58-0,75; F – 1,67-2,40.

Были также проведены исследования по изучению технологических параметров процесса получения ЭФК из МОФК с концентрацией 21,5% и 23,0% P_2O_5 (табл. 3 и 4). Обработка экспериментальных данных показала, что при получении ЭФК из МОФК с увеличением соотношения Ж:Т от 1,5 до 2,5 температуры от 85 до 95°C и количество свободного SO_3 от 1,5 до 2,5 при постоянстве любых двух параметров происходит некоторое возрастание $K_{разл.}$, $K_{отм.}$, $K_{вых.}$ и скорости фильтрации по раствору и сухому осадку.

Таблица 3.

Влияние технологических параметров на процесс получения экстракционной фосфорной кислоты с концентрацией 21,5% P_2O_5

Ж:Т	Температура, °C	Свободные SO_3 , %	$K_{разл.}$	$K_{отм.}$	$K_{вых.}$	Скорость филтр. (р-р)	Скорость филтр. (с.о.)
2,5	85	1,5	95,90	96,11	92,18	2083	955
2,5	85	2,5	94,08	97,06	91,31	1035	474
2,5	85	3,5	98,26	98,19	96,48	1769	645
2,5	90	1,5	96,87	96,40	93,38	1776	1086
2,5	90	2,5	96,19	98,20	94,46	878	472
2,5	90	3,5	96,24	98,23	94,54	1484	575
2,5	95	1,5	98,14	96,90	95,10	1303	698
2,5	95	2,5	95,16	97,92	93,18	566	289
2,5	95	3,5	97,65	96,71	94,44	1090	473
3,0	85	1,5	96,22	96,90	93,24	2257	1058
3,0	85	2,5	96,11	97,52	93,73	2343	706
3,0	85	3,5	97,72	96,64	94,44	2351	896
3,0	90	1,5	97,72	95,99	93,80	1862	1130
3,0	90	2,5	97,41	98,44	95,88	1729	752
3,0	90	3,5	96,69	97,35	94,12	1669	938
3,0	95	1,5	98,73	97,17	95,94	1217	1034
3,0	95	2,5	97,21	98,51	95,77	1065	514
3,0	95	3,5	96,55	98,22	94,84	1284	760
3,5	85	1,5	96,54	96,36	93,03	2116	1392
3,5	85	2,5	95,59	98,23	93,90	3048	1048
3,5	85	3,5	98,04	96,26	94,38	2461	1036
3,5	90	1,5	97,44	96,54	94,07	1778	882
3,5	90	2,5	98,86	98,28	97,16	2463	1107
3,5	90	3,5	96,42	98,02	94,51	1888	1327
3,5	95	1,5	98,68	98,35	97,05	1579	825
3,5	95	2,5	97,78	99,82	97,61	1517	746
3,5	95	3,5	97,71	97,00	94,77	1587	766

Таблица 4.

Влияние технологических параметров на процесс получения экстракционной фосфорной кислоты с концентрацией 23,0 % P_2O_5

Ж:Т	T, °C	SO ₃ своб., %	K _{разл.}	K _{отм.}	K _{вых.}	Скорость фильтр. (р-р)	Скорость фильтр. (с.о.)
2,5	85	1,5	95,04	87,81	83,46	1795	818
2,5	85	2,5	93,02	87,56	81,45	955	411
2,5	85	3,5	98,75	89,79	88,67	1471	547
2,5	90	1,5	96,09	87,15	83,74	1493	852
2,5	90	2,5	94,22	88,91	83,77	808	391
2,5	90	3,5	94,96	89,66	85,14	1337	489
2,5	95	1,5	97,20	86,95	84,52	1229	614
2,5	95	2,5	91,88	88,42	81,24	512	251
2,5	95	3,5	96,28	86,41	83,19	983	418
3,0	85	1,5	95,08	88,54	84,18	1932	983
3,0	85	2,5	94,61	88,44	83,67	2021	643
3,0	85	3,5	97,01	86,64	84,05	2058	779
3,0	90	1,5	97,29	84,89	82,59	1500	875
3,0	90	2,5	96,06	88,25	84,78	1439	610
3,0	90	3,5	95,11	87,80	83,51	1498	801
3,0	95	1,5	98,49	88,20	86,87	1215	757
3,0	95	2,5	95,82	88,57	84,87	920	425
3,0	95	3,5	94,61	88,81	84,02	1156	653
3,5	85	1,5	95,75	86,73	83,04	1881	1168
3,5	85	2,5	93,54	89,12	83,36	2474	867
3,5	85	3,5	98,68	85,65	84,52	2208	914
3,5	90	1,5	96,51	86,99	83,95	1661	826
3,5	90	2,5	98,49	88,38	87,04	2066	915
3,5	90	3,5	94,49	87,33	82,52	1629	1089
3,5	95	1,5	98,44	89,03	87,64	1244	715
3,5	95	2,5	95,92	90,94	87,23	1288	652
3,5	95	3,5	96,10	85,50	82,16	1406	717

Для процесса получения ЭФК из МОФК с концентрацией 21,5% и 23,0% P_2O_5 получены следующие технологические показатели: K_{разл.} - 94,08-98,86 %, K_{отм.} - 86,41-98,23 %, K_{вых.} - 81,24-96,48 %, скорость фильтрации по раствору - 512-3048 кг/м²·ч, скорость фильтрации по сухому осадку - 391-1392 кг/м²·ч.

Необходимо отметить, что полученные технологические показатели являются адекватными результатам экспериментов по влиянию технологических параметров на химический состав получаемых ЭФК.

Таким образом, проведенные исследования показали, что оптимальными технологическими

параметрами, позволяющими из фосфатного сырья Центральных Кызылкумов получать ЭФК максимальной концентрации являются температура 85-90°C, соотношение Ж:Т=2,5-3,5 и содержание свободного SO₃ 1,5-2,5%. Дальнейшее повышение соотношения жидкой и твердой фаз и температуры свыше 90°C является нецелесообразным, т.к. это требует больших энергетических затрат для достижения высокой температуры и упаривания влаги в процессе получения удобрений на основе ЭФК.

Список литературы:

1. KSt 6.6-043:2018. Кислота ортофосфорная экстракционная. –Алмалык: АО «Аммофос-Максам», 2018. 6 с.
2. O'z DSt 2825:2014. Фосфоритная продукция Ташкура. Общие технические условия. – Ташкент, 2014. 7 с.
3. Беглов Б.М., Намазов Ш.Р. Фосфориты Центральных Кызылкумов и их переработка. – Ташкент, 2013, 460 с.
4. Волинскова Н.В. Разработка и внедрение технологии производства экстракционной фосфорной кислоты из фосфоритов Центральных Кызылкумов. Дисс. ... канд. техн. наук. Ташкент. 2010. 172 с.

5. Волынскова Н.В., Мирзакулов Х.Ч. Проблемы коррозии при производстве экстракционной фосфорной кислоты из термоконцентрата Центральных Кызылкумов. // Высокие технологии и перспективы интеграции образования, науки и производства: Тр. Межд. науч.-техн. конф. Ташкент, 2006. - Т.2. -С. 318-320.
6. Волынскова Н.В., Садыков Б.Б., Мирзакулов Х.Ч. Снижение негативного влияния свободного оксида кальция в термоконцентрате Центральных Кызылкумов при производстве экстракционной фосфорной кислоты. // Современные технологии переработки местного сырья и продуктов. Труды Респ. науч.-техн. конф. 23-24 октября 2007. - Ташкент, 2007. - С. 183-184.
7. Кельман Ф.Н., Бруцкус Е.Б., Ошерович Р.И. Методы анализа при контроле производства серной кислоты и фосфорных удобрений. – М.: Госхимиздат, 1982. 352 с.
8. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов // М.М. Винник, Л.Н. Урбанов и др. – М.: Химия. 1975. 218 с.
9. Мирзакулов Х.Ч. Физико-химические основы и технология переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов. Ташкент, 2019, 412 с.
10. Шварценбах Х.Г., Флашка Г. Комплексометрическое титрование. М.: Химия. 1970. 360 с.

ЭНЕРГЕТИКА

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ТОКА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ
ИСТОЧНИКАМИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ**Махсудов Мохирбек Толибжонович***докторант, Андижанский машиностроительный институт,
Узбекистан, г. Андижан
E-mail: mohirbek2702@mail.ru***Анарбаев Мухиддин Алманович***зав. кафедрой «Электроэнергетика», Джизакский политехнический институт,
Узбекистан, г. Джизак***Сиддигов Илхомжон Хакимович***проф., Андижанский машиностроительный институт,
Узбекистан, г. Андижан
E-mail: ikhsiddikov@mail.ru*ELECTROMAGNETIC CURRENT CONVERTERS FOR CONTROLLING THE SOURCES
OF REACTIVE POWER**Mokhirbek Makhsudov***Postdoctoral Student, Andijan Machine-Building Institute,
Uzbekistan, Andijan***Anarbaev Mukhiddin***Head of the Department «Electric Power», Jizzakh Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Jizzakh***Ilkhomjon Siddikov***Professor, Andijan Machine-Building Institute,
Uzbekistan, Andijan*

АННОТАЦИЯ

В данной работе приведены результаты исследования электромагнитных элементов контроля реактивной мощности электроэнергии систем электроснабжения. Проанализировано распределение магнитного потока в магнитной системе преобразования электромагнитного преобразователя – датчика сигнала, т. е. процесс преобразования первичного электрического тока электроэнергии системы электроснабжения в выходной электрический сигнал (напряжение), удобный для приема и обработки.

ABSTRACT

In the given article presents a results of research of electromagnetic elements of control of the reactive power of electricity in power supply systems. Analyzed the distribution of magnetic flux in the magnetic conversion system of the electromagnetic transducer - signal sensor i.e. the process of converting the primary electric current of the electric power system of the power supply system into an output electrical signal (voltage) convenient for reception and processing.

Ключевые слова: электромагнитный преобразователь, сигнал, ток, напряжение, характеристики, реактивная мощность, системы электроснабжения.

Keywords: electromagnetic converter, signal, current, voltage, characteristics, reactive power, power supply systems.

В настоящее время обеспечение бесперебойной работы электрооборудования требует большого внимания к совершенствованию первичных элементов преобразования сигнала о работе источников и потребителей систем электроснабжения.

При обеспечении бесперебойного электроснабжения особое внимание уделяется первичным информационно-измерительным средствам алгоритмов и программного обеспечения, моделей управления источниками реактивной мощности электроснабжения, связанных с величинами и параметрами стабильности, устойчивости, достоверности контроля и управления. Проблема разработки и внедрение преобразователей сигнала – датчиков процесса управления источниками систем электроснабжения на основе цифровой технологии – считается одной из важных задач.

Анализ показал, что исследование первичных элементов системы управления источниками реактивной мощности позволяет увеличить возможности разработки новых конструкций на основе цифровой технологии. Применение специальных чувствительных элементов обеспечивает унифицированные значения и выходного тока (100 мА), и напряжения (20 В), создает условия для использования цифровой техники контроля, защиты и управления источниками реактивной мощности [1-3].

Преобразование первичного электрического тока – основная величина электроснабжения, в основном на основе электромагнитных явлений, поэтому в настоящее время весьма оптимальными являются электромагнитные преобразователи сигнала о первичном токе в выходной сигнал в виде вторичного напряжения для контроля и управления [4; 5].

Широкое применение первичных электромагнитных преобразователей тока с высокой точностью, линейностью выходных характеристик, унифицированными выходными величинами, расширенными спектрами преобразуемых величин ограничено из-за недостаточного формирования принципов построения, методов расчета и проектирования распределенных магнитных систем преобразователей тока [4; 5; 8].

Результаты исследования показали, что электромагнитные первичные преобразователи с распределенными магнитными параметрами при управлении реактивными источниками электроснабжения полностью соответствуют требованиям по критерию чувствительности, оперативности, надежности и точности. Графовая модель процесса преобразования магнитного потока в магнитопроводе с распределенными параметрами представлена на рис. 1.

Рисунок 1. Графовая модель процесса преобразования

На основе графовой модели можно исследовать Φ_{MY-} , $\Phi_{\mu 1l-}$, $\Phi_{\mu 2l-}$, Φ_{XO-} , Φ_{gl-} магнитные потоки, проходящие между магнитным стержнем и воздушным зазором, $U_{\mu 10-}U_{\mu 1n-}U_{\mu 20-}U_{\mu 2n-}$ магнитодвижущие силы, $G_{\mu 1-}G_{\mu 6-}$ магнитные проводимости воздушного зазора, $R_{\mu 1l-}, R_{\mu 2l-}$ магнитные сопротивления верхней и нижней частей стержней магнитопровода.

Графовая модель магнитной цепи преобразования первичного электромагнитного преобразователя позволяет определить значения магнитодвижущих сил в узлах графовой модели, представляющих следующие аналитические выражения [7]:

[illegible]

Магнитные потоки в каждом из участков преобразования определяются на основе следующего выражения:

$$\Phi_{\mu} = \frac{U_{\mu n} - U_{\mu n+1}}{R_{\mu}}. \quad (2)$$

На основе выражений (1) и (2) определяется взаимосвязь магнитодвижущей силы первичного электромагнитного преобразователя $U_{\mu}=f(n)$ (а) и магнитного потока $\Phi_{\mu}=f(n)$ (б) в зависимости от количества участков разбиения цепи преобразования – n (рис. 2).

Рисунок 2. Графики зависимости магнитодвижущей силы (а) и изменения магнитного потока (б) в зависимости от количества участков разбиения цепи преобразования – n

Как видно из графиков зависимости магнитодвижущей силы (а) и изменения магнитного потока (б) в зависимости от количества участков разбиения цепи преобразования – n , с изменением геометрических размеров – параметров датчика (1 – 50 мм, 2 – 40 мм, 3 – 30 мм, 4 – 20 мм) изменяются величины магнитодвижущих сил и значения магнитных потоков. Кроме того, когда количество участков разбиения графовой модели $n = 6$, точность расчета магнитного потока электромагнитного преобразователя с распределенными параметрами повышается на 0,68-1,55% [4].

Исследования показали, что при увеличении воздушного зазора магнитопровода $l_{в.з}$ значение выходного напряжения $U_{вых}$ резко уменьшается (рис. 3). В результате исследования доказано, что если воздушный зазор чувствительного элемента и количество витков в нем соответственно равны: $l_{ч.з}=0,002 \div 0,003$ м и $w_{ч.з}=15 \div 16$, то обеспечивается нормированное значение выходного напряжения $U_n=20$ В (рис. 4).

Рисунок 3. Статические характеристики при изменении воздушного зазора

Среднеквадратическая погрешность электромагнитного преобразователя с распределенными параметрами определяется на основе: 1. $I_{\Sigma I} \rightarrow U_{\mu}$ – погрешность преобразования, т. е. $\delta_1=0,2$ ($\pm 0,2\%$ – от первичного номинального значения); 2. $U_{\mu} \rightarrow \Phi_{\mu}$, т. е. $\delta_2=0,1$ и 3. $\Phi_{\mu} \rightarrow U_{22}$, т. е. $\delta_3=0,1$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рисунок 4. Зависимость выходного напряжения от количества витков

1. Применение модели с распределенными параметрами повысило точность расчета сигнала управления на 0,68-1,55% при адаптивном управлении гибридными источниками реактивной мощности.

2. Проведенные на основе графовой модели эксперименты обеспечили унифицированное значение выходного сигнала (ток – 100 мА, напряжение – 100 В).

В) при установке величины воздушного зазора магнитопровода, равного 0,002-0,003 м, и витков чувствительного элемента, равного 15-16 виткам.

3. Устойчивое значение выходного сигнала управления относительно входного сигнала достигнуто в интервале времени 0,03-0,04 сек. после включения первичного электромагнитного

преобразователя тока во вторичное напряжение (по стандартным требованиям данное время не должно превышать 0,1 сек.). При этом суммарная погрешность датчика составила $\Delta=0,49$ (данная погрешность должна быть $\Delta<0,5$).

Список литературы:

1. Патент РУз. № 04475. Преобразователь тока в напряжение / С.Ф. Амиров, Р.К. Азимов, И.Х. Сиддилов и др. // Расмий ахборотнома. – 2012. – № 2.
2. Патент РУз. № 04907. Преобразователь тока в напряжение / Р.К. Азимов, И.Х. Сиддилов, М.Ж. Курбанова и др. // Расмий ахборотнома. – 2014. – № 6.
3. Плахтиев А.М. Преобразователи электрических и неэлектрических величин с распределенными параметрами. – Ташкент: ТашПИ, 1978. – 50 с.
4. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) (Официальное издание) / Б.Х. Гуломов, А.Г. Салиев, Б.Т. Ташпулатов и др. – Ташкент: ГИ Узгосэнергонадзор, 2007. – 450 с.
5. Сиддилов И.Х., Хакимов М.Х., Сиддилов О.И. Исследование элементов и устройств релейной защиты и автоматики, соответствующих принципам ресурсосбережения // АСТИНТЕХ-2007: Тез. докл. Всерос. конф. (18-20 апреля 2007). – Астрахан, 2007. – С. 62-63.
6. Сиддилов И.Х., Хужаматов Х.Э. Программное обеспечение для выбора номинального значения мощности источников реактивной электроэнергии // № DGU 05354 Агентство по интеллектуальной собственности РУз. – Ташкент, 01.05.2018.
7. Krontiris E., Hanitch R., Paralika M., Rampias I., Stathais E., Nabe A., Kadirov T.M., Khashimov A.A., Karimov Kh.G., Sitdikov R.A., Shaislamov A.Sh., Yusupov B., Gayibov T.Sh., Siddikov I.Kh., Tulaganov M.M., Badalov A.A. Energy Management Training in Uzbekistan. The final report of the Project EC T JEP-10328 – 97. TU-Berlin (Germany), TEI-Athens (Athens, Greece), TashGTU (Tashkent, Uzbekistan), 1997-2001. 234 p.
8. Siddikov I.Kh., Khakimov M.Kh., Anarbaev M., Bedritskiy I.M., Research of the electromagnetic transducers of the primary current to secondary voltage. Science and Education. Materials of the II International Research and practice conference. Vol. I, Publishing office of «Vela Verlag Waldkraiburg», Munich, Germany, December, 18-19, 2012. P. 222-225.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научный журнал

**UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№ 3(60)
Март 2019

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

Подписано в печать 25.03.19. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 4. Тираж 550 экз.

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

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