



ISSN 2308-9865

№2,
2013

МЕХАНИКА ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Ғылыми журналды



Научный журнал

МЕХАНИКА И ТЕХНОЛОГИИ



Scientific Journal

MECHANICS & TECHNOLOGIES

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

«М.Х. ДУЛАТИ атындағы
ТАРАЗ МЕМЛЕКЕТТІК УНИВЕРСИТЕТІ»
ШЖҚ РМК



МЕХАНИКА ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

ISSN 2308-9865

Ғылыми журнал

1994 жылдың қаңтарынан бастап шығады

Жылына төрт рет шығады*

№ 2 (40)
Сәуір-маусым
2013 ж.

* 2013 жылға дейін журнал жылына екі рет «Механика және технология процестерін модельдеу» ғылыми-теориялық журналы» деген атпен шығып келді

Бас редактор И.И. Бекбасаров

Бас редактордың орынбасары Д.К. Джакияев

Редакция алқасы: Н.А. Абиев, К.И. Баданов, И.И. Бекбасаров, Ю.Л. Винников, Т.П. Герасимович, Н.А. Горбатовская, Д.К. Джакияев, М.М. Мукимов, М.И. Никитенко, С.К. Нурпеисов, Х.Р. Садиева, А.Н. Семернин, Н.А. Смирнова, А.Н. Шевцов, А.Г. Шлейкин, Я. Шульц

Корректор және компьютерлік беттеу Е.И. Атенов

Редакция мекен-жайы:

080012, Тараз қаласы, Төле би көшесі, 60.

Тел.: 8 7262 45-35-10, факс: 8 7262 43-24-02.

<http://www.tarsu.kz> E-mail: bekbasarov.isabai@mail.ru

Тіркеу куәлігі №1193 (23.11.1993), №560-Ж (4.02.1999), №4244-Ж (08.10.2003), №13521-Ж (15.04.2013)

Басуға қол қойылған күн 03.07.2013. Форматы 70x180/16. Шартты баспа табағы 13,0. Тираж 300 дана. Тапсырыс 539.

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университетінің «Тараз университеті» баспасы. 080012, Тараз қаласы, Төле би көшесі, 60.

© М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, 2013

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

РГП на ПХВ
«ТАРАЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени М.Х. ДУЛАТИ»



МЕХАНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

ISSN 2308-9865

Научный журнал
Издается с января 1994 года
Выходит четыре раза в год*

№ 2 (40)
Апрель-июнь
2013 г.

* До 2013 года журнал издавался два раза в год под названием «Научно-теоретический журнал «Механика и моделирование процессов технологий»

Главный редактор И.И. Бекбасаров

Заместитель главного редактора Д.К. Джакияев

Редакционная коллегия: Н.А. Абиев, К.И. Баданов, И.И. Бекбасаров, Ю.Л. Винников, Т.П. Герасимович, Н.А. Горбатовская, Д.К. Джакияев, М.М. Мукумов, М.И. Никитенко, С.К. Нурпеисов, Х.Р. Садиева, А.Н. Семернин, Н.А. Смирнова, А.Н. Шевцов, А.Г. Шлейкин, Я. Шульц

Корректор и компьютерная верстка Е.И. Атенев

Адрес редакции:

080012, г. Тараз, ул. Толе би, 60.

Тел.: 8 7262 45-35-10, факс: 8 7262 43-24-02.

<http://www.tarsu.kz> E-mail: bekbasarov.isabai@mail.ru

Свидетельство о регистрации №1193 (23.11.1993), №560-Ж (4.02.1999), №4244-Ж (08.10.2003), №13521-Ж (15.04.2013)

Подписано в печать 03.07.2013. Формат 70×180/16. Усл. печ. л. 13,0. Тираж 300 экз. Заявка 539.

Издательство «Тараз университеті» Таразского государственного университета им. М.Х. Дулати. 080012, г. Тараз, ул. Толе би, 60.

© Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, 2013

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN



TARAZ STATE UNIVERSITY
named after M.Kh. DULATI

MECHANICS & TECHNOLOGIES

ISSN 2308-9865

Scientific Journal

Published since January 1994

Published four times a year*

№ 2 (40)

April-June 2013

* Until 2013 the journal was published twice a year under the title "Scientific-theory journal "Mechanic and modeling of technologies"

Editor in chief I.I. Bekbasarov

Deputy Editor in Chief D.K. Jakiyev

Editorial board: N.A. Abiev, K.I. Badanov, I.I. Bekbasarov, T.P. Gerasimovich, N.A. Gorbatovskaia, D.K. Jakiyev, M.M. Mukimov, M.I. Nikitenko, S.K. Nurpeisov, Kh.R. Sadieva, J. Schulz, A.N. Semernin, N.A. Smirnova, A.N. Shevtsov, A.G. Shleikin, Yu. L. Vinnikov

Press-corrector and computer page makeup Ye.I. Atenov

Editorial address:

080012, Taraz, Tole bi street, 60.

Tel.: 8 7262 45-35-10, fax: 8 7262 43-24-02.

<http://www.tarsu.kz> E-mail: bekbasarov.isabai@mail.ru

Registration certificate №1193 (23.11.1993), №560-Ж (4.02.1999), №4244-Ж (08.10.2003), №13521-Ж (15.04.2013)

Signed in print 03.07.2013. Form 70×180/16. Cond. print. sh. 13,0. Edition 300 copies. Application 539.

Printing House «Taraz University» of Taraz State University named after M.Kh. Dulati. 080012, Taraz, Tole bi street, 60.

© Taraz State University named after M.Kh. Dulati, 2013

МАЗМҰНЫ / СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

| | |
|--|-----|
| Агеева Е.В., Агеев Е.В., Осьминина А.С., Семернин А.Н., Семернин Н.А. Анализ удельной площади поверхности твердосплавных электроэрозионных порошков | 4 |
| Агеева Е.В., Агеев Е.В., Осьминина А.С., Семернин А.Н., Семернин Н.А. Исследование твердосплавных электроэрозионных порошков | 10 |
| Алимбаев Б.А., Манапбаев Б.Ж. Особенности коррозионного состояния Делийской железной колонны Iron Pillar | 16 |
| Аязбай М.Д., Ибылдаев М.Х. Определение толщины эластомерного покрытия при восстановлении неподвижных соединений | 25 |
| Баданов К.И., Тулендиева Г.О., Баданова Р.Р., Баданова А.К., Касымова Г.А. Активация технологических процессов подготовки хлопчатобумажных тканей | 30 |
| Баданова А.К., Баданов К.И., Баданова Р.Р., Тулендиева Г.О., Касымова Г.А. Исследование поверхности целлюлозного волокна на СЭМ | 35 |
| Воронова Л.В., Флегонтов А.Н., Смирнова Н.А. Исследование влияния скорости перемещения и площади контакта взаимодействующих текстильных полотен на коэффициент тангенциального сопротивления | 41 |
| Горбатовская Н.А., Касымова М., Иванова Е. Влияние добавок муки сверхтонкого помола зерновых и бобовых культур на качество бисквитного теста и готовой продукции | 45 |
| Горбатовский А.А., Шлейкин А.Г. Перспективность применения целлюлозосодержащей пищевой добавки из водяного гиацинта в условиях восточной Африки | 52 |
| Джанузаква Р.Д., Тлеубасва Ж.С. Электромагнитный метод определения напряжений в усиленных элементах металлических конструкций гидротехнических сооружений | 56 |
| Кабдушев А.А. Дилатациялық-толқынды әсерлі технологияны мұнайбергiштікті арттыруда қолдану | 60 |
| Кузнецова Л.П., Семенихин Б.А., Семернин А.Н., Семернин Н.А. Проблемы развития автомобильного транспорта с газобаллонным оборудованием в г. Курске | 65 |
| Койайдаров Б.А. Мүйізді ірі қара тезегі мен тауықтың қиынан құрамдалған қос компонентті органикалық массаның анаэробты өңделуін тәжірибелік зерттеу | 69 |
| Койайдаров Б.А., Абиьлдаев А.А., Абиьлдаева Н.Д. Гидравликалық преске бір орынды пресс-калыптарды топтау әдістемесі | 74 |
| Матеева С.З., Сатылганова Б.К., Қантарбаева С.М., Нурлыбаева А.Н. Результаты исследования процессов комплексообразования унитиола и ионами кобальта (III) в водном растворе | 81 |
| Матеева С.З., Сатылганова Б.К., Қантарбаева С.М., Нурлыбаева А.Н. Термический анализ разнолигандных комплексных соединений кобальта (III) | 86 |
| Садиева Х.Р., Кулымбетова А.К., Мунасипов С.Е. Темір және алюминий оксидтеріне гидрофилденген күкіртқұрамды заттардың әсерін сульфидирлеу процесі арқылы зерттеу | 93 |
| Сейтбекова Г.А., Омарова Н.А. «Al ₂ (SO ₄) ₃ – CuSO ₄ – H ₂ O» жүйесінің 25 ⁰ С-дегі изотермиялық ерігіштігін зерттеу | 100 |
| Сейтпанов П.Қ., Қойайдаров Б.А. Көлденең кимасы квадрат шыбықты бұрап формалайтын қондырғы | 105 |
| Шаймерденова Д.А., Горбатовская Н.А. Взаимосвязь микроструктуры и технологического достоинства зерна перспективных сортов мягкой пшеницы | 110 |
| Шардарбек М.Ш., Анарбаев Ж.М., Маханбеталиева К.Т. Тізіп орау орамының радиусы бағытында орау тығыздығын зерттеу | 119 |
| Шлейкин А. Г. Разработка упаковочных покрытий нового поколения для пищевых продуктов | 126 |

УДК 621.762.227

**Е.В. Агеева¹, Е.В. Агеев², А.С. Осьминина³,
А.Н. Семернин⁴, Н.А. Семернин⁵**¹Канд. техн. наук, доц. ²Д-р техн. наук, доц. ³Студент
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, РФ⁴Канд. техн. наук, проф. ⁵Магистр, ст. преподаватель
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, РК**АНАЛИЗ УДЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДИ ПОВЕРХНОСТИ
ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННЫХ ПОРОШКОВ**

Представлены результаты анализа удельной площади поверхности твердосплавных порошков, получаемых электроэрозионным диспергированием отходов вольфрам-содержащих. Установлено, что порошки из сплава ВК8 имеют меньшую удельную поверхность по сравнению с порошками из сплавов ТТ20К9 и Т15К6. Отмечено также, что порошки, полученные в керосине осветительном, имеют большую удельную поверхность по сравнению с порошками, полученными в воде дистиллированной.

Ключевые слова: отходы вольфрамсодержащих твердых сплавов, электроэрозионное диспергирование, порошок, удельная площадь поверхности.

В настоящее время прогресс в области качества продукции и повышения производительности технологических процессов связывают с использованием нанопорошков. В ближайшем будущем нанотехнологии и нанодисперсные материалы будут определять судьбу технического прогресса. Актуальность проведенной работы связана с решением Государственной проблемы обеспечения НИР, ОКР и производств различными видами нанопорошков высокого качества.

Одним из перспективных методов получения нанопорошков, практически из любого токопроводящего материала, в том числе и твердого сплава, отличающийся относительно невысокими энергетическими затратами, безвредностью и экологической чистотой процесса, отсутствием механического износа оборудования, получением порошка непосредственно из кусков твердого сплава различной формы за одну операцию, получением частиц преимущественно сферической формы размером от нескольких нанометров до сотен микрон является метод электроэрозионного диспергирования (ЭЭД) [1, 2, 3].

Физико-механические свойства порошков, полученных из отходов твердых сплавов, благодаря которым они могут найти широкое применение в технологических процессах восстановления и упрочнения деталей автотракторной техники определяются их гранулометрическим, фазовым, химическим составом, формой и морфологией поверхности, удельной поверхностью и микротвердостью частиц.

Удельная поверхность частиц влияет на поведение порошков при формовании и спекании, очень важна в гетерогенном катализе, адсорбции и для реакций на поверхности. Удельная поверхность порошка представляет собой сумму наружных поверхностей всех частиц, имеющих в единице его объема или массы. Она зависит от размера, формы и микроструктуры частиц. Для высокодисперсного порошка характерны величины удельной поверхности от единиц до нескольких десятков м²/г.

Целью настоящей работы являлось определение удельной площади поверхности частиц порошков, получаемых из отходов твердых сплавов марок ВК8, Т15К6 и ТТ20К9 электроэрозионным диспергированием.

Для достижения поставленной цели был выполнен анализ удельной поверхности порошков по одно- и пятиточечному методу БЭТ на газо-адсорбционном анализаторе «TriStar II 3020» (рис. 1).



Рис. 1. Анализатор удельной площади поверхности TriStar II 3020

Автоматический анализатор удельной площади поверхности и пористости по методам ВЕТ и ВЛН измеряет площадь поверхности и размер пор на основании адсорбции и десорбции газа (азота) на поверхности и в порах твердого тела при температуре жидкого азота. Позволяет провести три независимых анализа удельной поверхности от $0,01 \text{ м}^2/\text{г}$ и выше и объема пор от $4 \times 10^{-6} \text{ см}^3/\text{г}$ и выше.

При проведении исследований использовался объемный вариант сорбционного метода. Измерения могут проводиться одновременно для трех образцов. Удельную поверхность образцов определяют методом низкотемпературной адсорбции азота ($-196 \text{ }^\circ\text{C}$). При адсорбции азота при температурах ниже критической наблюдается S-образные изотермы, на которых после первоначального подъема, имеет место быстрый подъем, соответствующий полимолекулярной адсорбции. Согласно теории БЭТ, при температуре ниже критической каждая молекула, адсорбированная в первом слое с теплотой адсорбции Q , является центром адсорбции для молекул, образующих второй слой, затем возникают третий слой и т.д. Теплота адсорбции во всех слоях, кроме первого, равна теплоте конденсации. В равновесии скорость адсорбции (конденсации) на первом (свободном) слое равна скорости десорбции (испарения) с первого монослоя. Метод абсолютных измерений основан на использовании уравнения изотерм полимолекулярной адсорбции БЭТ:

$$A = A_m \frac{k}{\left(1 - \frac{P}{P_s}\right) \left[1 + (k-1) \frac{P}{P_s}\right]} \frac{P}{P_s}, \quad (1)$$

где: A_m – адсорбционная емкость насыщенного монослоя, определяющаяся размером «посадочной» площадки молекулы газа, т.е. площадью, которую она

занимает в насыщенном монослое; k – константа, зависящая от энергии взаимодействия молекул в адсорбционном слое; P_s – давление насыщенного пара.

Уравнение изотермы можно привести к линейному виду, если функцией считать величину, стоящую слева, а аргументом – P/P_s :

$$\frac{P/P_s}{(1-P/P_s)A} = \frac{1}{A_m k} + \frac{k-1}{k} \frac{1}{A_m} \frac{P}{P_s} \quad (2)$$

Теория БЭТ используется для расчета удельной поверхности адсорбентов (поверхности единицы массы адсорбента) по экспериментально полученной изотерме адсорбции.

Для определения удельной поверхности адсорбента S строят график зависимости $P/P_s/(1-P/P_s)A$ от P/P_s . По угловому коэффициенту прямой, равному $(k-1)/kA_m$, и величине отрезка, отсекаемого на оси ординат при $P/P_s=0$ и равного $1/A_m k$, рассчитывают A_m .

Удельная поверхность вычислялась по формуле:

$$S = S_0 A_m N_a \quad (3)$$

где: S_0 – площадь, занимаемая одной молекулой газа в адсорбционном слое; N_a – постоянная Авогадро.

Уравнение БЭТ применимо в интервале значений P/P_s от 0,05 до 0,3 при низких давлениях $P/P_s < 0,05$ величины адсорбции занижены, при высоких давлениях $P/P_s > 0,3$ – завышены.

Диапазон давлений 0 до 950 мм рт. ст. Точность 0,5%. Удельная поверхность от 0,01 м²/г (N₂). Объем пор: от 4×10⁻⁶ см³/г. Размер пор: от 1 до 400 нм.

Последовательность проведения эксперимента:

- 1) берется навеска исследуемого порошка с точностью до четвертого знака;
- 2) образец подвергается дегазации для удаления с поверхности и пор адсорбированных молекул (H₂O, CO₂) в вакууме при температуре 250 °С в течение 5 часов на установке «VacPrep 061»;
- 3) определяется масса дегазированного образца с точностью до четвертого знака;
- 4) исследуемый образец порошков помещается в прибор «TriStar II 3020»;
- 5) трубка с образцом помещается в дьюар с жидким азотом, около 30 мин ожидается установления равновесия;
- 6) запускается программа измерения площади удельной поверхности.

Результаты анализа удельной поверхности порошков, полученных ЭЭД твердых сплавов марок ВК8, Т15К6 и ТТ20К9 представлены на рисунке 2.

Кривые основных характеристик удельной поверхности порошков, полученных методом ЭЭД из отходов спеченных твердых сплавов марок ВК8, Т15К6 и ТТ20К9, представлены на рисунках 3-6.

Экспериментально установлено, что порошки из сплава ВК8 имеют меньшую удельную поверхность по сравнению с порошками из сплавов ТТ20К9 и Т15К6. Отмечено также, что порошки, полученные в керосине осветительном, имеют большую удельную поверхность по сравнению с порошками, полученными в воде дистиллированной, поскольку имеют меньшую дисперсность.

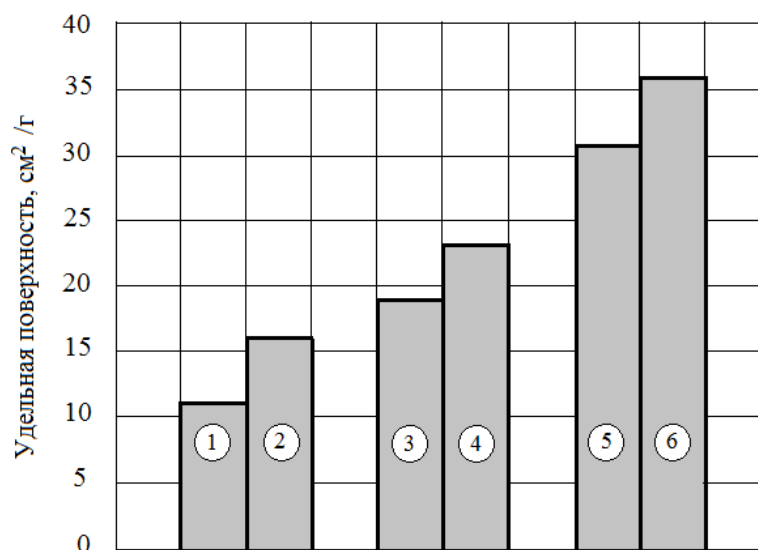


Рис. 2. Удельная поверхность порошков, полученных ЭЭД твердого сплава марки: 1 – ВК8 в воде, 2 – ВК8 в керосине, 3 – ТТ20К9 в воде, 4 – ТТ20К9 в керосине, 5 – Т15К6 в воде, 6 – Т15К6 в керосине

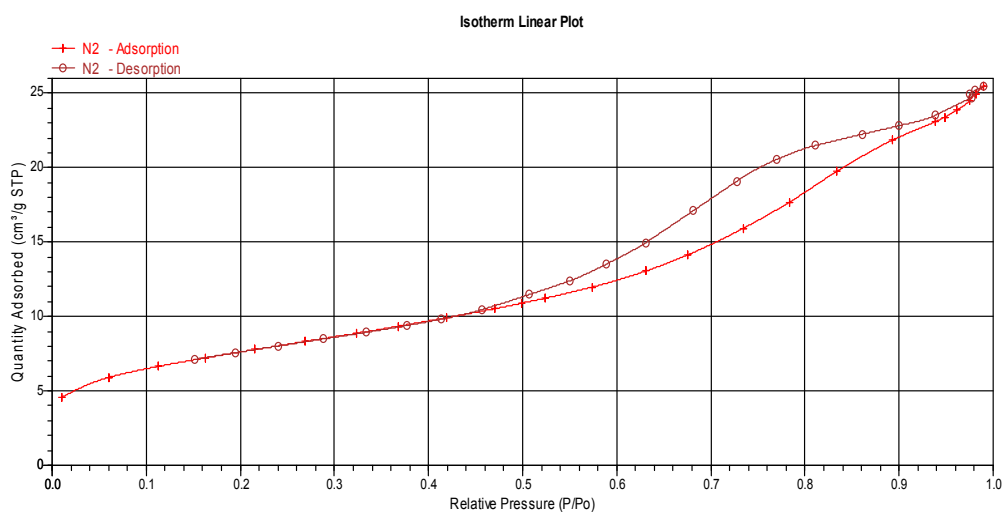


Рис. 3. Кривая изотермы адсорбции и десорбции для исследуемого образца (Ось «X» – относительное давление P/P_0 , где: P – измеряемое давление, P_0 – давление насыщения; ось «Y» – количество адсорбированного газа)

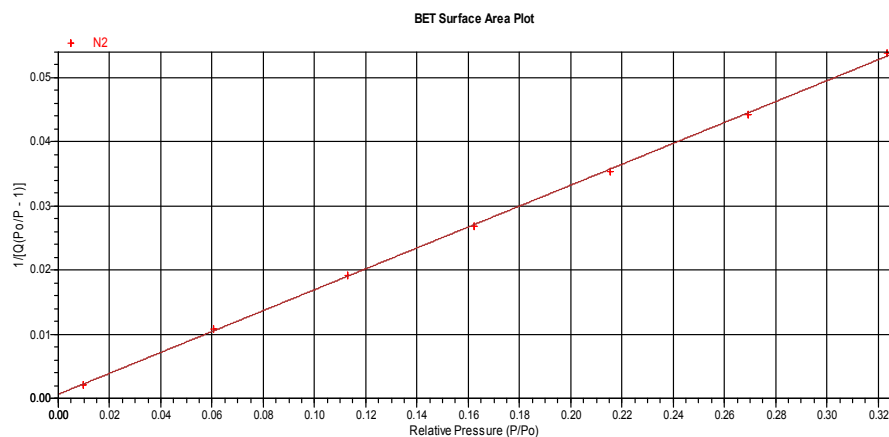


Рис. 4. Кривая удельной поверхности по пятиточечному методу БЭТ

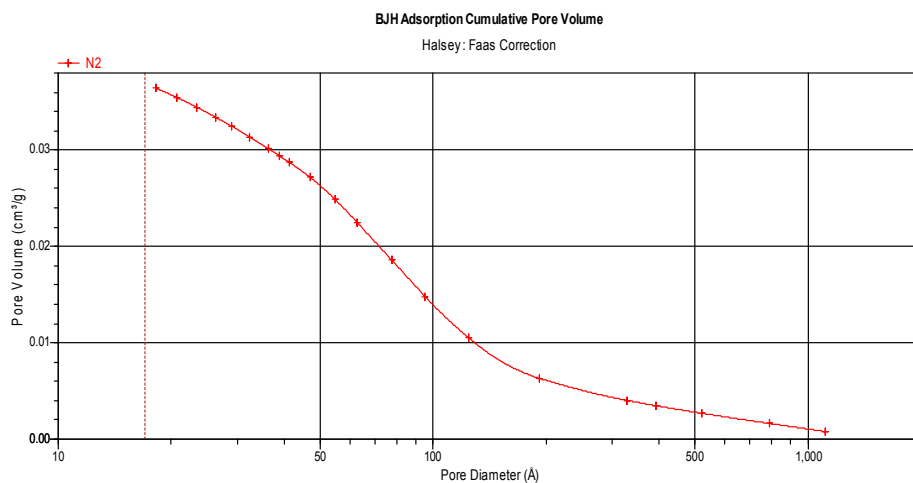
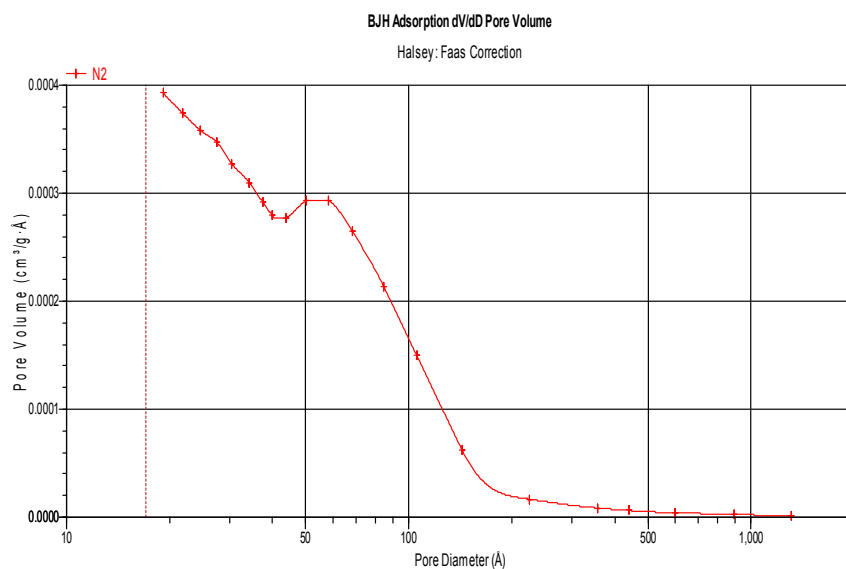
Рис. 5. Зависимость диаметра пор от суммарного объема пор в образце (Ось «Х» – диаметр пор (Å), ось «У» – объем пор (см³/г))

Рис. 6. Дифференциальная зависимость распределения пор по размерам

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение 14.В37.21.1845.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агеев, Е.В. Особенности технологии получения порошковых наплавочных материалов методом электроэрозионного диспергирования отходов твердых сплавов для наплавки шеек коленчатых валов [Текст] / Е.В. Агеев, М.Е. Сальков // Технология металлов. – 2008. – № 5. – С. 34–37.
2. Агеев, Е.В. Получение порошков из отходов твердых сплавов методом электроэрозионного диспергирования [Текст] / Е.В. Агеев // Электрометаллургия. – 2011. – № 10. – С. 24–27.
3. Агеев, Е.В. Повышение эксплуатационных показателей восстановленных деталей автомобилей на основе научно обоснованных ресурсосберегающих технологий, материалов и устройств [Текст] / Е.В. Агеев // Мир транспорта и технологических машин. – 2012. – № 1. – С. 32–41.

Материал поступил в редакцию 11.04.13.

**E.V. Ageyeva¹, E.V. Ageyev¹, A.S. Osminina¹,
A.N. Semernin², N.A. Semernin²**

¹*Southwestern State University, Kursk, Russia*

²*Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan*

**ANALYSIS OF THE SPECIFIC SURFACE AREA
OF CEMENTED CARBIDE POWDERS ERODING**

The results of analysis of the specific surface carbide powders obtained by dispersing waste electroerosion tungsten found that VK8 alloy powders have a smaller specific surface area compared with the powders of alloys and TT20K9 T15K6. It is also noted that the powders produced by the illumination in kerosene large has specific surface area compared to powders obtained in distilled water.

Keywords: waste tungsten carbide, spark erosion dispersion, powder, specific surface area.

УДК 621.762.227

Е.В. Агеева¹, Е.В. Агеев², А.С. Осьминина³,
А.Н. Семернин⁴, Н.А. Семернин⁵¹Канд. техн. наук, доц. ²Д-р техн. наук, доц. ³Студент
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, РФ⁴Канд. техн. наук, проф. ⁵Магистр, ст. преподаватель
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, РК**ИССЛЕДОВАНИЕ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ
ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННЫХ ПОРОШКОВ**

В статье представлены результаты исследования свойств твердосплавных порошков, полученных электроэрозионным диспергированием отходов спеченных твердых сплавов марки Т15К6. Установлены взаимосвязи зависимости гранулометрического состава, среднего размера частиц, удельной площади поверхности, морфологии и элементного состава, фазового состава твердосплавных порошков, полученных электроэрозионным диспергированием при напряжении 120 В, емкости разрядных конденсаторов 20 мкФ и частоте следования импульсов 200 Гц, от состава и свойств рабочей жидкости.

Ключевые слова: отходы спеченных твердых сплавов, электроэрозионное диспергирование, твердосплавный порошок, свойства.

Первые исследования по применению явления электроэрозии для получения порошков металлов относятся к 40-м годам прошлого столетия. Изобретенный в 1943 году Б.Р. Лазаренко и Н.И. Лазаренко метод электроискровой обработки впоследствии разделился на два отдельных – электроэрозионная обработка и электроискровое легирование. Однако возможность создания производительной технологии получения дисперсных порошков металлов и их соединений появилась только в последние десятилетия в результате исследований электроэрозии в межэлектродном промежутке, заполненном свободно соприкасающимися гранулами металла и диэлектрической рабочей жидкостью. Данная технология вызвала первоочередной интерес для получения химически чистой окиси алюминия. В ряде исследовательских работ было установлено, что методом ЭЭД можно получать порошки практически любых металлов и их проводящих соединений. Отмечается, что порошки, получаемые этим методом, имеют сферическую форму частиц размером от 0,001 до 100 мкм. Причем, изменяя электрические параметры процесса диспергирования, можно управлять шириной и смещением интервала размера частиц.

В зависимости от среды диспергирования можно получать как химически чистые порошки металлов, так и соединения металлов с элементами среды. В частности, диспергирование металлов в воде является перспективным способом получения порошков оксидов и гидроксидов металла, а диспергирование в углеродсодержащих жидкостях приводит к большому процентному выходу соединения металла с углеродом. Используя различные способы очистки, можно добиваться высокого процента выхода чистого металлического порошка и в случае взаимодействия металла со средой.

Одним из возможных применений способа ЭЭД является переработка в порошки отходов трудно перерабатываемых металлических материалов,

например инструментальных материалов, титановых сплавов и др. [1-3]. В частности, этот способ был использован для переработки отходов спеченных твердых сплавов марки Т15К6.

Анализ исследовательских работ в области твердых сплавов показывает, что большинство из них связано с вопросом экономии содержащегося в них вольфрама. Этот вопрос имеет весьма актуальное значение в связи с дефицитом, дороговизной и непрерывным расширением области применения вольфрама. С экономией вольфрама тесно связаны мероприятия по сбору отходов вольфрамсодержащих спеченных твердых сплавов и их переработке.

Следует отметить, что способ ЭЭД начинает успешно конкурировать с другими способами получения порошков, в том числе и нанопорошков. Основные достоинства электроэрозионного диспергирования заключаются в хорошей управляемости, низкой энергоемкости, экологичности процесса, высоких физико-механических характеристиках получаемых порошков. Однако большая часть установок для ЭЭД, созданных самими материаловедцами, отличаются большими несовершенствами, что не позволяет добиваться высокой производительности наряду с низкой энергоемкостью и стабильностью процесса.

Целью настоящей работы являлось исследование свойств твердосплавных порошков, полученных электроэрозионным диспергированием отходов спеченных твердых сплавов марки Т15К6.

Для достижения поставленной цели были решены ряд взаимосвязанных задач. При этом использовали современные методы испытаний и исследований, в том числе:

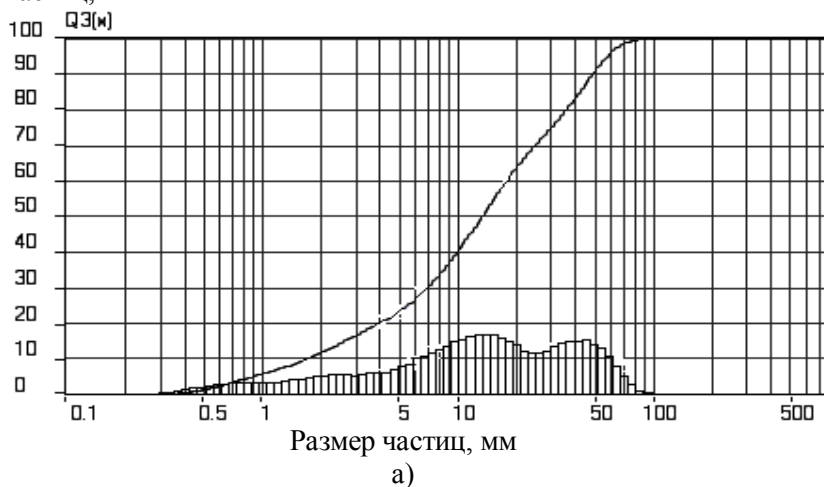
- гранулометрический состав и средний размер порошков определяли на лазерном анализаторе размеров частиц «Analysette 22 NanoТес»;
- определение формы и морфологии поверхности частиц, рентгеноспектральный микроанализ, исследование элементного состава образцов порошка проводили на электронно-ионном сканирующем (растровом) микроскопе с полевой эмиссией электронов «QUANTA 600 FEG» и энерго-дисперсионного анализатора рентгеновского излучения фирмы «EDAX»;
- рентгеноструктурный (фазовый) анализ проводили на рентгеновском дифрактометре «Rigaku Ultima IV».

В качестве исходного (диспергируемого) материала использовались изношенные, некондиционные и новые многогранные неперетачиваемые пластины, предназначенные для припаивания и механического крепления на режущий инструмент, из среднезернистых спеченных твердых сплавов марки Т15К6, состоящих из карбида вольфрама (79%), карбида титана (15%) и кобальта (6%). В качестве рабочих жидкостей – вода дистиллированная и керосин осветительный.

Результаты экспериментальных исследований строения и свойств порошков, полученных из вольфрамсодержащих отходов Т15К6 методом ЭЭД в керосине осветительном и воде дистиллированной, представлены на рисунках 1-4.

Результаты исследования гранулометрического состава порошков, полученных ЭЭД отходов твердого сплава Т15К6 в воде дистиллированной и керосине осветительном при напряжении 120В, емкости разрядных конденсаторов 20 мкФ и частоте следования импульсов 200 Гц, представлены на рис. 1.

Кол-во частиц, мм



Кол-во частиц, мм

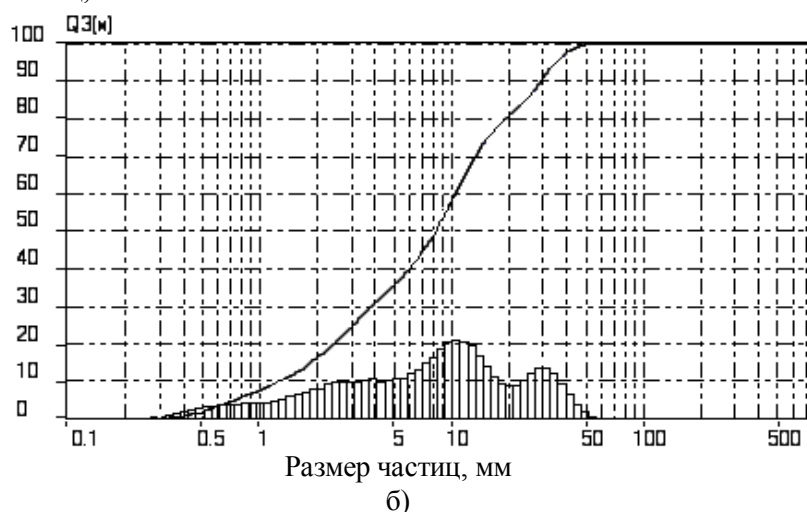


Рис. 1. Интегральная кривая и гистограмма распределения по размерам частиц порошка, полученного ЭЭД сплава Т15К6: а) в воде; б) в керосине

Установлено, что порошки, полученные из отходов вольфрамсодержащих твердых сплавов при напряжении 120 В, емкости разрядных конденсаторов 20 мкФ и частоте следования импульсов 200 Гц, имеют размер частиц от 0,25 до 100 мкм. Отмечено, что на гранулометрический состав порошка полученного ЭЭД существенное влияние оказывают свойства рабочей жидкости. Установлено, что средний размер частиц порошка, полученного в керосине осветительном, в 3,9 раза больше среднего размера частиц порошка, полученного в воде дистиллированной, и составляет 19,692 мкм и 5,118 мкм соответственно. Также установлено, что удельная площадь поверхности размер частиц порошка, полученного в керосине осветительном, в 2,3 раза больше среднего размера частиц порошка, полученного в воде дистиллированной, и составляет 13401,22 см²/см³ и 30738,5 см²/см³ соответственно.

Исследование морфологии и элементного состава твердосплавных порошков представлено на рисунках 2, 3.

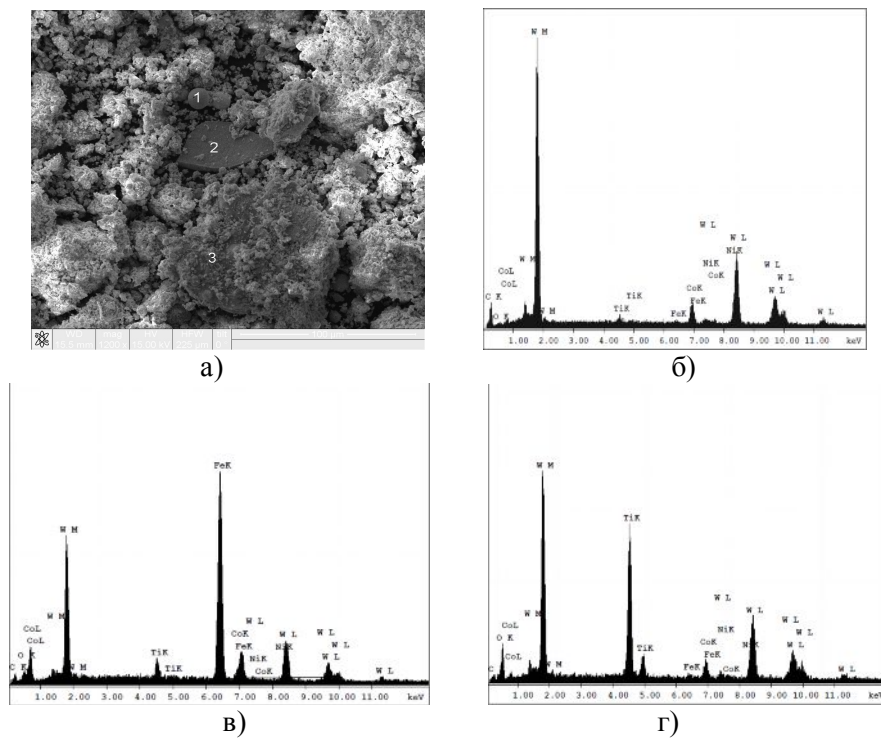


Рис. 2. Морфология *а)* и элементный состав порошка, полученного ЭД в воде дистиллированной в точке: *б) 1; в) 2; г) 3*

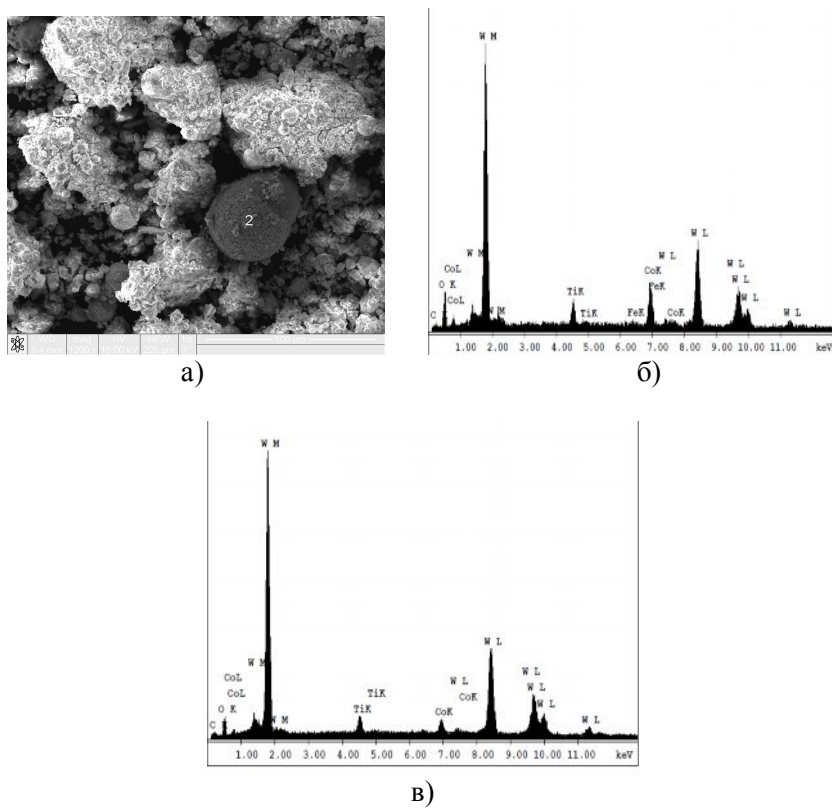
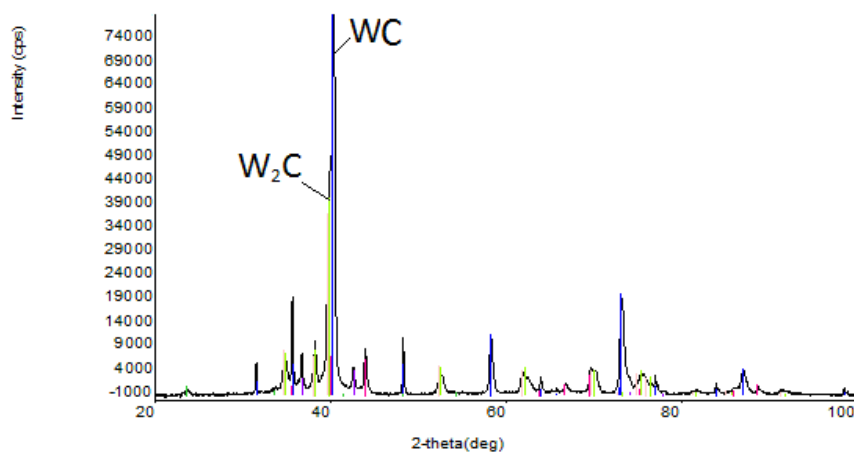


Рис. 3. Морфология *а)* и элементный состав порошка, полученного ЭД в керосине осветительном в точке: *б) 1; в) 2*

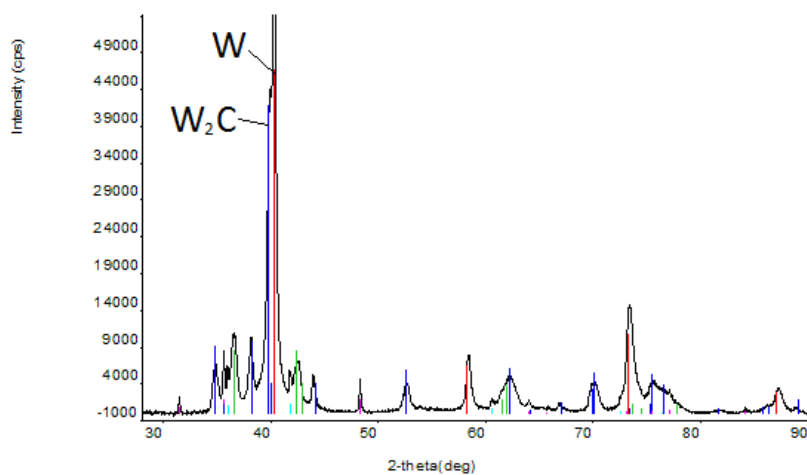
Видно, что в порошке, полученном электроэрозионным диспергированием отходов сплава Т15К6, как в воде, так и в керосине, присутствуют частицы, имеющие правильную сферическую, эллиптическую форму и агломераты.

Установлено, что основными элементами в порошках, полученных электроэрозионным диспергированием, как в керосине осветительном, так и в воде дистиллированной, являются W и Ti.

Результаты исследования рентгеноструктурного (фазового) состава порошков, полученных из отходов твердого сплава Т15К6 в воде дистиллированной и керосине осветительном при напряжении 120В, емкости разрядных конденсаторов 20 мкФ и частоте следования импульсов 200 Гц, представлены на рисунке 4.



а)



б)

Рис. 4. Дифрактограмма порошка, полученного ЭЭД:
а) в воде; б) в керосине

Показано, что диспергирование в воде дистиллированной приводит к потере углерода в порошке вплоть до получения фаз W₂C и W, а диспергирование в керосине осветительном снижает потери углерода и способствует образованию фаз α-WC, и TiC. Установлено, что на фазовый состав порошков влияет комплекс

термохимических свойств рабочих жидкостей, обеспечивающих поставку активного углерода в реакционную зону при температурах, соответствующих той или иной модификации карбидов вольфрама.

Выводы:

1. Установлены взаимосвязи зависимости гранулометрического состава, среднего размера частиц, удельной площади поверхности, морфологии и элементного состава, фазового состава твердосплавных порошков, полученных электроэрозионным диспергированием при напряжении 120В, емкости разрядных конденсаторов 20 мкФ и частоте следования импульсов 200 Гц, от состава и свойств рабочей жидкости. В частности установлено, что порошок, полученный электроэрозионным диспергированием в керосине осветительном, имеет большую дисперсность по сравнению с порошком, полученном электроэрозионным диспергированием в воде дистиллированной. Средний размер частиц порошка, полученного в керосине осветительном, в 3,9 раза больше среднего размера частиц порошка, полученного в воде дистиллированной, и составляет 19,692 мкм и 5,118 мкм соответственно.

2. Установлено, что удельная площадь поверхности размер частиц порошка, полученного в керосине осветительном, в 2,3 раза больше среднего размера частиц порошка, полученного в воде дистиллированной, и составляет 13401,22 см²/см³ и 30738,5 см²/см³ соответственно.

3. Установлено, что основными элементами в порошках, полученных электроэрозионным диспергированием, как в керосине осветительном, так и в воде дистиллированной, являются W и Ti. Отмечено, что в порошке, полученном электроэрозионным диспергированием отходов сплава T15K6, как в воде, так и в керосине, присутствуют частицы, имеющие правильную сферическую, эллиптическую форму и агломераты.

4. Установлено, что диспергирование в воде дистиллированной приводит к потере углерода в порошке вплоть чистого W, а диспергирование в керосине осветительном снижает потери углерода и способствует образованию фаз α-WC и TiC.

Работа выполнена по теме гранта Президента Российской Федерации № МК-1765.2013.8.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агеев, Е.В. Получение и исследование порошков из отходов вольфрамсодержащих твердых сплавов электроэрозионным диспергированием [Текст]: монография / Е.В. Агеев, Р.А. Латыпов, Е.В. Агеева, А.А. Давыдов. – Курск: Изд-во ИП Горохов, 2013. – 200 с.
2. Агеев, Е.В. Использование отходов производства для повышения надежности и ресурса режущего инструмента электроискровым легированием [Текст] / Е.В. Агеев, А.А. Давыдов // Известия ЮЗГУ. – 2012. – № 3-1. – С. 82–88.
3. Агеев, Е.В. Оценка эффективности применения твердосплавных электроэрозионных порошков в качестве электродного материала [Текст] / Е.В. Агеев, Г.Р. Латыпова, А.А. Давыдов // Известия ЮЗГУ. Серия: Техника и технологии. – 2012. – № 1. – С. 18–22.

Материал поступил в редакцию 20.04.13.

E.V. Ageyeva¹, E.V. Ageyev¹, A.S. Osminina¹,
A.N. Semernin², N.A. Semernin²

¹Southwestern State University, Kursk, Russia

²Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

INVESTIGATION OF CEMENTED CARBIDE POWDERS ERODING

The results of studies of the properties of carbide powders obtained by dispersing the waste electroerosive sintered carbide grade T15K6. Depending on the relationship established particle size distribution of average particle size, specific surface area, morphology and elemental composition, phase composition of the carbide powders obtained by dispersing electroerosion voltage 120 V, discharge vessel 20 microfarad capacitor and a pulse repetition frequency 200 Hz, the composition and properties of the fluid.

Keywords: waste of sintered hard metal, spark erosion dispersion, carbide powder, properties.

УДК 624.013:620.193.01

Б.А. Алимбаев¹, Б.Ж. Манапбаев²

¹Д-р техн. наук, проф. ²Канд. техн. наук

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз

ОСОБЕННОСТИ КОРРОЗИОННОГО СОСТОЯНИЯ ДЕЛИЙСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ КОЛОННЫ IRON PILLAR

В статье рассматривается железная колонна Iron pillar, расположенная в археологическом комплексе Кутуб в г. Дели (Индия), которая в течение 16 столетий не подвергается коррозии. Рассмотрен механизм развития атмосферной коррозии в данной колонне. Предложена гипотеза о невозникновении процессов коррозии на поверхности колонны в течение длительного периода времени.

Ключевые слова: коррозия, железная колонна Iron pillar, пленка влаги, молекулы водяного пара, диссоциация, ферромагнитные домены, сила Лоренца.

Пути повышения коррозионной стойкости (долговечности) металлических конструкций остается очень актуальной проблемой мирового масштаба. Несмотря на успехи в борьбе с коррозией металлов проблемы обостряются из-за непрерывного роста металлического фонда и ужесточения условий эксплуатации металлов. Прямые потери от коррозии (на воспроизводство и замену вышедшего из строя оборудования) составили, по примерной оценке, в США за 1955 год около 5,5 млрд. долларов, во Франции за 1959 год около 250 млрд. франков, в СССР в конце 60-х годов они были не ниже 5-6 млрд. рублей в год [1]. Далее, по оценке национального Бюро стандартов, представленной конгрессу США в 1978 году, ежегодный суммарный ущерб от коррозии в США составлял около 70 млрд. долларов [2]. А сравнительно недавнее исследование Американской федеральной администрации

автомобильных дорог «Потери от коррозии и стратегия профилактики в Соединенных Штатах», которое обобщило результаты 2-летних исследований, проведенных с 1999 по 2001 годы, оценило общие ежегодные прямые потери от коррозии в 276 млрд. долларов, то есть приблизительно 3% от валового национального продукта США [3]. В сумме убытки от коррозии металлов и затраты на защиту в промышленно развитых странах достигают 4% национального дохода и более. Большинство потерь от коррозии металлов приходится на атмосферную коррозию. Она – наиболее распространенный вид коррозии, ее проявления настолько многочисленны и разнообразны, что совершенствование методов борьбы с ней не утрачивает своей актуальности.

В рамках исследований данной проблемы большой интерес представляет собой железная колонна Iron pillar, расположенная в археологическом комплексе Кутуб в г. Дели (Индия), существующая уже 16 веков, и не подверженная коррозии до настоящего времени (рис. 1). Многие ученые продолжают исследования этой колонны, но до сих пор не могут раскрыть ее загадку – почему же она не подвергается коррозии в течение такого длительного периода времени. Нам также довелось осмотреть данную колонну и сделать некоторые выводы о механизмах корродирования рассматриваемой конструкции. Но, для начала остановимся на истории колонны Iron pillar и о предыдущих исследованиях, связанные с нею.



Рис.1. Железная колонна Iron pillar в г. Дели

Колонну установили в V веке близ современного Дели, примерно в 20 километрах. Она напоминает усеченный конус. Вес колонны около 6 тонн [4].

О способе изготовления знаменитой колонны до сих пор нет единого мнения. Железо для колонны получали из железной руды прямым восстановлением с использованием древесного угля. Благодаря именно древесному углю в металле колонны содержание серы так мало. Железную губку, которая получается при восстановлении руды, надо проковать, чтобы

отжаты шлак. Однако шлак удаляется не полностью, из-за этого в металле остается так много неметаллических включений. Комки железа весом 20-30 кг сваривали вместе с ковкой: на колонне сохранились следы ударов молота и линии сварки [5].

Некоторые авторы заявляют, что колонна была отлита. Первый вклад в это внес Александр Каннингхэм [6]. Он утверждал, что высота колонны не менее 60 футов (18 м), а вес 17 тонн. Кроме того, он объявил колонну цельной.

Другие считают, что колонна изготовлена путем сварки отдельных криц массой по 36 кг и последующей их проковкой. По мнению автора [7], древние металлурги для получения чистого железа губку сварочного железа растирали в порошок и просеивали. Далее, полученный чистый порошок железа нагревали до красного каления и под ударами молота его частицы слипались в одно целое. Из таких кусков железа, возможно, и слепили огромную колонну в Дели.

Еще до конца XIX века было опубликовано, по меньшей мере, одно сообщение о том, что колонна сварная [8]. В 1912 году известный металлург Роберт Гадфильд в своей работе [9] убедительно показал, что железо колонны не чистое, и представил результаты первого химического анализа металла колонны. По его данным, металл схож по составу с современной сталью 08. Правда, Гадфильд, ссылаясь на Каннингхэма, продолжал утверждать, что колонна цельная. Впрочем, в дискуссии по статье его справедливо поправили [10].

Некоторые исследователи утверждают, что в атмосфере г. Дели когда-то было повышенное содержание аммиака (из-за скопления людей и животных), которое в субтропическом климате Индии позволило получить на поверхности колонны защитный слой нитридов железа. Другими словами, колонна якобы азотирована самой природой [11].

Туристические гиды г. Дели часто рассказывают, что для создания этого памятника была использована нержавеющая сталь. Однако, анализ, сделанный индийским ученым Чедари, показывает, что делейская колонна не содержит легирующих элементов, приводящих к повышенной коррозионной стойкости (табл. 1) [12].

Таблица 1

Химический состав материала колонны, %

| Углерод | Кремний | Сера | Фосфор | Азот | Железо |
|---------|---------|-------|--------|-------|--------|
| 0,08 | 0,046 | 0,006 | 0,114 | 0,032 | 99,722 |

Есть мнение, что материал колонны представляет собой низкоуглеродистую сталь, очень чистую по сере и недопустимо загрязненную по фосфору. Согласно исследованию [13], средний химический состав колонны (в %) таков: углерода – 0,15, фосфора – 0,25, серы – 0,005, азота – 0,02, кремния – 0,05, марганца – 0,05, меди – 0,03, никеля – 0,05, остальное – железо. Содержание меди, марганца, кремния и никеля связано с особенностями индийской железной руды, однако находится в пределах нормы.

Ряд гипотез предполагает, что древние металлурги вольно или невольно создали специальную защитную плёнку. В частности, предполагают, что при изготовлении колонны она была обработана перегретым паром, и таким образом произведено воронение стали [11].

Еще одна гипотеза о появлении колонны связана с железным метеоритом, упавшим на Землю. Ученые говорят о том, что в нескольких десятках километров от г. Мумбай на дне моря находится значительная аномалия железа метеоритного происхождения. Считается, что пятнадцать тысяч лет назад на эту территорию, бывшую раньше участком суши, упал огромный метеорит. Люди в те времена считали метеориты священными и решили сделать из него колонны в честь своих богов [14].

Поскольку колонна долгое время была (и остается) объектом культового преклонения, а затем – особой достопримечательностью, она никогда не оставалась без внимания людей. Религиозные обряды требовали умащать колонну маслами и благовониями. Благодаря этому на колонне постоянно присутствовала пленка, предохраняющая ее от коррозии [11].

Есть версия, что при выплавке «на глазок», как это бывало в древности, возможны очень большие отклонения в качестве металла. Одним из таких исключений и могла стать колонна [7].

Существует теория о том, что железную колонну в г. Дели защищает плёнка из шлака, образовавшегося при её изготовлении. В нескольких километрах от места установки колонны найдены каменные матрицы для отливки. Особенность этой гористой местности – повышенный уровень радиации. Возможно, что колонна после отливки пролежала несколько десятков лет, и под воздействием радиации верхний слой превратился в аморфное железо, которое стойко к коррозии. Химический состав с высоким содержанием фосфора и аморфная структура железа верхнего слоя создают антикоррозионную оболочку [11].

На внешней поверхности колонны не видно следов знакомой всем ржавчины. 1–1,5 м от земли металл колонны отполирован руками многочисленных паломников. Повыше, колонна имеет черный цвет, переходящий по мере приближения к ее верхушке в синеватый и далее, в коричневый цвет – от покрывающей ее окисной пленки. Ряд гипотез объясняет антикоррозионную стойкость надземной части железной колонны сухостью атмосферного воздуха г. Дели [11]. Шведским металловедом Й. Врангленом были проведены опыты, при которых отрезанные от колонны кусочки доставлялись на морское побережье и промышленный район Швеции (морская и промышленная атмосфера наиболее опасны для стали), где они полностью подверглись к коррозии. Подземная часть колонны, исследованная тем же Й. Врангленом, покрыта слоем ржавчины толщиной в сантиметр. Встречаются также коррозионные язвы глубиной до 10 сантиметров.

В 1953 году Хадсон опубликовал сообщение о скорости коррозии медистой стали и цинка в местах с различным климатом, в том числе рядом с колонной [15]. Атмосфера г. Дели оказалась по агрессивности на предпоследнем месте, уступив лишь атмосфере г. Хартум, еще более сухой. Даже в период муссонов влажность делийского воздуха превышала критическое значение (70%), при котором сталь заметно корродирует, только в утренние часы. В делийской атмосфере даже нестойкий цинк окисляется очень незначительно.

По мнению российских исследователей, выявлен ряд неизвестных ранее особенностей этой колонны [16]. Так, например, фундамент образует (невидимый глазом) вертикальный энергополевой поток, напоминающий по форме пламя свечи высотой около 8 метров и диаметром более 2-х метров, окутывая собой всю колонну. Проведенные исследования показывают, что

внутри колонны на высоте около 3-х метров от земли имеется дополнительный источник энергополевого излучения, выполненный в виде небольшого спрессованного прямоугольного пакета из тонких листов устойчивого радиоактивного металла (подобно астату и полонию). Источник излучения вставлен внутрь колонны через просверленное, а затем заглушенное отверстие. Российские ученые предполагают, что энергополевая оболочка железной колонны является надежной защитой от коррозии. Предположительно, причиной появления ржавчины на колонне в районе заделки ее в фундамент, является водная пленка от дождя и росы, образующаяся на горизонтальной поверхности фундамента, которая простирается и выходит за пределы энергетического футляра. Через эту водную пленку происходит процесс окисления железа, являющийся уязвимым местом колонны.

Индийские ученые из Технологического института Канпур утверждают [17, 18, 19], что колонна содержит много фосфора, который, реагируя с железом, водой и кислородом, создал своего рода защитный антикоррозийный поверхностный слой. Ученые считают, что древние кузнецы не обладали уникальными знаниями химии сплавов, а подбирали состав железа опытным путем.

Есть объяснения, указывающие на то, что благодаря своей массе колонна долго сохраняет тепло, и в условиях местного климата на её поверхности не образуется роса [11].

В соответствии с вышеперечисленным, можно сделать заключение, что сопротивление к коррозии колонны в Дели происходит из-за следующих факторов: чистоты его железа, высокого содержания фосфора, низкого содержания серы, отсутствия других металлических включений, сформированных на поверхности покрытия из золы, качественной сварки, сухого и незагрязненного атмосферного условия и теплового эффекта всей массы колонны. Мы склоняемся к последней версии, и предлагаем следующий механизм развития коррозии в этой колонне.

По механизму протекания атмосферная коррозия является электрохимическим процессом. Главным фактором, определяющим интенсивность атмосферного коррозионного износа, является относительная влажность. Атмосфера состоит из смеси газов, называемой воздухом, в котором находятся во взвешенном состоянии жидкие и твердые частицы. Атмосферный воздух у земной поверхности, как правило, является влажным. Это значит, что в его состав, вместе с другими газами, входит водяной пар, т.е. вода в газообразном состоянии.

Процесс атмосферной коррозии возникает и развивается лишь в том случае, если на поверхности металла присутствует пленка влаги определенной толщины, приобретающая свойства электролита (рис. 2) [20]. Продолжительность развития коррозионного процесса и количество металла, превратившегося в продукты коррозии, зависит от длительности пребывания пленки электролита на поверхности металла. Чем дольше не высыхает пленка, образовавшаяся на металле, или чем чаще она возобновляется, тем дольше протекает процесс коррозии, следовательно, при всех прочих равных условиях тем большему коррозионному разрушению подвергается металл. Хотя на этот факт обращалось внимание, но не объяснялся механизм диссоциации водяного пара и влияние его на коррозию.

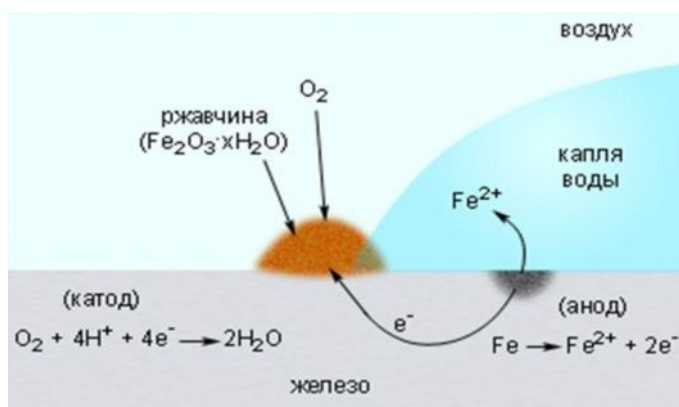


Рис. 2. Механизм электрохимической коррозии

По нашему предположению, при движении вверх от места парообразования молекулы водяного пара за счет трения и ударов об атмосферные смеси газов, в котором находятся во взвешенном состоянии жидкие и твердые частицы, подвергаются диссоциации и разделяются на ионы H^+ и OH^- (рис. 3). Далее большинство ионов соединяются к пленке влаги на элементах стальных конструкций, покрывающие разрушенные участки их доменной структуры по ранее предложенному нами механизму [21, 22].

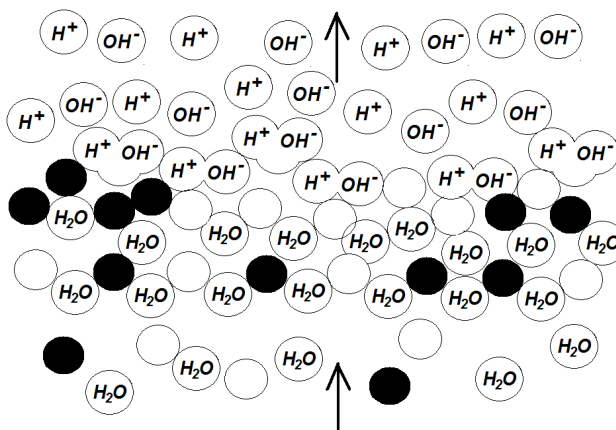


Рис. 3. Диссоциация молекул водяного пара за счет трения и ударов об атмосферные смеси газов

Ион H^+ «потерянный» молекулой водяного пара присоединяется к другой молекуле на пленке влаги на поверхности элемента стальной конструкции, образуя ион гидроксония H_3O^+ , и реакция диссоциации пленки влаги записывается так:



Благодаря способности иона H^+ «перескакивать» с одной молекулы на другую, ионы H_3O^+ и OH^- значительно более подвижны других одновалентных ионов. Аномальные подвижности ионов H_3O^+ и OH^- в пленке

воды являются также следствием наличия водородных связей между молекулами. Эти связи способствуют быстрому переносу ионов H^+ . Например, один из протонов иона H_3O^+ может перемещаться вдоль водородной связи скачками (рис.4) [23]:

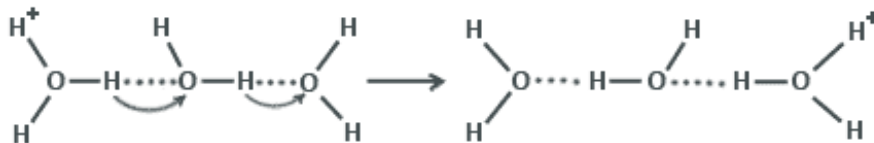


Рис. 4. Перемещение иона H^+ вдоль водородной связи скачками

Подобным образом протон молекулы воды может двигаться вдоль водородной связи, взаимодействуя с ионом OH^- (рис.5):



Рис.5. Перемещение протона молекулы воды вдоль водородной связи

Оба процесса вызывают миграцию электрического заряда, а при наличии приложенного поля приводят к появлению электрического тока. Это в свою очередь приводит к развитию электрохимической коррозии элементов стальных конструкций по предложенному нами механизму [21, 22]. То есть на ионы H^+ и OH^- в магнитном поле, созданном между разделенными частями ферромагнитных доменов элементов стальных конструкций, будет действовать сила Лоренца. Эти ионы по направлению силы Лоренца будут притягиваться к разрушенным участкам стали, подобно к полюсам магнита. После прохождения физического процесса начинается химическая реакция. В результате реакции ионы H^+ восстанавливаются и абсорбируются разрушенным участком стали или уходят в атмосферу в виде газа, а ионы OH^- образуют гидроксид железа. В дальнейшем, пленка из гидроксида железа (II) $Fe(OH)_2$ и гидроксида железа (III) $Fe(OH)_3$ наполняют образовавшиеся трещины разрушенных участков стали, что приводит к замедлению или завершению процесса атмосферной коррозии на поверхностях стальных конструкций.

Что касается механизма развития коррозии в железной колонне в Дели, то он непосредственно зависит от теплообменных процессов. Климат Дели – тропический муссонный. Как и для всей Индии, ему характерен крайне неравномерный режим осадков. Муссон приходит в июне и длится до конца сентября, когда в город приходят влажные воздушные массы с Индийского океана. Лето в Дели исключительно жаркое и длительное, а самыми тёплыми месяцами являются май и июнь, в связи с доминированием раскалённых воздушных масс с пустынь. Средняя температура июня составляет $+33,4^{\circ}C$, а средний максимум равен почти $+40^{\circ}C$. Зима в Дели сухая и прохладная для столь низкой географической широты, однако в связи со стоком холодного воздуха с Гималаев в городе зимой стоит сильный туман. Заморозки крайне редки, но бывают. Среднегодовое количество осадков 714 мм, большинство из которых выпадает с июня по август (табл. 2) [24].

Таблица 2

Среднегодовое количество осадков и температура воздуха г. Дели

| Показатель | Абсолютный максимум, °С | Средний максимум, °С | Средняя температура, °С | Средний минимум, °С | Абсолютный минимум, °С | Норма осадков, мм |
|------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|---------------------|------------------------|-------------------|
| Январь | 30,0 | 21,0 | 14,3 | 7,6 | -0,8 | 19 |
| Февраль | 34,1 | 23,5 | 16,8 | 10,1 | 1,0 | 20 |
| Март | 41,7 | 29,2 | 22,3 | 15,3 | 4,1 | 15 |
| Апрель | 43,7 | 36,0 | 28,8 | 21,6 | 12,2 | 21 |
| Май | 48,8 | 39,2 | 32,5 | 25,9 | 16,7 | 25 |
| Июнь | 47,9 | 38,8 | 33,4 | 27,8 | 19,6 | 70 |
| Июль | 43,5 | 34,7 | 30,8 | 26,8 | 20,3 | 237 |
| Август | 42,0 | 33,6 | 30,0 | 26,3 | 20,0 | 235 |
| Сентябрь | 39,0 | 34,2 | 29,5 | 24,7 | 17,2 | 113 |
| Октябрь | 39,0 | 33,0 | 26,3 | 19,6 | 11,1 | 17 |
| Ноябрь | 36,1 | 28,3 | 20,8 | 13,2 | 5,0 | 9 |
| Декабрь | 33,0 | 22,9 | 15,7 | 8,5 | 1,0 | 9 |
| Год | 48,8 | 31,2 | 25,1 | 19,0 | -0,8 | 790 |

Как отмечено выше, для развития коррозии на поверхности колонны должна появиться пленка влаги. Из таблицы 2 видно, что климат Дели очень сухой. В период муссонов влажность дельского воздуха варьирует в пределах 70%, а средняя температура воздуха составляет около +30 °С. При таких условиях даже появившаяся пленка влаги на колонне от дождя быстро испаряется.

Днем колонна впитывает много тепла, и практически на ней не образуется пленка влаги. Ночью происходит процесс отдачи тепла, и температура колонны всегда остается выше, чем температура окружающей ее среды $t_{o.c.} < t_{ж}$ [25]:

$$Q = cm(t_{o.c.} - t_{ж}), \quad (2)$$

где: Q – теплота; c – теплоемкость; m – масса колонны; $t_{ж}$ – температура железной колонны; $t_{o.c.}$ – температура окружающей среды.

Иными словами, на поверхности колонны влага не конденсируется, это означает, что ранее нами установленный механизм развития коррозии не начинается. Имеющиеся на поверхности колонны трещины не являются источниками развития коррозии. В связи с отсутствием пленки влаги на поверхности колонны не выделяются ионы H^+ и OH^- , при этом существующие электромагнитные поля между трещинами и действующие в них Лоренцевы силы не могут развить атмосферную коррозию. В этом и заключается, по нашему мнению, свойство железной колонны Iron pillar, расположенной в археологическом комплексе Кутуб в г. Дели не корродировать в течение столь длительного периода времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коррозия металлов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.dic.academic.ru.

2. Кикин, А.И. Повышение долговечности металлических конструкций промышленных зданий [Текст] / А.И. Кикин, А.А. Васильев, Б.Н. Кошутин [и др.]; под ред. А.И. Кикина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1984. – 233 с.
3. [?] [Текст] // Доклад на 16-м Всемирном конгрессе по коррозии . – Пекин, 2005.
4. Бэшем, А. Чудо, которым была Индия [Текст] / А. Бэшем. – М.: Наука, 1969.
5. Алексеев, С. Железная колонна в Дели [Текст]: история мифа / С. Алексеев // Вещи и вещества. – Москва, 1979.
6. «Archaeological Reports, 1862-1867 on Survey of India», Симла, 1871.
7. Мезенин, Н.А. Занимательно о железе [Текст] / Н.А. Мезенин. – М.: Металлургия, 1972. – 200 с.
8. Engineer, 33: 19-20.
9. Journal of Iron and Steel Institute, 1912, 85: 134-171.
10. Journal of Iron and Steel Institute, 1912, 85: 185.
11. Колонна из метеоритного железа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.ru.wikipedia.org.
12. Балезин, С.А. Отчего и как разрушаются металлы [Текст] / С.А. Балезин. – М.: Просвещение, 1976. – 160 с.
13. Collection of Czechoslovak Chemical Communications, 1971, 36(2): 6.
14. Нержавеющая колонна в Индии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.tainy.net.
15. Nature, 172: 499.
16. Terra Incognita [Электронный ресурс]: Делийская колонна. – Режим доступа: www.for-rest-lab.com.
17. Balasubramaniam R., 2000. On the Corrosion Resistance of the Delhi Iron Pillar. Corrosion Science, 42(?): 2103-2129.
18. Balasubramaniam R., 2002. On the growth kinetics of the protective passive film of the Delhi Iron Pillar. Current Science, 82(11).
19. Kumar Vikas and R. Balasubramaniam, 2002. On the Origin of High Phosphorus Content in Ancient Indian Iron. International Journal of Metals, Materials and Processes, 14(?): 1-14.
20. [?] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.matematik-master.ru.
21. Алимбаев, Б.А. Развитие коррозии в элементах металлических конструкций в водной среде [Текст] / Б.А. Алимбаев, Б.Ж. Манапбаев. – Тараз: Тараз университети, 2012. – 136 с.
22. Алимбаев, Б.А. Об одном механизме развития коррозии в водной среде [Текст] / Б.А. Алимбаев, Б.Ж. Манапбаев // MATERIALY VIII MIĘDZYKONFERENCJI NAUKOWI-PRAKTYCZNEJ KONFERENCJI «EUROPEJSKA NAUKA XXI POWIEKA – 2012». – Praha: Nauka i studia, 2012.
23. Стромберг, А.Г. Физическая химия [Текст] / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко. – М.: Высшая школа, 2001. – 527 с.
24. Климат Дели [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.ru.wikipedia.org.
25. Теплотехника [Текст] / под общ. ред. В.И. Крутова. – М.: Машиностроение, 1986. – 432 с.

Материал поступил в редакцию 23.04.13.

B.A. Alimbayev, B.Zh. Manapbayev*Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan***FEATURES OF CORROSION OF IRON COLUMNS Delhi IRON PILLAR**

The paper describes an iron column Iron pillar at Qutub archaeological complex in Delhi (India), which is not corroded during 16 centuries. The mechanism of atmospheric corrosion in this column is considered. Proposed the hypothesis why this column does not corrode such a long time.

Keywords: corrosion, Iron pillar, the film of moisture, water vapor molecules, dissociation, ferromagnetic domains, the Lorentz force.

УДК 621.822.6.004.6

М.Д. Аязбай, М.Х. Ибылдаев*Кандидаты техн. наук, доценты
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз***ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ЭЛАСТОМЕРНОГО ПОКРЫТИЯ
ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ НЕПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

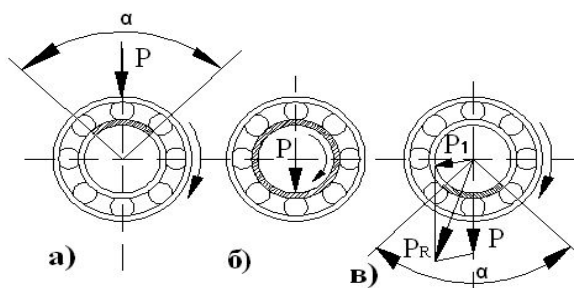
Исследовано влияние степени нагруженности неподвижных соединений, в частности неподвижных соединений типа вал-подшипник качения транспортной техники на повышение их долговечности. Для повышения прочности восстановленных эластомерами неподвижных соединений приведено теоретическое обоснование минимальной толщины полимерной пленки из эластомеров. Установлено, для получения соединения с максимальной долговечностью необходимо, чтобы эластомерная полимерная пленка имела минимальную толщину, предотвращающую соприкосновение металлических поверхностей неподвижных соединений.

Ключевые слова: неподвижное соединение, подшипник качения, прочность, долговечность, восстановление, полимерная пленка, эластомер, нагружение, фреттинг-коррозия, толщина.

В конструкциях транспортной техники многие детали соединены неподвижно. В современных автомобилях неподвижные соединения составляют до 30% всех соединений. Неподвижные соединения широко применяются в посадках подшипников качения. Степень нагруженности подшипникового узла характеризуется величиной и характером действующих нагрузок (рис. 1).

Различают три вида нагружения: местное, циркуляционное и колебательное [1].

При местном нагружении внутреннего кольца подшипника внешняя радиальная нагрузка P постоянно воспринимается лишь ограниченным участком окружности дорожки качения и передается соответствующему ограниченному участку посадочной поверхности вала (рис. 1, а).



P – радиальная внешняя нагрузка; P_1 – вращающая нагрузка; P_R – суммарная нагрузка; α – угол зоны нагружения (зона нагружения обозначена штриховкой)

Рис.1. Виды нагружения внутренних колец подшипников качения:
а) – местное; б) – циркуляционное; в) – колебательное

При циркуляционном нагружении (рис.1, б) внутреннее кольцо подшипника воспринимает радиальную нагрузку последовательно всеми точками дорожки качения и передает ее всей посадочной поверхности вала. При колебательном нагружении (рис.1, в) на подшипник действует нагрузка P , постоянная по направлению, и вращающаяся нагрузка P_1 .

Равнодействующая этих нагрузок (при $P_1 < P$) не совершает полного оборота, а колеблется на определенном участке кольца, соответствующему углу поворота α .

При действии радиальной внешней нагрузки полимерное покрытие в неподвижном соединении типа вал-подшипник качения можно рассматривать как вязкую жидкую пленку, находящуюся между сближающимися плоскими поверхностями [2]. Поэтому для рассмотрения вопросов повышения прочности восстановленных неподвижных соединений необходимо обоснование минимальной толщины полимерной пленки.

В неподвижных соединениях полимерные пленки служат компенсаторами изношенной поверхности сопрягаемых деталей.

Теоретически полимерное покрытие в неподвижном соединении рассматривается как вязкая жидкая пленка. В таких тонких пленках силы вязкого трения велики по сравнению с инерционными силами, поэтому число Рейнольдса, определяемое отношением сил инерции к вязким силам, имеет малое значение. Следовательно, в рассматриваемом случае инерционными эффектами жидкой пленки можно пренебречь.

Тогда уравнение Рейнольдса для несжимаемых жидкостей можно применить для сжатого полимерного слоя (рис.2):

$$\frac{D}{dx} \left(\frac{\rho h^3}{\mu} \cdot \frac{dp}{dx} \right) - \frac{d}{dy} \left(\frac{\rho h^3}{\mu} \cdot \frac{dp}{dy} \right) = \frac{12d(\rho h)}{dt}, \quad (1)$$

где: x, y – взаимно перпендикулярные координаты в жидкости; p – локальное (местное) давление внутри пленки; ρ, μ – плотность и абсолютная вязкость жидкости; h – мгновенная локальная толщина пленки.

Решение этого уравнения дано в работе [2], которое применительно к соединению вал-подшипник качения с полимерной прослойкой, можно записать в следующем виде:

$$t = \frac{12\pi \cdot \mu \cdot b \cdot R^3}{S^2 P} \left(\frac{h_2}{\sqrt{s^2 - h_2^2}} - \frac{h_1}{\sqrt{s^2 - h_1^2}} \right), \quad (2)$$

где: t – продолжительность осадки вала или время сближения цилиндрических поверхностей, ч; P – внешняя радиальная нагрузка, Н; R, b – радиус вала и ширина соединения, м; S – радиальный зазор посадки, м; μ – динамическая вязкость пленки, Па·с; h – глубина погружения (осадки) вала, м;

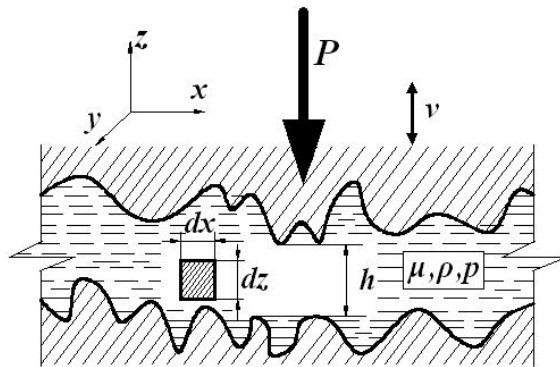


Рис.2. Схема сближения поверхностей при наличии между ними полимерной пленки

Индексы 1 и 2 указывают начальное и конечное состояние соединения вал-подшипник качения с полимерной прослойкой.

После преобразования уравнения (2) Д.Мур [2] получил следующее выражение:

$$\frac{dh}{dt} = - \frac{\rho \cdot h^3}{2K \cdot \mu \cdot L^4}, \quad (3)$$

где: dh/dt – скорость осадки вала; K, L – конструктивные размеры соединения.

Анализ уравнения (3) показывает, что скорость осадки вала пропорциональна радиальной нагрузке и кубу толщины полимерной пленки и обратно пропорциональна конструктивным размерам соединения и вязкости полимерного слоя.

Из уравнения (2) видно, что при постоянных значениях внешней радиальной нагрузки и конструктивных параметров соединения с уменьшением толщины пленки увеличивается продолжительность осадки вала.

На рисунке 3 приведены зависимости скорости и продолжительности осадки от толщины пленки. С увеличением толщины пленки скорость осадки возрастает. При одной и той же скорости осадки пленка с меньшей толщиной воспринимает большую нагрузку. Например, если на полимерную пленку действуют соответственно нагрузки P_1 и P_2 , причем $P_1 > P_2$, то при одинаковой скорости осадки V_1 , пленка с меньшей толщиной h_1 , воспринимает большую нагрузку P_1 по сравнению с покрытием, имеющим большую толщину h_2 .

С уменьшением толщины пленки продолжительность осадки вала увеличивается и при определенной толщине дальнейшее осаждение практически прекращается.

Таким образом, тонкая полимерная пленка обладает особыми свойствами: чем меньше ее толщина, тем больше продолжительность осадки вала и при равной скорости осадки пленка с меньшей толщиной воспринимает большую нагрузку. С уменьшением толщины полимерной пленки увеличивается долговечность неподвижного соединения (рис.3).

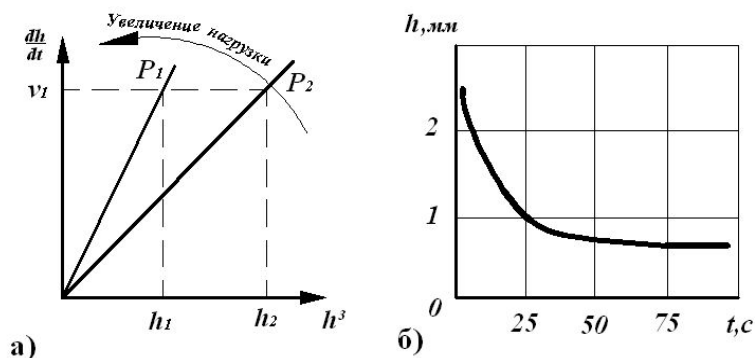


Рис.3. Зависимость скорости (а) и продолжительности при $P=8,0$ Н осадки (б) полимерной пленки от ее толщины [2]

С другой стороны, полимерная пленка должна иметь такую толщину, при которой предотвращается соприкосновение микровыступов металлических поверхностей и невозможно протекание процесса фреттинг-коррозии. Кроме того, необходимо учитывать величину сближения металлических поверхностей соединения. При наличии полимерной прослойки металлические поверхности деталей сближаются, но незначительно, так как для эластомеров коэффициент Пуассона близок к 0,5. Материал заполняет микронеровности шероховатой поверхности детали, при этом величина сближения посадочных металлических поверхностей может быть определена по выражению, приведенном в работе [3]

$$\Delta h = \frac{V_{вн}}{F_n} , \quad (4)$$

где: Δh – величина сближения соприкасаемых поверхностей, м; $V_{вн}$ – объем впадин посадочной поверхности детали, m^3 ; F_n – номинальная площадь контакта, m^2 .

Следовательно, для получения соединения с максимальной долговечностью необходимо, чтобы полимерная пленка имела минимальную толщину, предотвращающую соприкосновение металлических поверхностей соединения.

Минимальная толщина полимерной пленки должна удовлетворять следующему условию [5]:

$$H_{\min} \geq \Delta h . \quad (5)$$

Таким образом, для обеспечения неподвижности соединения необходимо соблюдение условия:

$$M_{уд} \geq M_{ТР} . \quad (6)$$

При этом долговечность неподвижных соединений, восстановленных эластомерами, зависит от толщины покрытия. С уменьшением толщины покрытия до определенной величины долговечность увеличивается.

Минимальная толщина покрытия должна быть не менее величины сближения металлических поверхностей $h_{\min} \geq \Delta h$, при которой предотвращается контакт металлических поверхностей и исключается фреттинг-коррозия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перель, Л.Я. Подшипники качения [Текст]: справочник. – М.: Машиностроение, 1988. – 543 с.
2. Мур, Д. Трение и смазка эластомеров [Текст] / Д. Мур; перевод с англ. Г.И. Бродского. – М.: Химия, 1977. – 262 с.
3. Шубин, А.Г. Повышение долговечности посадочных отверстий корпусных деталей сельскохозяйственной техники, восстановленных герметиком 6Ф [Текст]: дис. ... канд. техн. наук. – М., 1980. – 160 с.
4. Восстановление неподвижных соединений транспортной техники [Текст]: аналитический обзор Жамбылского филиала АО «НЦТИ» РК. Тараз, ЖФ АО «НЦТИ» РК, 2008. – 16 с.
5. Определение минимальной толщины пленки неподвижных соединений автомобилей, восстановленных эластомерами [Текст] // САМИТ-2012: сб. статей VI межд. науч. - техн. конф. – Курск, Россия, 2012, – С.126-130.

Материал поступил в редакцию 16.05.13.

M D. Ayazbai, M.K.Ibildaev

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

DEFINITION OF THE MINIMUM THICKNESS OF THE FILM OF MOTIONLESS CONNECTIONS OF THE CARS RESTORED ELASTOMERS

Degree questions loading motionless connections, in particular motionless connections of type shaft-bearing tum cars are considered. For increase of durability restored elastomers motionless connections the theoretical substantiation minimum thickness a polymeric film is resulted. The conclusion is drawn, for reception of connection with the maximum durability it is necessary, that the polymeric film had the minimum thickness preventing contact of metal surfaces of connection.

Keywords: fixed connection, roller bearing, strength, durability, repair, polymer film, elastomer loading, fretting corrosion, thickness.

УДК 677.21.064.84

**К.И. Баданов¹, Г.О. Тулендиева², Р.Р. Баданова³,
А.К. Баданова⁴, Г.А. Касымова⁵**

¹Канд. техн. наук, проф. ²Магистр, ст. преподаватель, ^{3,5}Магистрант
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз
⁴PhD докторант

Алматинский технологический университет, г. Алматы

АКТИВАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПОДГОТОВКИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ

Предложено использование ферментативной расшлихтовки и отварки для целлюлозных тканей при подготовке их к крашению с целью сохранения их физико-механических свойств в процессах подготовки, снижения повреждения волокон от действия химреагентов и уменьшения содержания вредных примесей в сточных водах.

Ключевые слова: хлопчатобумажная ткань, волоконные примеси, расшлихтовка, отварка, ферменты, биорасшлихтовка, окислители, полиферментные составы.

Наличие примесей на хлопчатобумажных тканях придают им жёсткость, гидрофобность, неприятный серовато-жёлтый цвет, склонность к развитию микроорганизмов и др. Если их не удалить, они серьёзно затрудняют процессы крашения, печатания и заключительной отделки [1].

Классический цикл подготовки подразделяется на три стадии: расшлихтовку, отварку, беление. Первый этап – расшлихтовка. В мире наиболее распространена шликта из легкорастворимых синтетических полимеров, но до настоящего времени на фабриках пользуются, как правило, составами на основе крахмала. Крахмал плохо растворяется в воде и поэтому с трудом удаляется с ткани. В настоящее время расшлихтовку совмещают со щелочной отваркой или белением, не контролируя остаточное содержание крахмала на ткани. При дальнейшей обработке возникают дефекты крашения, печатания, заключительной отделки. На небрежно очищенные плотные ткани приходится затрачивать существенно больше химических реагентов на стадии отварки и беления. В итоге – низкое качество готовой продукции. Использование для расшлихтовки химических реагентов создает опасность повреждения ткани. Закономерно возникает вопрос, каков выход из данной ситуации?

Выход видится в применении препаратов амилолитического действия, которые помогают справиться с крахмалом, не нарушая целостности волокна.

В современных способах расшлихтовки доминируют два направления:

- 1) применение ферментов, устойчивых к действию высоких температур;
- 2) использование окислителей.

Ферменты – это вещества белкового происхождения, являющиеся продуктами жизнедеятельности микроорганизмов. Особенностью ферментов являются строгая избирательность и направленность действия на определенные химические соединения, что обусловлено следующими факторами:

- составом ферментов и их внутримолекулярными связями;
- условиями среды их существования;
- наличием субстратов, регулирующих активность ферментов.

Ферменты являются эффективными катализаторами гидролитической деструкции крахмала. Их основное преимущество в высокой избирательности действия на крахмал без повреждения целлюлозы. Действие ферментов в значительной степени зависит от pH среды и температуры. Они не выдерживают сильнощелочных сред и высоких температур.

Технологическая схема ферментативной расшлихтовки следующая. Ткань замачивают в теплой воде и выдерживают в течение 12 часов. За это время на поверхности ткани в среде набухшего крахмала развиваются бактерии, выделяющие амилазу, которая способствует гидролизу крахмала до низкомолекулярных сахаров, легко удаляемых при промывке. Процесс этот длительный. Для его ускорения вводят амилолитические препараты. Наиболее известны дифарин, амилосубтилин, супербиолаза [2].

Наиболее эффективно применение бактериальных ферментов, устойчивых в диапазоне температур 85–120°C и pH = 6–9,5. Это позволяет проводить расшлихтовку непрерывным способом по следующей технологии:

- ткань пропитывается растворами ферментов, запаривается в среде насыщенного водяного пара и промывается. Длительность запаривания варьируется в зависимости от количества нанесенной шлихты и поверхностной плотности ткани и составляет 20 с – 10 мин. Эффективность расшлихтовки увеличивается при введении в состав гидротропных и поверхностно-активных веществ. Добавки ПАВ обеспечивают повышение смачиваемости суровой ткани, что ускоряет её пропитку раствором фермента, улучшает моющее и обезжиривающее действие промывного раствора.

В настоящее время на рынке текстильно-вспомогательных веществ (ТВВ) имеется широкий выбор ферментов амилолитического действия. Они различаются по происхождению:

- растительные (солодовый экстракт проросшего ячменя);
- животные (выделения желез внутренней секреции крупного рогатого скота);
- бактериальные (продукт жизнедеятельности бактерий, выращенных в питательных средах) [2].

Наибольшее распространение получили бактериальные амилазы вследствие хорошей воспроизводимости свойств и экономичности промышленного способа производства. Современные методы энзимологии позволили получить бактериальные амилолитические ферменты, отличающиеся химической и термостойкостью. В зависимости от вида применяемых амилаз и условий обработки расщепление крахмала составляет от 75 до 96%.

Анализ рынка ферментативных препаратов для расшлихтовки указывает на преобладание зарубежной продукции. Среди ее поставщиков наиболее известны Novo Nordisk (Дания), Clariant (Швейцария), Hoechst, Rudolf (Германия), Genencor International (США). Лидером можно назвать Novo Nordisk. Помимо амилаз, фирма специализируется на ферментативных препаратах для других стадий отделки.

Импортные ферменты для расшлихтовки отличаются высокой активностью и стабильностью, как в рабочем цикле, так и в условиях длительного хранения. В настоящее время Novo Nordisk поставляет целый набор препаратов, работающих в широком температурном интервале. Препараты под общим названием аквазим проявляют наибольшую активность при сравнительно низких температурах (40–50°C). Для средних температур предлагается аквазим ультра, для температур свыше 100°C – термамил. Устойчивость препаратов линии термамил в сильнощелочных средах (pH>12)

позволяет успешно совмещать ферментативную расшлихтовку с отваркой и белением. Часто в шлихтовальные составы для улучшения пластичности добавляют жировые вещества. Недостаточная степень их удаления при подготовке может вызвать осложнения на заключительных стадиях отделочного производства. Чтобы это предотвратить, фирма Novo Nordisk выпустила «Дени Прайм», который стал первым в группе расшлихтовывающих препаратов с так называемой липолитической поддержкой. Его основу составляют амилаза и липолитический фермент, активно разрушающий жиры. Отмечено, что с «Дени Прайм» улучшаются не только качество подготовки, но и гидрофильность ткани и, как следствие, качество ее окраски.

Для легких, малозасоренных тканей, выработанных из хорошего хлопка, вискозных и смешанных тканей расшлихтовка с использованием полиферментативных препаратов может успешно заменить отварку.

Биорасшлихтовка плотных хлопчатобумажных тканей с высокой засоренностью не позволяет полностью отказаться от щелочной отварки. Однако высокая степень расщепления крахмала позволяет проводить отварку по сокращенной схеме (длительность может быть снижена с 1,5–2 часов до 30–40 минут) и с пониженной в 2–4 раза концентрацией щелочи [3].

Более рациональной и экономически выгодной является обработка ткани композиционными препаратами с разноактивными ферментами, способными даже в мягких условиях достаточно эффективно воздействовать не только на крахмал, но и на воскообразные вещества, пектины, азот- и лигнинсодержащие примеси, повышая гидрофильность и белизну ткани уже на стадии расшлихтовки.

В качестве примера такого препарата можно назвать биотекс ПН (ОАО «Ивхимпром», г. Иваново). Он позволяет достичь хорошей гидрофильности и белизны хлопчатобумажной ткани после однократного беления, что с обычными химреагентами сделать не удастся.

Расшлихтовка с помощью полиферментных составов устраняет специфичную для лубяных тканей проблему. Из-за особенностей строения волокна и высокого содержания естественных примесей подготовка льняных и полульняных материалов представляет собой длительный, многоступенчатый процесс. Однако, наряду с обеспечением положенных для всех тканей белизны и капиллярности, необходимо не допустить нарушения целостности полотна. Поэтому применение более жесткого режима химической обработки недопустимо [3].

Результаты использования полиферментных составов (в частности, препарата биотекс ПН, включающего, помимо амилазы, пектиназу) в течение 30–60 минут показали, что можно резко сократить время подготовки за счет полного исключения щелочной отварки и достичь при этом высокого качества очистки. Остаточное содержание крахмала в отбеленной ткани составляет всего 0,5–0,8%, тогда как при щавелевой кислоте – до 5%.

Целлюлазы в составе полиферментов позволяют придавать тканям совершенно новые эффекты на стадии расшлихтовки.

В мире широчайшее распространение получила биополировка поверхности текстильных изделий. Суть ее заключается в том, что под действием целлюлазы происходит разрушение выступающих на поверхности тканей микроскопических волоконцев, неровностей. Поверхность изделия выравнивается, приобретает блеск и гладкий, скользящий гриф. Этот же химический механизм лежит в основе разработок по «биоопаливанию» тканей, призванному заменить прежнюю пожароопасную операцию. Однако сведений о его промышленном освоении нет.

Из ферментов, дополняющих амилазы, наиболее многообещающими являются липазы, липооксигеназы, способные разложить природные красители хлопка, осуществляя, таким образом, биобеление. Все они действуют в средах, близких к нейтральным (рН – 4,5–9,5), при температуре до 70°C. Рекомендуется использовать препараты, содержащие набор ферментов с различной активностью, а также поверхностно-активные вещества и стабилизаторы ферментов – соединения, предотвращающие их распад на стадии обработки и хранения [4].

В настоящее время промышленно выпускаются полиферментные препараты на основе липаз (липоризин ГЗХ и липоазрузин ГЗХ – Россия), пектиназ (биопреп 3000L, «ДениМакс комби» – Novo Nordisk; пектофоэтидин, МЭК-1, МЭК-ГПЛ – Россия), целлюлаз (целловиридин Г20Х – Бердский ферментный завод, Россия; целлюлазы IBT-90, 100 – Польша; бактозоли MTN, CA и CE; IndigeR 2XL, 44L, MAX – Genencor International, США) [5].

Отварка тканей самая длительная и ресурсоемкая стадия отделочного производства. Большинство волоконных примесей разрушается и удаляется лишь при длительном – в течение 1,5-2 часов – воздействии щелочных растворов при температуре не ниже 100 °С. Замена химических варочных сред на ферментативные позволяет существенно упростить операцию, проводить ее в щадящих условиях и с высоким эффектом.

В качестве препарата для биоотварки (от англ. bioscoring) наилучшие показатели у целлюлазы, применяемой отдельно или в сочетании с другими ферментами. Гидрофильности текстильных материалов добиваются за счет разрушения целлюлозной составляющей первичной стенки волокон – поверхность становится пористой и восприимчивой к воде, химическим реагентам и красителям. Усилить действие целлюлаз можно добавками, расщепляющими нецеллюлозные, задерживающие воду примеси.

С этой точки зрения более всего полезны пектиназы, которые вступают в реакцию с пектиновыми веществами. В тандеме «целлюлаза-пектиназа» оба компонента взаимно оказывают усиливающее влияние. Некоторые виды пектиназ могут работать и самостоятельно, разрушая пектины в наружном слое волокна и обеспечивая тем самым влагопроницаемость.

Фирмой Novo Nordisk разработан препарат биопреп 3000L на основе, так называемой щелочной пектиназы, которая позволяет успешно проводить биоотварку даже в отсутствие целлюлаз.

Липазы и протеазы как самостоятельные вещества довольно пассивны, поэтому целесообразно их использовать только в полиферментных составах вместе с целлюлазами.

Большой проблемой подготовки хлопчатобумажных тканей являются так называемые «галочки» – попавшие в ткань или трикотаж остатки от коробочек хлопчатника.

Из-за нерастворимости их основного элемента – лигнина, темноокрашенные «галочки» чрезвычайно трудно удалить и обесцветить химическими методами без повреждения целлюлозных волокон. Энзимологи предлагают решить проблему с помощью лигниназ – ферментов, гидролизующих лигнин без разрушения волокна. Лиггиназы будут чрезвычайно полезны и при «облагораживании» сурового льна, из которого до сих пор лигнин удаляется хлорсодержащими окислителями.

В зависимости от вида применяемых целлюлаз, процедура может проводиться в кислой (рН – 4,5–5,5) или нейтральной (рН – 5,5–8) среде при температуре 40–50 °С, т.е. без кипячения растворов. Особенно эффективно применение целлюлаз для повышения качества льняных тканей, ровницы,

грубой пряжи. Наряду с уже описанными преимуществами, ферментная обработка придает волокнам гидрофильность, блеск, повышает способность к отбеливанию. Сырье для ровницы становится мягким и эластичным, что существенно облегчает прядение.

Для отварки лубяных волокон (льна) предлагаются мультиэнзимные препараты производства АО «Ивхимпром»: ленок-1, биолен, биотекс ПН. Препараты обеспечивают подготовку льняных материалов по ускоренной и укороченной технологической цепочке: низкотемпературная биообработка — промывка — перекисное беление — промывка — сушка. Льняное волокно, прошедшее обработку целлюлазами, приобретает приятную гладкость, блеск и мягкость.

Для промывки тканей можно использовать ферменты амило- и целлолитической природы. Наилучший вариант – их сочетание с неионогенными ПАВ. Ферменты не только значительно упрощают саму операцию, но благодаря им удается снизить затраты и вред, причиняемый окружающей среде. Хорошие результаты промывки получают с биотексом ПН (АО «Ивхимпром»).

Публикаций о применении ферментов в крашении и печатании текстильных материалов, а также для модификации самих волокон все еще мало. Для улучшения сорбционных свойств целлюлозных волокон используются целлюлазные комплексы. В результате биообработки в 2-3 раза увеличиваются удельная площадь поверхности и удельный объем волокна.

Разработка технологии крашения хлопчатобумажных тканей в присутствии ферментов обеспечит улучшение колористических характеристик готовых текстильных изделий в более мягких щадящих условиях, уменьшит содержание примесей в сточных водах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кричевский, Г.Е. Химическая технология текстильных материалов [Текст]. Т. 1. – М.: 2000.
2. Мельников, Б.Н. Роль текстильно-вспомогательных веществ. Прогресс текстильной химии и технологии [Текст] // журн. рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева. – 2002. – Т. XLVI. – №1. – С.9-19.
3. Чешкова, А.В. Исследование деструкции воскообразных веществ хлопка под действием ферментов [Текст] / А.В. Чешкова, В.И. Лебедева, Б.Н. Мельников // Изв. ВУЗов. Химия и химическая технология. – 1995. – Т. 38, вып. 4-5. – С.91-95.
4. Мельников, Б.Н. Использование биопроцессов в текстильной технологии [Текст] / Б.Н. Мельников, А.В. Чешкова, В.И. Лебедева // Вестн. СПбУТИД. – 1997. – С.194-209.
5. Чешкова, А.В. [Текст] / А.В. Чешкова, Б.Н. Мельников // Текстильная химия. Спец. выпуск. – 2000. – С.117-123.

Материал поступил в редакцию 21.05.13.

**K.I. Badanov¹, G.O.Tulendiyeva¹, R.R. Badanova¹,
A.K.Badanova², G.A. Kasymova¹**

¹Taraz State University named after M.H.Dulati, Taraz, Kazakhstan

²Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

ACTIVATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES
OF COTTON FABRICS PREPARATION

Proposed use of enzymatic desizing and decoction for cellulosic fabrics in preparing them for dyeing in order to preserve their physical and mechanical properties in the processes of training, reduce fiber damage from the action of chemicals and reduce the content of harmful impurities in the wastewater.

Keywords: cotton fabric, fiber impurities, desizing, decoction, enzymes biorasshlihtovka, oxidizers polyenzyme compositions.

УДК 677.826.021:577.16

А.К. Баданова¹, К.И. Баданов², Р.Р. Баданова³,
Г.О. Тулендиева⁴, Г.А. Касымова⁵

¹PhD докторант

Алматинский технологический университет, г. Алматы

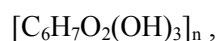
²Канд. техн. наук, проф. ^{3,5}Магистрант, ⁴Магистр, ст. преподаватель
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ЦЕЛЛЮЛОЗНОГО ВОЛОКНА
НА СКАНИРУЮЩЕМ ЭЛЕКТРОННОМ МИКРОСКОПЕ

В работе проведены исследования по изучению поверхностных характеристик хлопкового волокна, изменений хлопкового волокна после воздействия различных технологических растворов. Показано, что сорбционная способность волокна может быть увеличена при изменении формы внутреннего канала волокна. Использование электронного сканирующего микроскопа позволяет визуально оценить изменение не только поверхности волокна, но и его формы за счет поперечных срезов. Проведен рентгеноспектральный анализ поперечного среза и поверхности волокна.

Ключевые слова: целлюлоза, хлопковое волокно, микрофибриллы, поверхность волокна, поперечный срез, рентгеноспектральный анализ.

Целлюлозные волокна – наиболее распространённые текстильные волокна, в основе которых лежит природный полимер целлюлоза. Целлюлоза, как и многие частично-кристаллические полимеры, имеет гетерогенную структуру, которая характеризуется существованием областей с различной степенью упорядоченности макромолекул и значительной степенью неравновесности, обусловленной ограниченной молекулярной подвижностью данного биополимера. Целлюлоза представляет собой высокомолекулярное соединение, образованное остатками в-Д-глюкопиранозы, которые соединены друг с другом 1-4 гликозидными связями:



где n – степень полимеризации.

Для целлюлозы хлопка n=10000-15000. Отдельные макромолекулы целлюлозы в волокне связаны между собой межмолекулярными водородными связями (рис. 1).

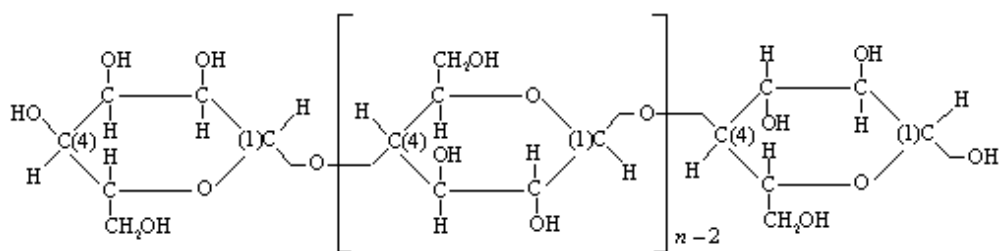


Рис. 1. Структура молекулы целлюлозы

Наличие в макромолекуле целлюлозы большого числа гидроксильных групп, прочность гликозидной связи и суммарная энергия межмолекулярных водородных связей определяют специфические свойства хлопкового волокна. Оно устойчиво к действию органических растворителей, набухает в водных растворах, особенно при нагревании, выдерживает кратковременное воздействие температуры 200 °С. При длительном нагревании (при температуре >100°С) происходят необратимые структурные изменения. Проявление определенных типов молекулярного движения может способствовать перестройкам надмолекулярной структуры целлюлозы. Целлюлоза имеет сложную надмолекулярную структуру, для которой характерна ярко выраженная фибриллярность. Макромолекулы целлюлозы взаимодействуют между собой за счёт сил Ван-дер-Ваальса и образования водородных связей между гидроксильными группами. Большая протяжённость этого взаимодействия объясняет тот факт, что целлюлоза нерастворима в воде, хотя является гидрофильным веществом. Хлопковое волокно сильно отличается по своему строению от других целлюлозных волокон. Каждый волосок хлопка представляет собой очень тонкую и длинную клетку, сужающуюся у глухого конца и открытую с другого - того, которым волосок прикреплен к семени [1].

Снаружи расположена первичная стенка толщиной около 1 мкм, содержащая примерно 50% целлюлозы. На поверхности первичной стенки сосредоточены жиро-восковые вещества. Этим объясняется плохая смачиваемость хлопкового волокна водой. За первичной стенкой следует основная многослойная вторичная стенка толщиной около 6-8 мкм. Она состоит из суточных отложений целлюлозы, образуемых при фотосинтезе из протоплазмы. Внутри волокна находится канал. В незрелом волокне канал заполнен протоплазмой, а в зрелом волокне содержатся только ее остатки.

Исследования с помощью электронного микроскопа показывают, что отдельные слои целлюлозы образованы из фибрилл, которые, в свою очередь, представляют собой пучки микрофибрилл, состоящих из десятков и сотен цепей макромолекул целлюлозы. Отдельные молекулы в микрофибриллах и микрофибриллы в фибриллах расположены неплотно по отношению друг к другу и удерживаются силами межмолекулярного взаимодействия, а также благодаря тому, что длинные цепи макромолекул входят отдельными своими частями в разные микрофибриллы и фибриллы. Поэтому как в отдельных суточных слоях, так и между ними имеются неплотности - поры, микрощели. Именно они оказывают большое влияние на поведение хлопковых волокон при различных процессах обработки, в частности при крашении [1, 2].

С развитием объемной, растровой электронной микроскопии изучению морфологии поверхности посвящены многочисленные работы. Однако

обширный фактический материал не систематизирован. Отсутствуют в литературе и работы, в которых имелись бы данные по влиянию характера внешней поверхности на поведение волокон в процессах крашения и печатания. Морфология поверхности волокон может претерпеть существенные изменения в различных операциях отделочного производства в зависимости от условий их проведения. Величина внешней поверхности природных волокон зависит от их морфологии [3].

В данной работе проведены исследования по изучению поверхностных характеристик хлопкового волокна, изменений хлопкового волокна после различных воздействий технологических растворов. Работа проведена в лаборатории «Наноинженерные методы исследований им. А.С. Ахметова» Таразского государственного университета им. М. Х. Дулати. Объектом исследования служила хлопчатобумажная ткань, прошедшая стадии расшлихтовки, щелочной отварки и беления.

Микрофибриллы и фибриллы располагаются в отдельных слоях целлюлозы спиралеобразно, под углом $20-40^\circ$ к оси волокна, поэтому волокно закручивается как спираль относительно своей оси. При созревании волокна протоплазма в канале постепенно засыхает, и волокно сплющивается. Рассматривая такое волокно под микроскопом, можно заметить, что оно имеет форму скрученной ленточки или пустой сплюсненной трубочки (рис. 2) со стенками и каналом определенной толщины, которая зависит от зрелости.

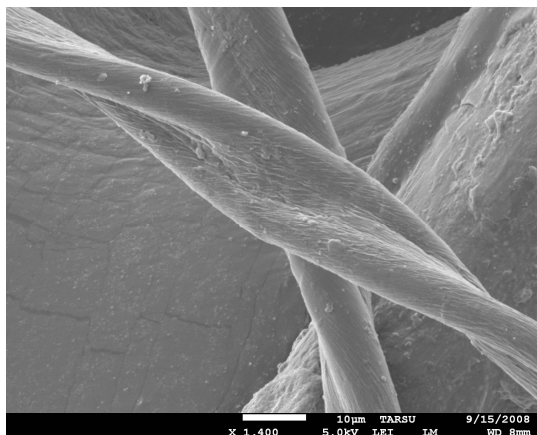


Рис. 2. Микрофотография поверхности целлюлозного волокна

Внутренняя полость волокна весьма значительна по сравнению с толщиной стенки, а так как эта полость открыта, по крайней мере, с одного конца, то хлопковое волокно способно быстро и легко смачиваться и набухать изнутри. Этим хлопковое волокно выгодно отличается от лубяных волокон.

При малой массе хлопковое волокно имеет достаточно развитую поверхность, что обуславливает способность хлопка к адсорбционным процессам. Мягкость и нежность хлопковых волокон, их скрученная форма объясняют высокую ценность хлопка как прядильного материала. Отдельные волоски хлопка легко сцепляются между собой, распрямляются при вытягивании, держатся в тонких нитях и поддаются закручиванию.

Структурные изменения в хлопковых волокнах, инициированные сорбированной влагой, изучены в работах [1, 2].

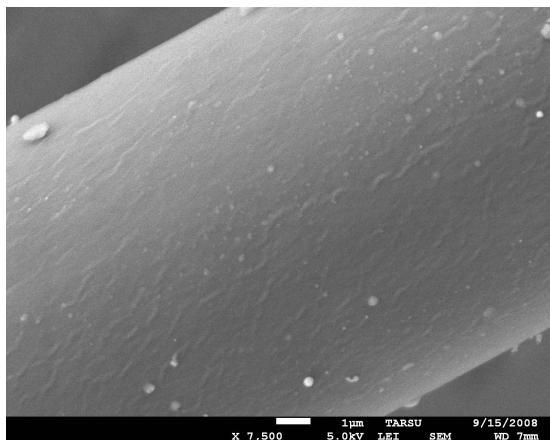
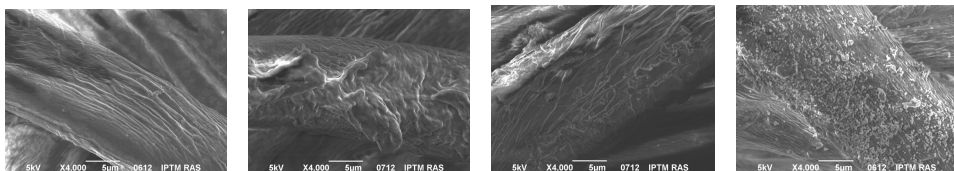


Рис.3. Микрофотография изменения поверхности целлюлозного волокна после обработок в водных растворах

Модификация структуры целлюлозы и изменение ее свойств не возможны без детального изучения целлюлозных волокон, их изменения от различных воздействий.

В данной работе проведены эксперименты по изучению изменений хлопкового волокна после воздействий различных технологических растворов.

На рисунке 4 приведены микроснимки поверхности волокон, снятые на сканирующем электронном микроскопе.



исходный после расшлихтовки после отварки после белиния

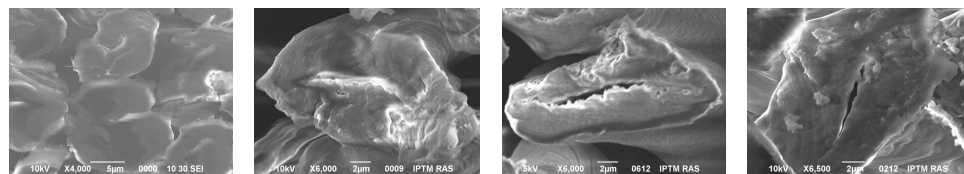
Рис. 4. Микроснимки поверхности волокон после обработок в технологических растворах

Из микрофотографий видно, что с поверхности волокна удаление технологической примеси (шлихты) происходит постепенно. В процессе отбеливания шликта дробится, обнажая поверхность волокна. Таким образом, упрощается доступность волокна красильным растворам. При стремлении формы волокна к форме цилиндра сорбционная способность будет максимальной.

Сорбционная способность волокна может быть увеличена при изменении формы внутреннего канала волокна. При стремлении формы волокна к форме цилиндра сорбционная способность будет максимальной.

Полученные результаты нуждались в дополнительных исследованиях. С этой целью при прохождении Бадановой А.К. исследовательской

стажировки в ИПТМ РАН (Россия) были использованы новейшие методы и исследовательское оборудование. Получены экспериментальные данные в виде микроснимков и результатов микроанализа (рис. 5). Проведен анализ поперечного среза волокон.



исходный после расшлихтовки после отварки после беления

Рис. 5. Микроснимки поперечного среза хлопковых волокон

Из микрофотографии видно, что полностью форму волокна к форме идеального цилиндра при проведении процессов расшлихтовки, отварки и беления невозможно. Однако наблюдается изменение сплюсненной формы в сторону увеличения внутреннего канала волокна. При использовании дополнительных воздействий, или химматериалов, очевидно можно увеличить внутренний объем волокна и тем самым увеличить сорбционные свойства волокна, например красителей. Использование электронного сканирующего микроскопа позволяет визуально оценить изменение не только поверхности волокна, но и его формы за счет поперечных срезов.

Проведен рентгеноспектральный анализ поперечного среза и поверхности волокна. Были получены данные по изменению структуры ткани до и после обработок.

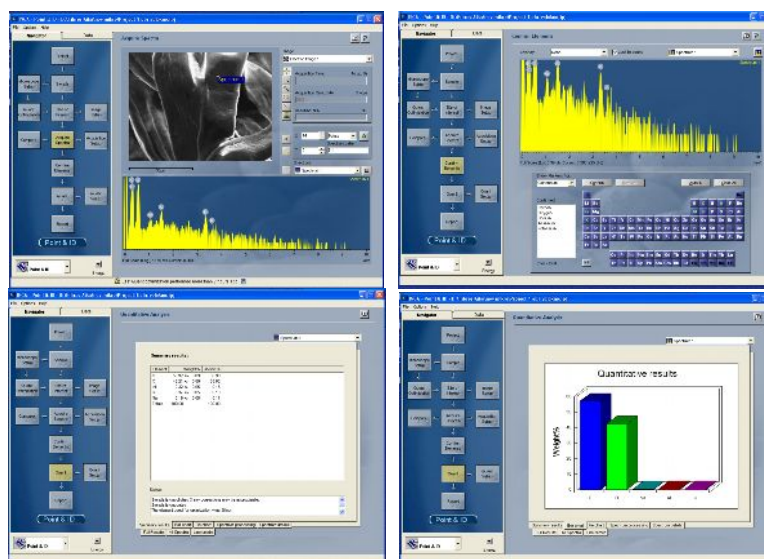


Рис. 6. Данные рентгеноспектрального анализа поверхности волокна

Данные исследований, полученные в Институте проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов РАН позволяют сравнить их с данными, полученными в лаборатории ТарГУ, что в дальнейшем позволит

более детально и глубже осветить вопросы изучения и практического применения полученных знаний в различных областях текстильной отрасли.

Изменения поверхности волокна при его подготовке к крашению, а также изменение формы внутреннего объема дают возможность менять сорбционные свойства волокна, что особенно важно в процессах крашения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кленкова, Н.И. Структура и реакционная способность целлюлозы [Текст] / Н.И. Кленкова. – Л.: Наука, 1976. – 367 с.
2. Манушин, В.И. Целлюлоза, сложные эфиры целлюлозы и пластические массы на их основе [Текст] / В.И. Манушин. – 2002. – 107 с.
3. Гурусова, А.А. Строение, состав и свойства целлюлозных волокон [Текст] / А.А. Гурусова, А.Г. Ивлев, Е.В. Шаповалюк. – Кострома, КГТУ, 2005. – 34 с.

Материал поступил в редакцию 21.05.13.

**A.K.Badanova¹, K.I. Badanov², R.R.Badanova²,
G.O.Tulendieva², G.A. Kasymova²**

¹*Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan*

²*Taraz State University named after M.H.Dulati, Taraz, Kazakhstan*

INVESTIGATION OF THE CELLULOSE FIBRES SURFACE ON A SCANNING ELECTRON MICROSCOPE

Conducted investigations on the surface characteristics of cotton fiber, cotton after different impacts of technological solutions. It is shown that the surface of the fiber removal process impurity occurs gradually. The use of electronic scanning microscope allows to visually estimate the change not only the surface of the fiber, but also its shape by cross-sectional. A cross-sectional analysis and X-ray spectrum analysis of surface fibers was done.

Keywords: cellulose, cotton, microfibril surface fiber cross section, X-ray analysis.

УДК 677.074

Л.В. Воронова¹, А.Н. Флегонтов², Н.А. Смирнова³

¹Канд. техн. наук, доц. ²Аспирант ³Д-р техн. наук, проф.
Костромской государственной технологической университет, г. Кострома, РФ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ И ПЛОЩАДИ КОНТАКТА ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПОЛОТЕН НА КОЭФФИЦИЕНТ ТАНГЕНЦИАЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

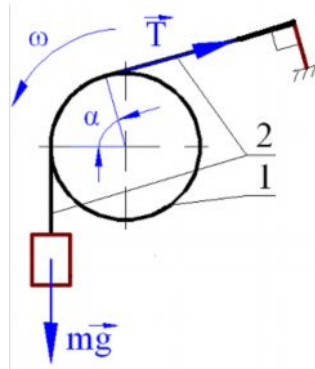
Представлены результаты исследования влияния скорости относительного перемещения и площади контакта взаимодействующих текстильных полотен на коэффициент тангенциального сопротивления, полученные с помощью новой разработанной методики. Приведены математические модели, описывающие влияние площади контакта полотен на коэффициент тангенциального сопротивления для полотен различного волокнистого состава.

Ключевые слова: текстильное полотно, коэффициент тангенциального сопротивления, камвольные костюмные ткани.

Коэффициент тангенциального сопротивления (КТС) является характеристикой трения текстильных материалов. Необходимо учитывать влияние этой характеристики, как на процессе изготовления, так и на эксплуатационные характеристики готовых изделий [1].

Исследование коэффициента тангенциального сопротивления текстильных полотен проводилось по разработанной в КГТУ методике [4], т.к. стандартные методы определения КТС текстильных полотен отсутствуют. На трение влияет большое количество факторов [2]. Наиболее весомые среди них скорость относительного перемещения полотен и площадь контакта, которая задается углом охвата взаимодействующих полотен. Для исследования влияния скорости на коэффициент тангенциального сопротивления были проведены экспериментальные исследования статического КТС, по разработанной авторами методике [3, 4], в которой имитируется трение текстильных полотен по сложной поверхности, а также возможны проведения исследования по определению КТС для пакетов одежды. Эксперименты проводились следующим образом. Нижняя проба закрепляется на вращающемся с постоянной скоростью барабане, а верхняя проба охватывает ее под фиксированным углом (рис. 1). Исследование влияния скорости взаимодействующих поверхностей на КТС проведено в диапазоне от 3 до 9 мм/с. Выбор относительно низких скоростей перемещения объясняется целесообразностью максимального приближения условий эксперимента к реальному поведению материалов при эксплуатации одежды. При этом создавались условия эксперимента, при котором не происходит физическое разрушение структуры полотна в результате трения.

На рисунке 2 представлен характер изменения экспериментальных коэффициентов тангенциального сопротивления от скорости перемещения полотен при разных фиксированных углах охвата. Объектами исследований были камвольные костюмные ткани. Характер зависимости КТС от скорости близок к линейной. Это обстоятельство позволяет сделать вывод о том, что для предложенной методики, при малых скоростях перемещения взаимодействующих поверхностей фактор скорости не является весомым.



1 – нижняя проба; 2 – верхняя проба; α – угол охвата

Рис. 1. Упрощенная схема испытаний

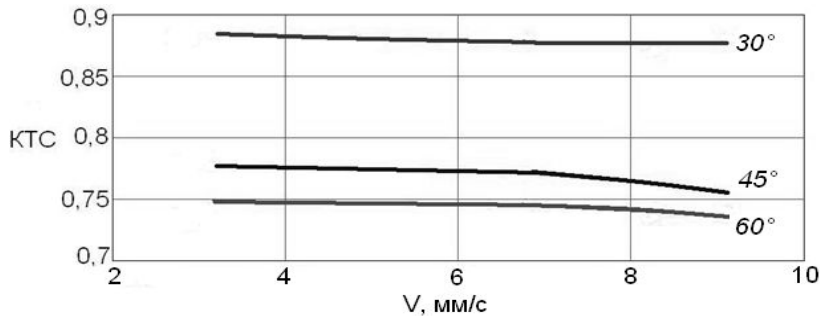


Рис. 2. Характер изменения КТС при увеличении скорости относительного перемещения полотен

На разработанном устройстве с пробами различного волокнистого состава проводились испытания для определения зависимости КТС от площади контакта между первой и второй пробой. Объекты исследования, используемые в данном эксперименте, представлены в таблице 1. Испытания проводились при скорости относительного перемещения полотен 6 мм/с. В предложенной методике площадь контакта пропорциональна углу охвата, который в этих испытаниях изменялся от 30 до 90°. Для нахождения КТС была использована формула Л. Эйлера [5]:

$$T = mg \cdot e^{f \cdot \alpha}, \quad (1)$$

где: α – угол охвата; f – КТС; T, mg – натяжение на ведущей и ведомой части полотна (см. рис.1).

Применительно к установке, на которой проводились испытания, величине T соответствует усилие, действующее на датчик усилия, а mg – вес груза, прикрепленного к свободному концу верхней пробы.

Если КТС является некоторой функцией угла охвата α , то формула Эйлера примет вид:

$$T = mg \cdot e^{\int_{\varphi^1}^{\varphi^2} f(\alpha) d\alpha} \quad (2)$$

Разделив левую и правую часть уравнения (2) на величину mg , соответствующую весу груза, и прологарифмировав, получим:

$$\ln\left(\frac{T}{mg}\right) = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} f(\alpha) d\alpha, \quad (3)$$

или в виде степенного ряда:

$$f = f_0 + b_1 \cdot \alpha + b_2 \cdot \alpha^2 + \dots + b_n \cdot \alpha^n \quad (4)$$

По результатам экспериментов, с помощью метода наименьших квадратов, была получена математическая модель зависимости КТС покоя от угла охвата полотен, которая представляет собой полином второго порядка. Общий вид установленной зависимости и значения коэффициентов математической модели представлены в таблице 1.

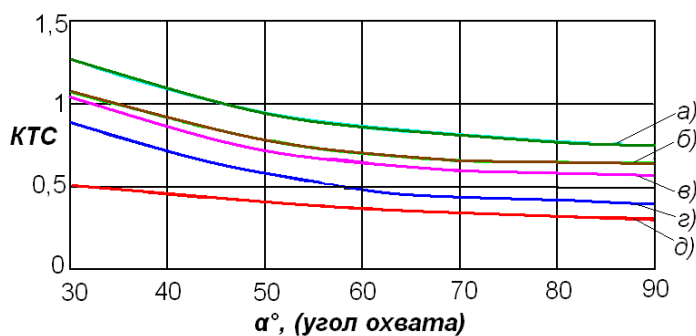
Таблица 1

Коэффициенты математической модели
для исследуемых текстильных полотен

| Номер пробы, № | Ткань | Поверхностная Плотность M_s , г/м ² | Общий вид математической зависимости КТС покоя от угла охвата полотен $f(\alpha)$ $f(\alpha) = B_2 \alpha^2 + B_1 \alpha + B_0$ | | |
|----------------|--|--|--|------------------------|-------|
| | | | B_2 | B_1 | B_0 |
| 1 | Камвольная костюмная мелкоузорчатого переплетения | 164 | 2.35×10^{-4} | -0.035 | 2.11 |
| 2 | Льняная костюмно-платьевая мелкоузорчатого переплетения | 155 | 2.44×10^{-4} | -0.037 | 1.98 |
| 3 | Льняная костюмно-платьевая мелкоузорчатого переплетения | 149 | 1.91×10^{-4} | -0.03 | 1.78 |
| 4 | Льняная сорочечная суровая тонкая полотняного переплетения | 123 | 2.17×10^{-4} | -0.033 | 1.68 |
| 5 | Вискозная саржа подкладочная | 62 | 4.14×10^{-5} | -8.23×10^{-3} | 0.72 |

Зависимость КТС покоя от угла охвата полотен различного волокнистого состава представлена на рисунке 3. Значимость результатов эксперимента в том, что углы охвата имитируют практическое облегание и взаимодействие тканей одежды друг с другом.

Убывающий характер характеристики $f(\alpha)$ можно объяснить тем, что формула (1) была получена Эйлером для нити. Текстильное полотно представляет собой сложную систему взаимодействующих между собой основных и уточных нитей, где помимо трения действует цепкость, пропорциональная площади контакта поверхностей [5]. Таким образом, тангенциальное сопротивление для текстильного полотна значительно выше, чем у отдельно взятой нити.



Пробы: а) №1, б) №2, в) №3, г) №4, д) №5

Рис. 3. Зависимость КТС от угла охвата полотен

Выводы:

1) получены математические модели, описывающие зависимости коэффициента тангенциального сопротивления покоя от площади контакта текстильных полотен;

2) увеличение площади контакта соприкасающихся полотен, варьируемое за счет изменения угла охвата, приводит к снижению коэффициента тангенциального сопротивления;

3) экспериментально показано, что фактор скорости в предлагаемом методе несущественно влияет на изменение КТС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бузов, Б.А. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности: швейное производство [Текст] / Б.А. Бузов, Н.Д. Алыменкова. – М.: Академия, 2008. – 448 с.
2. Капитанов, А.Ф. Фрикционные процессы в прядении (в 2 ч.). Прядение и трибология (ч. 1) / А.Ф. Капитанов. – М.: МГТУ им. А.Н.Косыгина, 2005.
3. Воронова, Л.В., Смирнова Н.А., Флегонтов А.Н. Методика оценки коэффициента тангенциального сопротивления текстильных полотен [Текст] / Л.В. Воронова, Н.А. Смирнова, А.Н. Флегонтов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – Иваново: ИГТА, 2013. – №1. – С.29-32.
4. Способ определения силы трения и цепкости текстильных полотен [Текст]: заявка 077947 Рос. Федерация / Воронова Л.В., Смирнова Н. А., Флегонтов А.Н. – №2011151935/28; полож. реш. 27.06.13.
5. Кукин, Г.Н. Текстильное материаловедение [Текст] / Г. Н. Кукин, А.Н. Соловьев [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Легпромбытиздат, 1989. – 352 с.

Материал поступил в редакцию 19.06.13.

L.V. Voronova, A.N. Flegontov, N.A. Smirnova

Kostroma State Technological University, Kostroma, Russia

**INVESTIGATION OF SPEEDS AND CONTACT AREA INTERACTING
 TEXTILE FABRICS BY COEFFICIENT OF TANGENTIAL FRICTION**

Presented obtained using the new method results of influence of the relative speed of movement and the contact area of interacting textile fabrics by the coefficient of tangential friction. The mathematical model describing the impact of contact area fabrics by the coefficient of tangential resistance to various fibrous fabrics composition were presented.

Keywords: textile fabric, the coefficient of tangential resistance, worsted suiting.

УДК 664.681.1

Н.А. Горбатовская¹, М. Касымова², Е. Иванова³

¹Канд. техн. наук, проф. ²Магистр, инженер ³Магистрант
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, РК

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК МУКИ СВЕРХТОНКОГО ПОМОЛА ЗЕРНОВЫХ И БОБОВЫХ КУЛЬТУР НА КАЧЕСТВО БИСКВИТНОГО ТЕСТА И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Изучено влияние добавок муки сверхтонкого помола ячменя, гороха, полученной по методу нанотехнологии, на качество бисквитного теста и готовых изделий в сравнении с добавками муки ячменя и гороха, полученной по традиционной технологии. Исследованы изменения количественно-качественных показателей клейковины, органолептических, структурно-механических, физико-химических свойств теста и готового бисквита, определена пищевая ценность изделий при внесении добавок муки различных видов помола зерна (ячмень горох). Установлено преимущество добавок муки сверхтонкого помола при производстве бисквитов на их качество и пищевую ценность.

Ключевые слова: функциональное питание, бисквитное тесто, сверхтонкий помол, горох, ячмень, мука, пищевая ценность.

Одной из основных задач, стоящей перед предприятиями пищевой промышленности является целенаправленное создание цивилизованного рынка, повышение качества мучных кондитерских изделий, увеличение продуктов функционального, лечебно-профилактического назначения, отвечающих потребностям конкретных групп населения.

Значительное потребление мучных кондитерских изделий населением позволяет считать их важными продуктами питания. Поэтому вопрос повышения качества, пищевой ценности, расширение ассортимента мучных кондитерских изделий приобретает большое значение.

Мучные кондитерские изделия относятся к высококалорийной продукции, потребление которой нарушает сбалансированность рационов питания как по пищевым веществам, так и по энергетической ценности. Каждые 100 г бисквитного полуфабриката дают организму человека большое количество энергии (1340 кДж) за счет значительного содержания сахара (35,5% от массы готового изделия). Чтобы возрастающее потребление мучных кондитерских изделий не приносило вред организму человека, то снижение энергетической ценности мучных кондитерских изделий, но

повышение биологической и пищевой ценности – является первостепенной задачей ученых и работников пищевой промышленности.

Существующие разработки в технологии бисквитных изделий позволили осуществлять обогащение бисквитного полуфабриката амарантовой, ржаной мукой, люпиново-меланжевым гидролизатом, мучными композитными смесями, пивной дробинкой, отдельными травянистыми растениями, тритикалевой и пшеничной мукой и т.д. [1, 2, 3].

Целью данной работы является изучение влияния добавок муки сверхтонкого помола зерновых и бобовых культур на качество бисквитного теста и готовой продукции при повышении пищевой ценности и функциональной значимости изделий. За основу была принята рецептура бисквита «Основной». Часть муки хлебопекарной высшего сорта, предусмотренная рецептурой, заменялась мукой традиционного помола (ТП), как контроль, и мукой сверхтонкого помола (СТП) зерновых (ячмень) и бобовых культур (горох), по методу нанотехнологии, в количестве 5,10,15 и 20%. Рецептура бисквита «Основной» представлена в таблице 1.

Таблица 1

Бисквит «Основной»

| Наименование сырья | Массовая доля сухих веществ, % | Расход сырья на 10 кг полуфабриката, г | |
|------------------------------|--------------------------------|--|-------------------|
| | | в натуре | в сухих веществах |
| Мука пшеничная высшего сорта | 85,50 | 2812,0 | 2404,3 |
| Крахмал картофельный | 80,00 | 694,0 | 555,2 |
| Сахар – песок | 99,85 | 3471,0 | 3465,8 |
| Меланж | 27,00 | 5785,0 | 1562,0 |
| Эссенция | 0,00 | 34,7 | 0,0 |
| Итого | - | 12796,7 | 7987,3 |
| Выход | 75,00 | 10000,0 | 7500,0 |

Основанием выбора в качестве добавок из зерновых – ячменя и бобовых культур – гороха является их богатый химический состав (табл. 2), что благотворно влияет на организм и здоровье человека.

Ячмень – прекрасный источник полисахаридов. Богатый крахмалом, он содержит бета-глюканы и пентозаны (часто называемые «вяжущими» компонентами), а также целлюлозу – компонент нерастворимой клетчатки. Именно «вяжущий» компонент в ячмене снижает уровень холестерина в крови. В нем достаточно большое содержание калия, магния и ниацина. Содержащийся в ячмене токотриенол (разновидность витамина Е) может предотвращать выработку в печени слишком большого количества холестерина. Ячмень обладает способностью разрушать вирусы и является богатым источником селена [4].

Наиболее ценным элементом гороха является растительный белок, схожий с белками животного происхождения и содержащий такие незаменимые аминокислоты, как триптофан, метионин, цистин и лизин. Горох содержит также ряд минералов, в том числе и редких (марганец, цинк, кобальт, медь, магний, сера, йод, селен, фтор, хром, никель, калий, ванадий, молибден, бор, кремний, кобальт, олово, титан, стронций, цирконий, алюминий), витамины А, РР, Е, С, группы В. Незаменимые аминокислоты, присутствующие в горохе, необходимы

для роста организма, поддерживают функции кроветворения, щитовидной железы и надпочечников. Метионин оказывает большое влияние на антиоксидескую функцию печени, способствует нормализации деятельности нервной системы и мозговой активности [4].

Таблица 2

Химический состав муки из ячменя и гороха,
полученной при различных видах помолов (на 100 г продукта)

| Пищевые вещества | Мука пшеничная высшего сорта | Традиционный помол | | Сверхтонкий помол цельного зерна по методу нанотехнологии | |
|--------------------|------------------------------|--------------------|---------------|---|---------------|
| | | гороховая мука | ячменная мука | гороховая мука | ячменная мука |
| Белки, г | 10,3 | 16 | 9,3 | 23 | 11,5 |
| Жиры, г | 1,1 | 1 | 1,1 | 1,2 | 2 |
| Углеводы, г | 68,9 | 70 | 73,7 | 53,29 | 65,8 |
| Пищевые волокна, г | 0,5 | 0,3 | 1 | 5,7 | 4,3 |
| Крахмал, г | 65 | 50 | 65,7 | 46,5 | 50,1 |
| Калий, мг | 122 | 300 | 172 | 873 | 453 |
| Кальций, мг | 18 | 250 | 38 | 114,99 | 93 |
| Магний, мг | 16 | 50 | 40 | 107 | 153 |
| Натрий, мг | 3 | 25 | 10 | 69 | 41 |
| Фосфор, мг | 86 | 250 | 323 | 329 | 353 |
| Витамин В1, мг | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,8 | 0,3 |
| Витамин В2, мг | 0,04 | 0,5 | 0,06 | 0,2 | 0,1 |
| Витамин В6, мг | 0,2 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,5 |
| Витамин РР, мг | 1,2 | 5 | 2 | 2,20 | 4,5 |
| Калорийность, ккал | 309,5 | 335,5 | 323,5 | 302,7 | 310,8 |

Как видно из данных таблицы 2, пищевая ценность муки из ячменя и гороха сверхтонкого помола, полученная по методу нанотехнологии Башкирцева А., значительно выше пищевой ценности муки традиционного помола. Это связано с тем, что при сверхтонком измельчении зерна в многофазной среде посредством возбуждения в ней волновых колебаний акустического диапазона частот в пределах 10000 Гц, измельчаются все анатомические составные части зерна и в муке остается весь пищевой потенциал зерна, заложенный природой.

Для изучения количественно-качественных показателей клейковины, органолептических, структурно-механических, физико-химических свойств теста и готового бисквита готовили композитные смеси из пшеничной муки высшего сорта с добавлением муки полученной по ТП и СТП ячменя и гороха в количестве 5, 10, 15, 20% от массы муки высшего сорта. Внесение добавок в количестве от 5 до 20 % незначительно снизило выход сырой клейковины и также незначительно повлияло на показатель глютена – индекса (рис. 1).

В соответствии с рисунком 1 повышение дозировки ячменной муки, полученной ТП и СТП, оказывает влияние на снижение количества клейковины порядка 2 %, в то время как глютена – индекс независимо от дозировки держится в пределах 97 – 99.

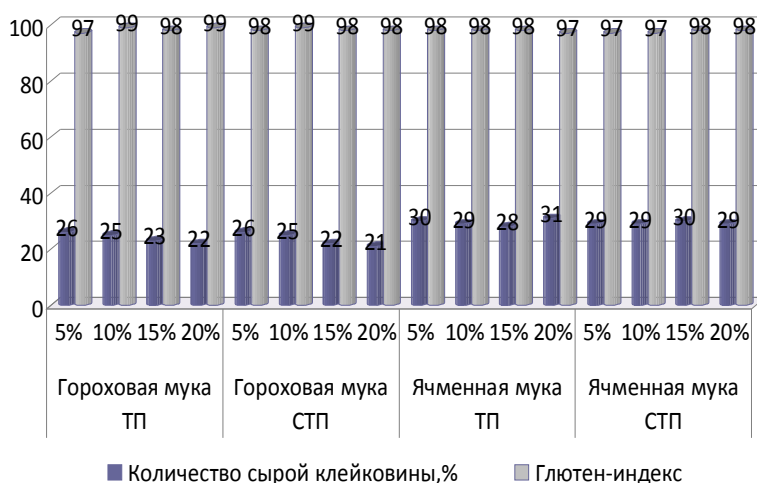


Рис. 1. Изменение количества и качества клейковины с внесением в различных дозировках муки ячменя и гороха разных видов помола

Разжижение клейковины и понижение упругости объясняется тем, что зерно содержит в своем составе папаиназы – ферменты, гидролитически расщепляющие белки по их пептидным связям (протеиназы). Действие протеиназы на клейковину и тесто вызывает их разжижение, понижает упругость, так как происходит разрыв дисульфидных связей, что вызывает ослабление структуры.

По своей структуре бисквитное тесто – высококонцентрированная дисперсия воздуха в среде, состоящей из яйцепродуктов, сахара, муки, поэтому бисквитное тесто можно отнести к пенам. Особенностью приготовления бисквитного теста является кратковременность замеса сбитой яично-сахарной массы с мукой, с тем, чтобы уменьшить по возможности набухание клейковины, что приводит к увеличению ее упругости (затянутое тесто), в результате чего получается бисквит более жесткой, плотной структуры. Бисквитное тесто характеризуется большой неустойчивостью воздушной фазы. Этим объясняется тот факт, что готовое тесто не может быть подвергнуто интенсивным механическим воздействиям.

Исходя из результатов исследования, наилучшими показателями отличается тесто с внесением СТП гороховой муки. Установлено, что при внесении муки сверхтонкого помола ячменной до 10%, гороховой в количестве до 15 % снижается плотность теста на 10,2 и 11,9% соответственно, снижается его эффективная вязкость на 2,1 и 3,2% в соответствии с видом и количеством добавки. Снижение вязкости в этих пределах очевидно и является лучшим эффектом. Вследствие меньшей вязкости теста частицы дисперсной фазы (пузырьки воздуха) при выпечке расширяются сильнее, но несколько более прочный по сравнению с тестом без добавок пленочный каркас из яиц, сахара, добавок ячменной и гороховой муки препятствует выходу газа из пузырьков наружу. Вследствие чего бисквит при выпечке меньше садится и характеризуется большим удельным объемом, пористостью и сжимаемостью.

Выпечку производили в подовой печи Sinmag SK-P в течении 10 минут при температуре 200 °С. Выпеченные образцы охлаждали и хранили при комнатной температуре. За контрольный образец принимали бисквитный полуфабрикат с добавлением ячменной и гороховой муки, полученной традиционным помолом. Качество бисквитного полуфабриката оценивали через 24 часа после выпечки.

Анализ качества бисквита проводили по органолептическим и физико-химическим показателям и структурно-механическим свойствам мякиша. Органолептическая оценка исследуемых образцов показала, что внесение в рецептуру бисквитного полуфабриката ячменной и гороховой муки сверхтонкого помола, улучшает органолептические показатели и не ухудшает текстуру полуфабриката. Но при внесении ячменной муки более 10% бисквитный полуфабрикат оседает.

Замена пшеничной муки высшего сорта гороховой традиционной мукой в количестве 15% показала неплохие результаты: мякиш имел желтоватый оттенок, однородные поры без пустот. Запах и вкус при внесении традиционной гороховой муки немного был специфичным, но свойственный данной культуре. При внесении гороховой муки СТП ощущался легкий приятный аромат и нежный вкус бисквита. Форма сохранялась даже при добавлении 20% муки сверхтонкого помола, но поры мякиша были слишком неравномерны.

Структурно механические свойства мякиша при внесении муки ТП и СТП гороха и ячменя значительно меняются (рис. 2).

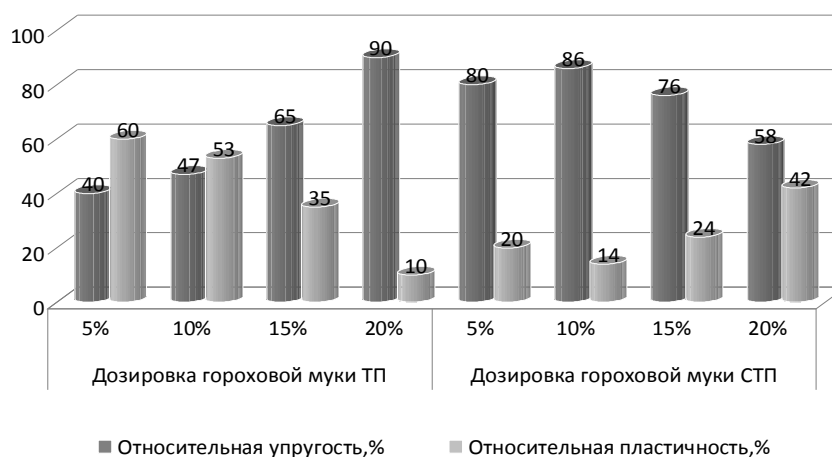


Рис. 2. Влияние добавок гороховой муки различных видов помола на структурно-механические свойства мякиша

В соответствии с рисунком 2 относительная упругость мякиша бисквита с внесением гороховой муки ТП от 5 до 20 % увеличивается от 40 до 90 %, а при дозировке гороховой муки СТП относительная упругость мякиша снижается от 88 до 58%. Вероятно сказывается наличие периферийных частей гороха, содержащихся в муке при сверхтонком помоле цельного гороха, включающих клетчатку, гемми-целлюлозу на структуру мякиша. Относительная пластичность мякиша при увеличении дозировки гороховой муки ТП снижается от 60 до 10%, а при дозировке гороховой муки СТП увеличивается от 20 до 40%. Аналогичные изменения в структуре мякиша бисквита наблюдаются и при внесении добавок муки из ячменя разного вида помолов.

Согласно требованиям, влажность готового бисквитного полуфабриката должна быть в пределах 22-27%. Он должен быть пышным, мелкопористым, с мягким эластичным мякишем. Окончание процесса выпечки определяют по упругости бисквита – после надавливания пальцем на поверхности бисквита не должно оставаться углублений. Хорошо выпечен-

ный бисквит должен иметь золотисто-желтый цвет с коричневым оттенком. Большая влажность полуфабриката при преждевременной выгрузке из печи может привести к его уплотнению, образованию закала и бледной корочки. Этим требованиям соответствовали образцы бисквита с внесением добавки муки ТП из ячменя в количестве до 10%, а муки СТП до 15% и 15% гороховой муки ТП, 20% муки СТП.

В таблицах 3, 4 представлены пищевые ценности бисквитов, приготовленных из муки пшеничной высшего сорта с внесением муки ТП и СТП ячменя и гороха. Пищевая ценность готовой продукции рассчитана с помощью специальной программы «Анализатор состава рецептуры».

Таблица 3

Химический состав бисквита с внесением ячменной муки разного помола (на 100 г продукта)

| Пищевые вещества | Бисквит из муки высшего сорта | Бисквит из муки высшего сорта с внесением | |
|--------------------|-------------------------------|---|------------------------|
| | | 10 % ячменной муки ТП | 15 % ячменной муки СТП |
| Белки, г | 8,03 | 8,00 | 8,58 |
| Жиры, г | 5,45 | 5,46 | 5,38 |
| Углеводы, г | 46,97 | 47 | 46,28 |
| Пищевые волокна, г | 0,12 | 0,13 | 0,25 |
| Крахмал, г | 14,40 | 16,45 | 14,56 |
| Железо, мг | 1,47 | 1,51 | 1,92 |
| Калий, мг | 91,97 | 93,08 | 102,87 |
| Кальций, мг | 33,62 | 34,06 | 36,10 |
| Магний, мг | 8,96 | 9,49 | 13,47 |
| Натрий, мг | 63,83 | 63,99 | 65,09 |
| Фосфор, мг | 110,16 | 118,28 | 123,89 |
| Витамин В6, мкг | 0,22 | 0,28 | 0,34 |
| Витамин РР, мг | 0,35 | 0,38 | 0,42 |
| Калорийность, ккал | 257,38 | 259,23 | 236,01 |

Таблица 4

Химический состав бисквита с внесением гороховой муки разного помола (на 100 г продукта)

| Пищевые вещества | Бисквит из муки высшего сорта | Бисквит из муки высшего сорта с внесением | |
|--------------------|-------------------------------|---|-------------------------|
| | | 15 % гороховой муки ТП | 20 % гороховой муки СТП |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Белки, г | 8,03 | 8,21 | 8,58 |
| Жиры, г | 5,45 | 5,45 | 5,38 |
| Углеводы, г | 46,97 | 47 | 46,28 |
| Пищевые волокна, г | 0,12 | 0,21 | 0,35 |
| Крахмал, г | 14,40 | 15,45 | 13,58 |
| Железо, мг | 1,47 | 1,50 | 1,83 |
| Калий, мг | 91,97 | 93,78 | 124,95 |

Продолжение табл. 4

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------------------|--------|--------|--------|
| Кальций, мг | 33,62 | 41,27 | 47,89 |
| Магний, мг | 8,96 | 10,08 | 12,96 |
| Натрий, мг | 63,83 | 64,57 | 66,74 |
| Фосфор, мг | 110,16 | 115,56 | 120,83 |
| Витамин В6, мкг | 9,6 | 10,02 | 10,11 |
| Витамин РР, мг | 0,35 | 0,48 | 0,54 |
| Калорийность, ккал | 257,38 | 258,23 | 247,07 |

Как видно из данных таблиц 3 и 4 замена муки высшего сорта мукой СТП из ячменя и гороха заметно повышает пищевую ценность бисквита, при увеличении содержания витаминов, макро- и микроэлементов и в значительной степени пищевых волокон.

На основании проведенных исследований выявлены закономерности изменений структурно-механических свойств бисквитного теста в зависимости от массовой доли вносимых продуктов переработки целого ячменя и гороха – муки сверхтонкого помола по методу нанотехнологии, качество выпеченных бисквитов. Повышение пищевой ценности бисквита по содержанию белка, минеральных веществ, витаминов, пищевых волокон осуществлен путем внесения добавок муки сверхтонкого помола цельных зерен ячменя, гороха взамен пшеничной хлебопекарной, что позволит не только расширить ассортимент мучных кондитерских изделий, но и придать изделиям статус продуктов питания функционального назначения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доценко, В.А. Диетическое питание [Текст]: справочник / В.А. Доценко, Е.В. Литвинова, Ю.Н. Зубцов. – СПб.: Нева; М.: Олма-Пресс, 2002. – 352 с.
2. Кочеткова, А.А. Функциональные пищевые продукты [Текст]: некоторые технологические подробности в общем вопросе / А.А. Кочеткова, В.И. Тужилкин // Пищевая промышленность. – 2003. – № 5. – С. 8-10.
3. Иоргачева, Е. Влияние мучных композитных смесей на показатели качества бисквитных полуфабрикатов [Текст] / Е. Иоргачева, О. Макарова, Е. Котузаки, Н. Кожокар // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2010. – № 3. – С. 17-21.
4. Нилова, Л.П. Товароведение и экспертиза зерномучных товаров [Текст]: учебник. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 416 с.

Материал поступил в редакцию 28.06.13.

N.A. Gorbатовskaya, M. Kassymova, Ye. Ivanova

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

**EFFECT OF FLOUR SUPERFINE GRINDING CEREALS AND LEGUMES
QUALITY BISCUIT DOUGH AND FINISHED PRODUCTS**

The influence of flour additives superfine grinding barley, pea-tion obtained by the method of nanotechnology, the quality of biscuit dough and finished products compared with additions of flour of barley and peas obtained by traditional technology.

The changes in the quantitative and qualitative indicators of gluten - guilt, sensory, structural, mechanical, physical and chemical properties of the test and finished biscuit, determined the nutritional value of products in making different kinds of flour additives grind grain (barley, peas). Set advantage flour additives in the production of superfine grinding biscuits on their quality and nutritional value.

Keywords: functional foods, biscuit dough, superfine grinding, peas, barley, flour, nutritional value.

УДК 664

А.А. Горбатовский¹, А.Г. Шлейкин²

¹Канд. техн. наук

Университет г. Додомы, Танзания

²Д-р мед. наук, проф.

Национальный исследовательский университет ИТМО, г. Санкт-Петербург, РФ

ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩЕЙ ПИЩЕВОЙ ДОБАВКИ ИЗ ВОДЯНОГО ГИАЦИНТА В УСЛОВИЯХ ВОСТОЧНОЙ АФРИКИ

Проанализированы природные, экономические и экологические условия в восточноафриканском регионе. Проведена предварительная оценка рентабельности производства пищевой целлюлозы из биомассы водяного гиацинта, произрастающего в озере Виктория. Использование целлюлозы в качестве функциональной и технологической пищевой добавки приводит к повышению качественных показателей и снижению себестоимости мясных изделий.

Ключевые слова: водяной гиацинт, целлюлоза, пищевая добавка, озеро Виктория.

Развивающиеся африканские страны сталкиваются с многочисленными проблемами, в том числе, с возрастающим давлением растущего населения на экосистему, безработицей, медленным развитием промышленности и сельского хозяйства. При этом большинство стран Восточной Африки зависят от источников пресной воды, которые являются недостаточно мощными и используются слишком интенсивно, что может вызвать их скорое исчерпание.

Одним из наиболее важных источников питьевой воды в этом регионе является озеро Виктория, окруженное Танзанией, Кенией и Угандой. Площадь озера превышает таковую Аральского и Азовского морей и уступает только Каспийскому морю и Верхнему озеру Великих Американских озер.

Климат в бассейне озера экваториально-тропический, в году случается два сезона дождей, восполняющих убыль воды от испарения и сельскохозяйственного использования. Однако в последние годы из-за интенсивной вырубки тропических лесов и общего изменения климата на планете проливные дожди стали проходить значительно реже, чем раньше. Это приводит к частым засухам, сокращению площадей пастбищ, а также ещё более интенсивному водоотбору для полива сельскохозяйственных растений [1].

Побережье озера перенаселено, и быстрый рост населения оказывает большое давление на экологическое состояние озера. Местное население активно потребляет воду озера Виктория для нужд сельского хозяйства, вырубает леса по всему побережью для строительства, ведёт невозвращаемый вылов рыбы и гидробионтов. На побережье озера располагаются пять крупных городов – Мванза, Букоба (Танзания), Энтеббе, Джинджа (Уганда) и Кисуму (Кения) с общим населением более полутора миллионов жителей. Вокруг озера находится также множество ферм и мелких поселений.

В связи с широким применением сельскохозяйственных удобрений, массовым сливом в воду озера неочищенных канализационных стоков и уменьшения объема воды из-за засух и прочих факторов, в озере происходит нарастание концентрации биогенных макро- и микроэлементов. Это вызывает гипертрофированный рост многих водорослей, наиболее значительными из которых являются водяной гиацинт или эйхорния отличная (*Eichhornia crassipes*).

Цель данной работы заключается в обосновании промышленного применения этого растения с целью увеличения занятости местного населения, снижения распространения водного гиацинта на поверхности озера и развития пищевой и перерабатывающей промышленности стран Восточноафриканского Союза.

Эйхорния отличная, или водяной гиацинт (лат. *Eichhornia crassipes*) – водное растение; вид рода Эйхорния семейства Понтедериевые. Родина – тропические районы Америки. В конце 19 – начале 20 века на побережье озера Виктория появились первые европейские поселенцы-колонисты. Стремясь украсить свой быт, они разводили эти растения в искусственных прудах и водоемах, из которых семена попали в воду озера. Не имея значительных естественных врагов, растения водного гиацинта значительно распространились по озеру, став, в последние десятки лет, серьезной угрозой для экологии озера. Растение имеет плотную, прочную структуру листьев и корней, которые недостаточно потребляются гидробионтами озера, поэтому эйхорния беспрепятственно размножается, являясь помехой для судоходства и рыболовства, засоряет фильтры и трубы угандийской электростанции на водопаде Оуэн. Неконтролируемое распространение водяного гиацинта служит причиной сокращения поголовья рыбы в озере, так как это растение поглощает из воды значительное количество кислорода.

Снижение эффективности традиционного рыболовства, приводят к еще большей безработице местного населения и оказывают серьезное влияние на экономику региона.

В настоящем проекте рассматривается применение растений эйхорнии отличной для нужд перерабатывающей и пищевой промышленности. В качестве основной гипотезы предлагается:

- сбор растений с поверхности озера рыбацкими лодками или легкими катерами с помощью сетей и тралов, что не представляет сложности из-за широкого распространения водного гиацинта и большого числа рыбаков в регионе;

- высушивание собранных растений на открытом воздухе под вентиляторами для быстрого удаления связанной воды из листьев и корней; в связи с высокой температурой воздуха на побережье озера Виктория при искусственной вентиляции процесс займёт 3-4 дня;

- измельчение и переработка высохших растений с целью отделения целлюлозы и очистки ее от водорастворимых полисахаридов, белков, жиров и иных контаминантов;

- размол волокон целлюлозы до требуемой консистенции, упаковка в водонепроницаемые пакеты и использование на пищевых предприятиях в качестве пищевых волокон, вносимых согласно рецептурам в мясные, рыбные, кондитерские и иные изделия в качестве функциональных пищевых добавок.

В настоящее время пищевые волокна, получаемые из целлюлозы сельскохозяйственных растений, находят широкое применение в пищевой промышленности ряда европейских стран [2]. Использование таких волокон преследует несколько целей: во-первых, снизить калорийность производимых пищевых продуктов; во-вторых, оптимизировать технологические процессы, что приводит к повышению рентабельности пищевого производства; в-третьих, позволяет утилизировать большое количество отходов от сельскохозяйственного производства, образующихся при переработке пшеницы, овса, риса, кукурузы и др., которые, в противном случае, приходится сжигать.

Добавление растительных волокон в мясные и рыбные продукты улучшает связывание жира и воды в продукте, корректирует солевой привкус, снижает вероятность бульонно-жировых отеков колбасных изделий и снижает себестоимость готовых изделий. Внесение очищенной целлюлозы в кондитерские и хлебобулочные изделия улучшает связуемость отдельных компонентов теста вследствие наличия в целлюлозе развитой трехмерной структуры, а также препятствует развитию синерезиса и расслоению изделий при термической обработке [3, 4].

После того как очищенная целлюлоза из немецкой пшеничной соломы нашла широкое применение на рынке пищевых добавок, достаточно скоро появились предложения аналогов из других видов сырья, производимых в восточных странах (преимущественно в Китае) с развитым сельским хозяйством. При этом используются не только отходы пшеницы, но также и проса, гречихи, овса, риса. Поскольку состав целлюлозы из разных источников практически идентичен, то применение волокон из разных источников является взаимозаменяемым.

В нашем эксперименте было собрано 20 кг растений эйхорнии, которые были очищены от загрязнений, нарезаны на мелкие куски и высушены на солнце. Сушка без искусственной вентиляции заняла 5 дней, при этом масса растений уменьшилась на 75 %. После этого высушенные стебли, листья и корни были повторно отсортированы и измельчены на мельнице. Получали однородный порошок зеленоватого цвета из-за присутствия в нём пигментов; в дальнейшем, при промышленном производстве, планируется очистка полученного материала от большей части примесей. Порошкообразную добавку вносили в фаршевый мясной продукт (котлеты), где она показала хорошие результаты по влаго- и жиросвязыванию. При этом цвет опытных образцов готовых мясных и рыбных изделий при внесении волокон из эйхорнии не менялся.

По результатам экспериментов можно сделать следующие выводы о технологических свойствах целлюлозосодержащего препарата из эйхорнии:

- высушенная и очищенная целлюлоза водного гиацинта может служить в качестве пищевой добавки как источник пищевых волокон;
- водосвязывающая способность препарата составляет 8-10 г H₂O/г;
- жиросвязывающая способность – 4-7 г жира/г;
- насыпной вес сухого препарата – 270 ± 20 % г/л;

Проведенные опыты показывают перспективность дальнейших исследований растений водного гиацинта как источника пищевой целлюлозы

для пищевой промышленности. С этой целью требуется изучить возможность отделения примесей и пигментов, а также добиться стабилизации качества готового продукта.

На основании литературных и собственных данных предложение использовать в качестве источника сырья для пищевой целлюлозы листья и корни эйхорнии, не находившие ранее практического применения, представляется достаточно обоснованным. Сбор и переработка данного сырья позволило бы увеличить занятость местного населения, расширить спектр производимой в Африке промышленной продукции, снизить экологическое давление водного гиацинта на экосистему озера Виктория, а также обогатить рацион местного населения за счет применения функциональной пищевой добавки, благотворно влияющей на систему пищеварения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sutcliffe, J. V. & Y. P. Parks, 1999. The Hydrology of the Nile. IAHS Special Publication, 5(3).
2. Trowell, H.C., D.P. Burkitt, 1987. The development of the concept of dietary fibre. *Mol. Aspects Med.*, 9(1): 7.
3. Прянишников, В.В. Пищевые волокна «Витацель» в мясной отрасли [Текст] // *Мясная индустрия*. – 2006. – №9. – С. 43.
4. Рогов, И.А. Биотехнология мяса и мясопродуктов [Текст] / И.А. Рогов, А.И. Жаринов, Л.А. Текутьева, Т.А. Шепель. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 295 с.

Материал поступил в редакцию 26.06.13.

A.A. Gorbatovskiy¹, A.G. Shleikin²

¹*University of Dodoma, Tanzania*

²*National Research University ITMO, Saint-Petersburg, Russia*

PROSPECTS OF CELLULOSE CONTAINED FOOD SUPPLEMENTS PRODUCTION FROM WATER HYACINTH IN EAST AFRICA

There were analyzed the natural, economic and environmental conditions in the East African region. A preliminary assessment of the pulp production profitability from food biomass of water hyacinth growing in Lake Victoria is conducted. Using cellulose as functional and technological food additives increases the quality indicators and reduces the cost of meat products.

Keywords: water hyacinth, cellulose, food additives, Lake Victoria.

УДК 624.013

Р.Д. Джанузакова, Ж.С. Тлеубаева*Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз***ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В
УСИЛЕННЫХ ЭЛЕМЕНТАХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ**

Исследовано применение электромагнитного метода определения напряжений в усиленных элементах металлических конструкции гидротехнических сооружений. Усиление необходимо производить в нужный момент и в нужных местах с целью предотвращения предполагаемых аварий и катастроф. Достоверной информацией об эффективности принятых мер по усилению элементов металлических конструкций гидротехнических сооружений является величина напряжений в усиленных элементах конструкций. Измерение напряжений в элементах металлических конструкций производится различными разрушающими и неразрушающими методами.

Ключевые слова: металлические конструкции, магнитопровод, электромагнитный метод, гидротехнические сооружения.

Известно, что при усилении элементов металлических конструкций гидротехнических сооружений (ГТС) производится предварительные расчеты, устанавливаются размеры поперечного сечения элементов, которые в дальнейшем будут использованы для усиления элементов металлических конструкций. Как бы точно не проектировались усиление элементов металлических конструкций, требуется их проверить каким-либо экспериментальным методом. В связи с рыночной экономикой необходимо производить усиление в нужный момент и в нужных местах, с целью предотвращения предполагаемых аварий и катастроф, а также для экономии государственных средств.

Самой достоверной информацией об эффективности принятых мер по усилению элементов металлических конструкций ГТС является величина напряжений в усиленных элементах конструкций. Измерение напряжений в элементах усиления металлических конструкций могут выявить в некоторых случаях, допущенные недоработки на стадии проектирования и изготовления, а также при эксплуатации. Измерение напряжений в элементах металлических конструкций производится различными разрушающими методами [1, 2], которые дают достоверную информацию о напряженном состоянии элементов металлических конструкций ГТС. Вместе с тем, при исследовании применяются неразрушающие методы, среди них электромагнитные методы измерения напряжений [3, 4].

При оценке эффективности усиления элементов металлических конструкций ГТС электромагнитным методом принимаются следующие допущения:

- изменения магнитных свойств элементов усиления металлических конструкций при выполнении технологических операций по усилению незначительны либо ими можно пренебречь;
- изменение напряженного состояния сравнительно небольшого объема материала, выделяемого из элемента конструкций для установления тарировочной зависимости между напряжением и изменением магнитных свойств материала конструкции не существенны;

- магнитно-упругие свойства материала усиления металлических конструкций сохраняются постоянно.

Измерение напряжений электромагнитным методом при усилении металлических конструкций ГТС 1 можно производить известным преобразователем (рис. 1), состоящим из П-образного стального сердечника 2, имеющего намагничивающие 3 и измерительные 4 обмотки, используя измерительную систему приведенной на рисунке 2 и другими известными электромагнитными преобразователями [5, 6].

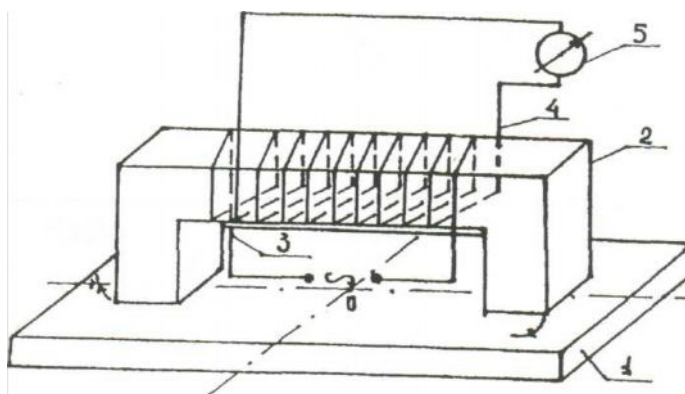


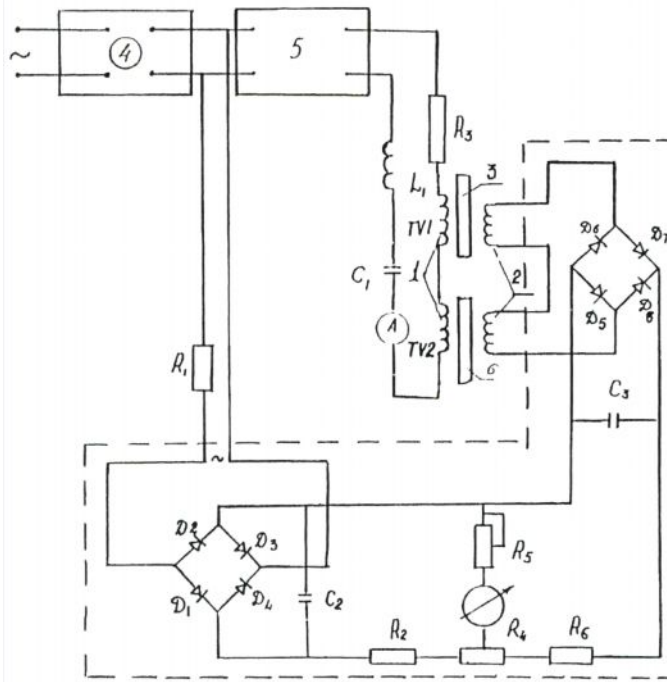
Рис. 1. Схема измерительной системы

Для измерения механических напряжений нами использовались магнитопроводы, источники питания и измерительная часть 5 системы. В эксперименте использовалась мостовая схема с компенсацией напряжения по постоянному току (рис. 2). Мост образован трансформаторами TV1 и TV2. Для уменьшения влияния гармонических составляющих питающего напряжения в цепь включался фильтр $L_1 - C_1$. Основным узлом измерительной системы являются магнитопроводы TV1 и TV2. Выбор размеров преобразователей зависят от размеров усиливаемых конструкций, а также поставленной задачи.

Для тарировочного испытания использовались тарировочные балки, которые загружаются весовыми гирями. В качестве преобразователей использованы П-образные магнитопроводы, которые имеют намагничивающую и измерительную обмотки, длина магнитопровода 25 мм, ширина 5 мм. Результаты тарировочного испытания приведены на рисунке 3.

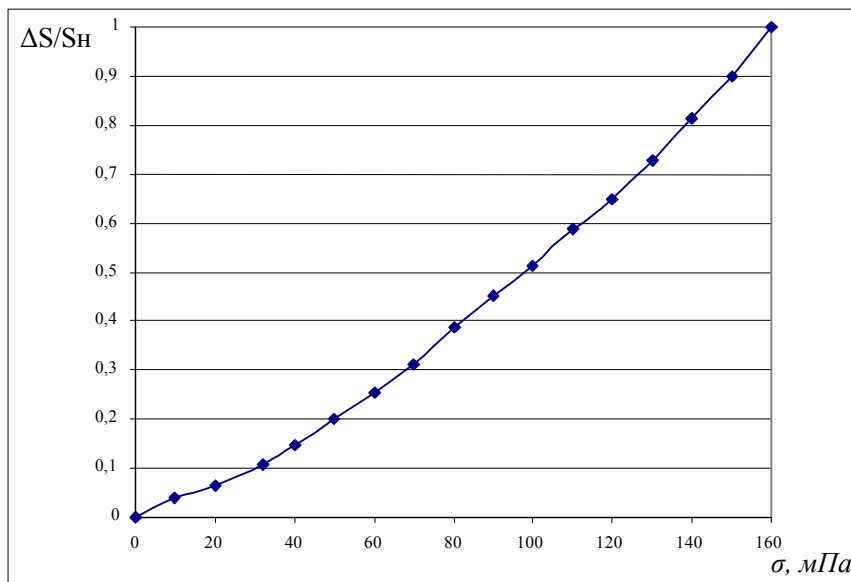
Экспериментальные исследования проведены на тарировочных балках после усиления. Для усиления балок использовались, листовая сталь, вырезанная по размеру тарировочной балки толщиной 2 мм. Результаты измерения напряжений приведены на рисунке 4.

Для определения напряжений первоначально сняли круговую диаграмму на незагруженном образце, после усиления тарировочной балки и после её загрузки сняли круговую диаграмму с помощью магнитопровода и измерительной системы. Вольтамперная характеристика первого тарировочного испытания и испытания после загрузки оставались постоянными. Сравнивая площади круговых диаграмм изменения магнитных характеристик испытуемого элемента установили величину относительного изменения площадей, которая была равна $\Delta S/S_n = 0,185$. По тарировочной кривой проводим горизонтальную линию параллельную к оси абсцисс до пересечения с тарировочной кривой, а затем опускаем перпендикуляр к оси абсцисс.



1 – намагничивающие обмотки преобразователей; 2 – измерительные обмотки преобразователей; 3 – испытуемый образец; 4 – стабилизатор напряжений; 5 – регулятор напряжений; 6 – эталонный образец

Рис. 2. Принципиальная электрическая схема измерительной системы



Ось абсцисс – напряжения, МПа; ось ординат – относительное изменение площади магнитных свойств

Рис. 3. Тарировочная кривая для определения напряжений в элементах металлических конструкций

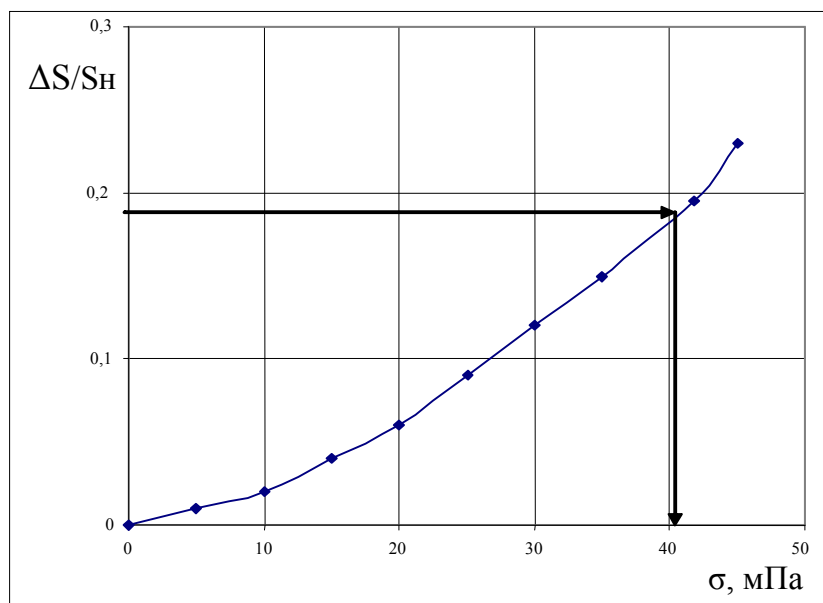


Рис. 4. Определения напряжений в элементах металлических конструкций по тарировочной кривой

Результаты эксперимента показали, что напряжение в усиленной балке была равна 40,75 мПа. Теоретическое значение напряжений была равна 41,8 мПа. Абсолютная погрешность – 1,05 мПа, относительная погрешность составляет – 2,51%. Таким образом, полученное значение напряжений в усиленных элементах металлических конструкциях показывают высокую точность измерительной системы. Отклонение объясняется погрешностью, как измерительной системы, так и в процессах вычисления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Одинг, И.А. Остаточные напряжения и усталости стали, закаленных т.в.ч. [Текст] / И.А. Одинг // Вестн. машиностроения. – 1943. – №5. – С.23–27.
2. Соболев, С. Накладные и экранные датчики [Текст] / С. Соболев, Р.М. Шкарлет. – Новосибирск: Наука: Сиб. отд., 1967. – 236 с.
3. Karman, Gh. Untersuchungen uver Kuchpotigreit Forschugsaz beaten augdem ocichte dez Indeinwessens / Gh.Karman. – Berlin, 1910. – 81 p.
4. Sachs, G. Lunere Spannungen ih Metallenill Metallrunde / G. Sachs. – 1971. – 71. – S.1511.
5. Алимбаев, Б. Методы контроля напряжений в элементах металлических конструкций гидротехнических сооружений [Текст] / Тараз, 2006. – 235 с.
6. Инновационный патент РК №21138. Электрмагнитный способ измерения напряжений в ферромагнитных изделиях [Текст] / Алимбаев Б.А., Манапбаев Б.Ж., Джанузакова Р.Д.; опубл.15.04.09, Бюл. №4.

Материал поступил в редакцию 19.06.13.

R.D. Dzhanuzakova, Zh.S. Tleubayeva*Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan***ELECTROMAGNETIC METHOD FOR STRESS CALCULATION AT STRENGTHENING ELEMENTS OF HYDRAULIC STRUCTURE METAL CONSTRUCTION**

The usage of electromagnetic method for stress calculation at strengthening elements of hydraulic structure metal construction is investigated. It is necessary to execute the strengthening in the fullness of time and in needed places for the purpose to prevent supposed emergency and accidents. Exact information about effectiveness of measures taken on strengthening of hydraulic structure metal construction elements is the intensity of stress at construction strengthening elements. Measurement of stress at metal construction elements is carry out by various destructive and non-destructive methods.

Keywords: metal construction, magnetic circuit, electromagnetic method, hydraulic structure.

ӘОЖ 622.32

А.А. Кабдушев*Магистр, ст. преподаватель**М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қаласы***ДИЛАТАЦИЯЛЫҚ-ТОЛҚЫНДЫ ӘСЕРЛІ ТЕХНОЛОГИЯНЫ МҰНАЙБЕРГІШТІКТІ АРТТЫРУДА КЕШЕНДІ ТҮРДЕ ҚОЛДАНУ**

Мұнай кенорындарындағы қабаттардың мұнайбергiштігін арттырудағы дилатациялық-толқынды әсерлі технологияның тиімділігі қарастырылған. Сонымен бірге, бұл технологияны басқа мұнайбергiштікті арттырудың әдістерімен араластыра отырып кешенді түрде қолдану жолдары зерттелген.

Кілт сөздер: мұнай, дилатация, суландыру, ұңғыма, толқындар, кешенді әдістер, зумф, тұтқырлық.

Жер қойнауының барлану дәрежесі жоғары болғандықтан, қазіргі кезде өндірістік мәні бар жаңа кенорындардың ашылу мүмкіндігі аса үлкен емес, бірақ игерілген нысандардағы мұнайдың қалдық қоры жалпы осы күнге дейін барланған қордың жартысынан асады. Мұндай жағдайда мұнайдың қалдық қорларын жандандырудың жолдары негізінен қалдық мұнайды өндірудің жетілдірілген технологияларын құрумен ұштасады.

Әртүрлі ығыстырушы агенттерді қолдану негізіндегі, мұнайбергiштікті арттырудың кеңінен таралған әдістерінің мүмкіндігі тығырыққа тірелгенде мұнайбергiштікті арттырудың мәселелерін шешуді кешенді аралас әдістерден іздеу қажет.

Аралас әдістердің көбінің негізін суландыру әдісі құрайды. Суландыру әдісіне қосылатын әдістер оның тиімділігін арттырады, бірақ бұл әдістердің әлеуетті мүмкіндіктері әртүрлі факторларға байланысты шектелген (1 кесте) [1].

Кесте 1

Суландыру әдісімен қосыла, кешенді түрде қолданылатын дәстүрлі әдістер

| № p/c | Қабатқа айдалатын агент | Мұнайбергіштіктің жоғарылауы, % | Агентті қолданудағы күштік факторлар |
|----------|----------------------------|------------------------------------|--|
| 1 | Су мен газ | 5...10 | Гравитациялық бөліну және өнімділіктің төмендеуі |
| 2 | Полимер | 5...8 | Су мен қабаттың тұздылығы, өнімділіктің төмендеуі |
| 3 | Сілті | 2...8 | Мұнайдың белсенділігі |
| 4 | Мицелляр ерітінділер | 8...20 | Күрделілік, қабаттың тұздылығы, өнімділіктің төмендеуі |
| 5 | Көміртегінің қос оксиді | 8...15 | Шоғырдың қамтылу дәрежесі төмен, регенерация, коррозия |
| 6 | Бу айдау | 15...35 | Жылу шығыны, тереңдіктің төмендігі, құмның шығуы, техникалық мәселелер |
| 7 | Ауа мен су | 15...30 | Басталу қиындығы, қамтылу төмендігі, экология |

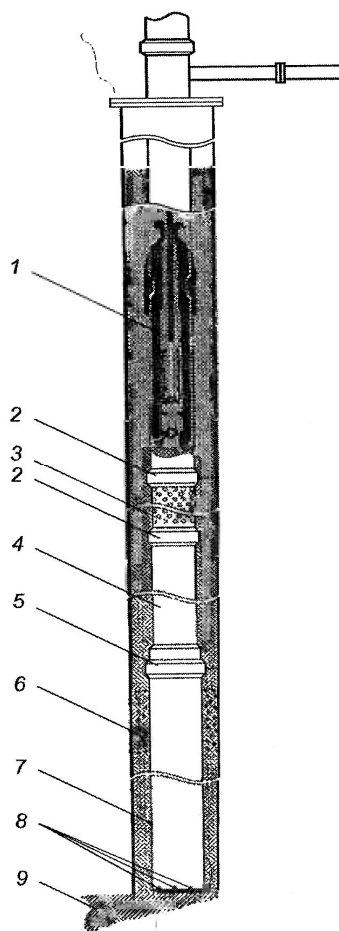
Кестеде көрсетілгендей, ығыстырушы агенттерді қабатқа айдау арқылы мұнайбергіштікті жоғарылату мүмкіндігі өнімділіктің төмендеуімен (1-3 әдістер) немесе ығыстыруда қабаттың қамтылу мөлшерінің төмендеуімен шектеледі.

Осы аталған әдістердің тиімділігін жоғарылату мақсатында жұмысшы агентті айдаудың стандартты емес режимдерін, яғни циклдік суландыру, ағынның бағыттарын ауыстыру арқылы суландыру әдістерін қолданады.

Бұл әдістер қабатқа гидродинамикалық, яғни гидротолқындық әсер береді. Бірақ гидродинамикалық әсердің мүмкіндіктерінің шектелетін жағдайлары бар. Мысалы, сұйықтар мен газдарда тек қана бойлық толқындар ғана болады. Мұндай толқындар фазалардың бөлінген шекарасында қалыпты тербелістер тудырады, ал қалыпты тербелістер байланысқан сұйықтықтардың ығысу тұтқырлығына және беттік керілуіне әсер ете алмайды. Қабаттың қатты фазасындағы, яғни тау жыныстардың қаңқасына динамикалық (толқындық) процесстермен әсер еткенде үлкен мүмкіндіктер ашылады. Өйткені, қатты фазада бойлық толқындардан бөлек көлденең толқындар да болады. Көлденең толқындар сұйық фаза мен қатты фазалардың шекарасында пайда болатын тангенциялдық ығысу тербелістерін тудырады да, байланысқан сұйықтықтарды бұзады немесе кем дегенде, сол сұйықтардың тұтқырлығын төмендетеді.

Қабаттағы тау жынысының қаңқасында тербелістер тудыратын технологиялардың бірі – дилатациялық-толқындық әсерлі технология саналады.

Дилатациялық-толқындық әсер ету технологиясы іс жүзінде шығынсыз, экологиялық тиімді құрылғы, әрі мұнайбергіштікті арттыруға және мұнайды өндіруді қарқындатуға арналған технология. Технологияның мәні ұңғыманың түп маңы аймағында, яғни перфорация аралығындағы тау жынысының тығыздығын босаңсыту, дилатация аймағын құруға негізделген. Бұл технологияда сорап компрессор құбырларының салмағының есебінен құйрықша (хвостовик) арқылы тау жынысына сораптық-компрессорлық құбырларды тіреп, қабаттағы тау жынысында тербелістер тудырады (1 сурет).



1 – ШҰСҚ-ның сорабы; 2 – муфта; 3 – сүзгі; 4 – сүзгімен коса алғандағы құйрықшаның бірінші сатысы; 5 – ауыстырғыш; 6 – перфорация аралығы; 7 – құйрықшаның екінші сатысы; 8 – технологиялық тесіктер; 9 – зумпфтағы тау жынысы

Сурет 1. Қабатқа дилатациялық-толқындық әдіспен әсер етудегі әсер етуші ұңғыманың сұлбасы

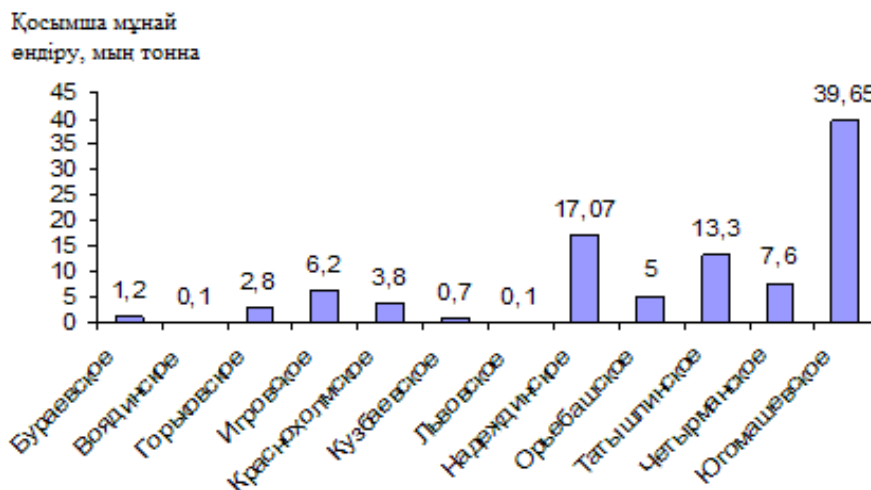
Жалпы бұл технологияны құру және жүзеге асыру жұмыстары 1986 жылы Сібірде басталған, кейін 1990 жылы «Недра» атты ғылыми өндірістік фирмада, ал одан соң 1999 жылы Новосибирск қаласының ОООНПФ «Недра-эстерн» фирмасында Ю.С. Ащепков пен М.Ю. Ащепков атты ғалымдар жалғастырды [2].

Технологияның қосымша мұнай өндіру мөлшері базалық деңгейден алғанда 25-35% құрайды, ал ұңғымалардың сулануын 10-15%-ға төмендетеді [2].

Дилатациялық-толқындық әдіс ең алғаш рет 1993 жылы Болгарияның Долин-Добник кенорнының Е-34 ұңғымасында сынақтан өткізілді және осы кенорында алғаш рет оң нәтижелер алынды [3].

1994-1996 жылдары бұл технология Татарстан республикасында кәсіпшілік сынақтардан өтті. 1998 жылдан бастап дилатациялық-толқындық әсерлі технология Башқұртстан республикасының Менеузов, Сайтов, Юсупов кен орындарында кеңінен қолданыла бастады [3].

Ал енді Югамашев кен орында, яғни «Краснохолмскнефть» мұнай газ өндіру басқармасында 1999-2004 жылдары қолданылып, дилатациялық-толқындық әсерлі технология өзінің тиімділігін көрсетті (2 сурет). Суретте көрсетілгендей бұл технология көптеген кен орындарында қолданылған (12 кенорын) және әрқайсысында өзінің тиімділігін танытты [3].



Сурет 2. «Краснохолмскнефть» мұнай-газ өндіру басқармасының кен орындарында 1999-2004 жылдары дилатациялық-толқындық әсерлі технология қолдану нәтижелері

Аталған кенорындардың ішінде әдістің ең үлкен тиімділігі, яғни қосымша өндірілген мұнай мөлшерінің жоғарғы мәні Югамашев кенорнында байқалған және қосымша өндірілген мұнай мөлшері 39,650 мың тоннаны құрады.

Бірінғай айдау ұңғымалары бар немесе тоқырау режимінде жұмыс істейтін кенорындарда мұнай бергіштікті арттыру әдістерін таңдаудағы басты критерийлері болып ұзақ мерзімді технологиялық тиімділік және технология құнының төмен болуы саналады. Сондықтан, мұндай шарттарға дилатациялық-толқындық әсерлі технологияны ұңғымаға құйылатын су ағынын шектейтін технологиялармен бірге қолдануды ұсынуға болады. Коллектор терригенді болғандықтан толқындық процесстер байланысқан суларды бұзады да сүзілу процесстеріне қолайлы жағдай жасайды, ал қабатта түзілетін гелдер өткізгіштігі жоғары аймақтарды жабады. Нәтижесінде сүзілу аймағы жоғарылайды, яғни сүзілуге берілген аймақтың қамтылу коэффициенті артады да өндірілген өнімнің сулануы азаяды.

Ресей Федерациясындағы Туймазы мұнай кенорны Қазақстандағы мұнай кенорындары сияқты үшінші немесе аяқталу сатысында. Осы Туймазы мұнай кенорнында тәжірибиелік өндірістік көлемде мынадай әдістер енгізіліп, сынақтан өткізілді:

- гидродинамикалық әдістер;
- микробиологиялық (биоПАВ айдау, құрғақ белсенді тұнба айдау);
- физикалық-химиялық әдістер (колпаунд-қоспаларды айдау, цеолит-нефелин, сілтілік-полимерлік жүйелер);
- толқындық-технологиялар (дилатациялық-толқындық (ДВВ), дірілді сейсмикалық, дірілді-толқындық әсер ету технологиясы).

Аталған әдістердің ішінде тиімдісін таңдаудағы өндірілетін қосымша мұнай мөлшері және ол технологияны жүзеге асырудағы шығындар (яғни меншікті тиімділік) сияқты критерийлерге көңіл бөлінді.

Осы критерийлерге толық сәйкес келетіні тек толқындық технологиялар екені анықталды [4].

Толқындық технологиялардың қолданылуының толық сипаттамасын Н.Х. Габдрахмановтың жұмысында көруге болады. Н.Х. Габдрахманов толқындық технологияны қолданудың екі нұсқасын ұсынады:

1) айдау ұңғымалардың қабылдағыштығын қалпына келтіру мақсатында қабаттың түп маңы аймағында тазалауда ЦА-320 агрегатын пайдалана отырып, ұңғыманы вибратор арқылы жуу ұсынылған [4];

2) қабатқа дірілді-сейсмикалық әдіс арқылы қабатқа толқынмен әсер ету технологиясы ұсынылды (РФ патенті, №2171354, 27 шілде 2001 жыл) [5].

Бұл технологияны қолданудың геологиялық шарттарына суландыруды қолдану арқылы мұнай шоғырын игеруді жатқызуға болады. Технологиялық шарттарға ұңғыма окпанының тік болуы және ұңғыманың техникалық дұрыс күйде болуы саналады.

Дилатациялық-толқындық әсер ету технологиясының қолдану аймағы жаңа технологиялардың ашылуына қарай кеңейіп келеді. Бұл технологияны қазіргі кездегі барлық мұнайбергіштікті арттыру әдістерімен бірге кешенді түрде қолдануға болады. Технологияның басты ерекшелігі оның экономикалық және технологиялық тиімділігінде. Сондықтан дилатациялық-толқындық технологияның (циклді суландырумен бірге қолданылатын) кешенді түрлері Қазақстанның тұтқырлығы жоғары (Кенкияқ, Қаламқас) мұнай кенорындарын игеруде қолданылуға ұсынылады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Машаев, А.Е. Эксплуатация нефтегазовых месторождений [Текст] / А.Е. Машаев. – Актобе, 2004. – 306 с.
2. Дыбленко, В.П. Волновые методы воздействия на нефтяные пласты с трудноизвлекаемыми запасами [Текст]: обзор и классификация. – Москва, 2008. – 44 с.
3. Нгуен, Т.З. Физико-химические методы интенсификации добычи нефти из карбонатных коллекторов месторождений в ООО «НГДУ «Краснохолмскнефть» [Текст] / Т.З. Нгуен, Ю.В. Лукьянов, И.И. Абызбаев // VI Конгресс нефтепромышленников России: науч. тр. – Уфа: Реактив, 2005. – С.61-65.
4. Габдрахманов, Н.Х. Управляемое вибросейсмическое воздействие на нефтяные залежи на поздней стадии разработки на примере Туймазинского нефтяного месторождения [Текст] / Н.Х. Габдрахманов, Т.С. Галиуллин, М.Ю. Ащепков, А.И. Кириллов, О.Н. Малец // Нефтепромысловое дело. – 2002. – №10. – С.21-22.
5. Пат. 2171354 Российская Федерация, МПК⁷ Е 21 В 28/00, Е 21 В 43/25. Способ волнового воздействия на продуктивный пласт и устройство для его осуществления [Текст] / Исхаков И.А., Гайнуллин К.Х., Габдрахманов Н.Х., Назмиев И.М., Галиуллин Т.С., Шамсутдинов А.М., Якупов Р.Ф., Малец О.Н., Кириллов А.И., Мингулов Ш.Г., Галимов С.Ф. – №2000121691/03/; Бюл. №21.

Материал редакцияға 24.05.13 түсті

A.A. Kabdushev

*Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan***INTEGRATED USE OF DILATED-WAVE TECHNOLOGY
TO INCREASE OIL RECOVERY**

The effectiveness of technology-dilated wave action to increase the oil fields is examined.

Keywords: oil, dilatation, hydration, well, waves, complex methods, zumf.

УДК 662.6

**Л.П. Кузнецова¹, Б.А. Семенихин²,
А.Н. Семернин³, Н.А. Семернин⁴**

¹Канд. хим. наук, доц. ²Канд. техн. наук, доц.
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, РФ
³Канд. техн. наук, проф. ⁴Магистр, ст. преподаватель
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, РК

**ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА
С ГАЗОБАЛЛОННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ В г. КУРСКЕ**

Несоответствие автотранспортных средств современным экологическим требованиям при постоянном увеличении транспортных потоков приводит к непрерывному возрастанию загрязнения окружающей среды. Уменьшить вредное воздействие автомобильного транспорта на экологию можно за счет использования газообразных топлив. Но в настоящее время не наблюдается увеличения количества автомобилей, работающих на газе. Динамика изменения общего количества автомобилей и количества автомобилей с газобаллонным оборудованием в г. Курске показывает незначительное увеличение доли автомобилей с газобаллонным оборудованием в общем их количестве. Это, в первую очередь, связано с недостаточным количеством газовых заправочных станций и невозможностью установки газобаллонного оборудования на новые автомобили.

Ключевые слова: топливо, газ, газобаллонное оборудование, автомобиль, окружающая среда.

Основным недостатком автомобильного транспорта в настоящее время является загрязнение окружающей среды. Данный недостаток, в значительной мере, связан с применением в качестве топлива бензина и дизельного топлива, при сгорании которых выделяются вредные для человека и окружающей среды вещества – отработавшие газы. Автомобильный транспорт характеризуется следующими особенностями выбросов загрязняющих веществ в атмосферу: малая высота выбросов; нахождение в районах с высокой плотностью населения; многокомпонентность и высокая токсичность; мобильность источника; возможность преобразования компонентов отработавших газов и образование при этом вторичных более токсичных продуктов; зависимость состава выбросов не только от качества топлива и режима работы двигателя, но и от параметров окружающей среды (температуры, давления и т.д.) [1].

Несоответствие автотранспортных средств современным экологическим требованиям при постоянном увеличении транспортных потоков приводит к непрерывному возрастанию загрязнения окружающей среды, особенно в городах и населенных пунктах со стесненной застройкой.

В целях снижения загрязнения окружающей среды автомобильным транспортом выполняются следующие мероприятия: регулярный контроль содержания вредных веществ в отработавших газах автотранспорта, регулировка топливной аппаратуры и двигателей внутреннего сгорания транспортных средств. Но эти мероприятия не позволяют в значительной степени повлиять на количество выбросов загрязняющих веществ.

Уменьшить вредное воздействие на экологию и одновременно расширить сырьевую базу автомобильных топлив можно за счет использования альтернативных более дешевых газообразных топлив. Это осуществляется двумя путями: использованием новых автомобилей, оснащенных газобаллонным оборудованием (ГБО); переоборудованием имеющихся автомобилей для работы на газообразном топливе (установкой ГБО).

На рисунке 1 представлена динамика изменения общего количества автомобилей и автомобилей с установленным ГБО в г. Курске за последние три года. Из рисунка видно, что рост количества автомобилей с ГБО практически совпадает с ростом общего количества автомобилей в г. Курске.

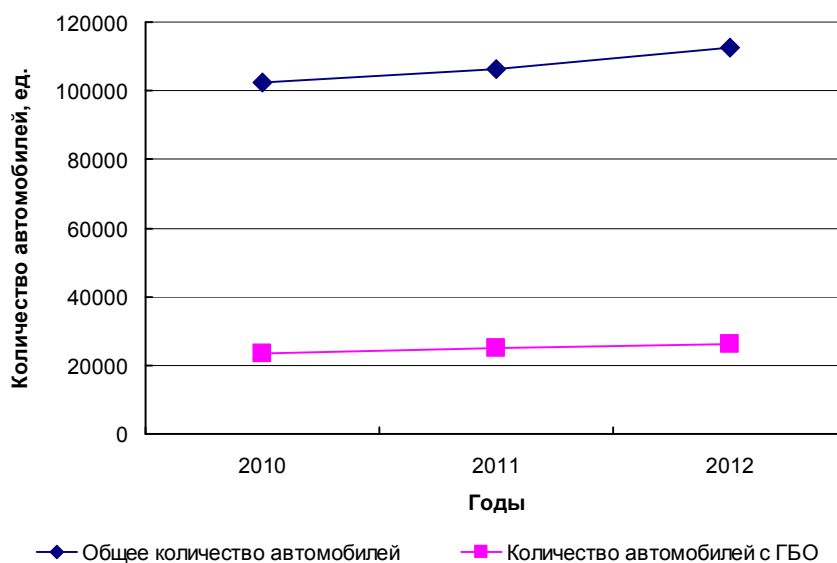


Рис. 1. Динамика изменения количества автомобилей в г. Курске

Если рассмотреть динамику изменения количества автомобилей по видам транспорта, то для легковых автомобилей г. Курска сохраняется тенденция возрастания общего количества автомобилей, в том числе и автомобилей с установленным ГБО (рис. 2).

А вот для грузовых автомобилей и автобусов (рис. 3, 4) хорошо заметна обратная зависимость.

Общее уменьшение количества грузовых автомобилей и автобусов в 2012 году связано с государственной программой утилизации старых транспортных средств, отсюда, соответственно, и уменьшение количества автомобилей с ГБО. Кроме того, уменьшение общего количества автобусов в г. Курске связано с заменой автобусов особо малого класса (типа «ГАЗель»), которые в большинстве

своим работали на газообразном топливе, на автобусы малого, среднего и большого классов.

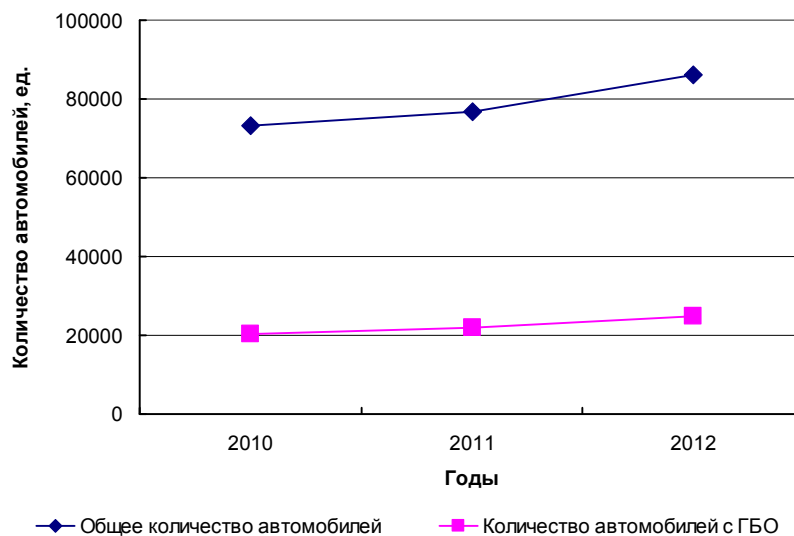


Рис. 2. Динамика изменения количества легковых автомобилей в г. Курске

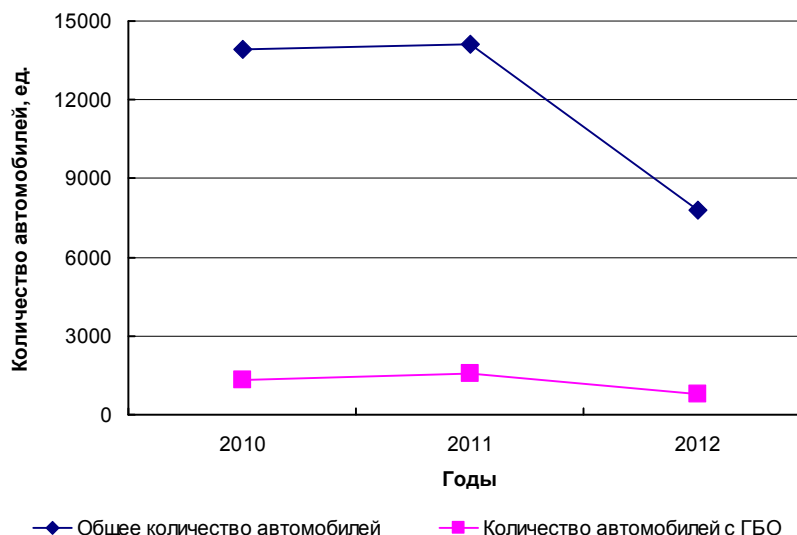


Рис. 3. Динамика изменения количества грузовых автомобилей в г. Курске

Процентное содержание количества автомобилей с установленным ГБО, в общем их количестве за последние три года практически не изменилось и составляет около 23%. То есть необходимо отметить, что в настоящее время не наблюдается активной тенденции перехода автомобилей на экологически и экономически эффективное газообразное топливо. Почему же возникает такая ситуация?

Основная причина – это плохо развитая сеть автомобильных газозаправочных станций. В г. Курске число официально зарегистрированных автозаправочных станций составляет 134, из них 110 специализируются только на жидких нефтяных топливах (бензине и дизельном топливе). Оставшиеся 24 автозапра-

вочные станции специализируются только на заправке автомобилей газом. Строятся 5 совершенно новых автозаправочных станций, которые будут совмещать заправку газообразным и жидким топливом.

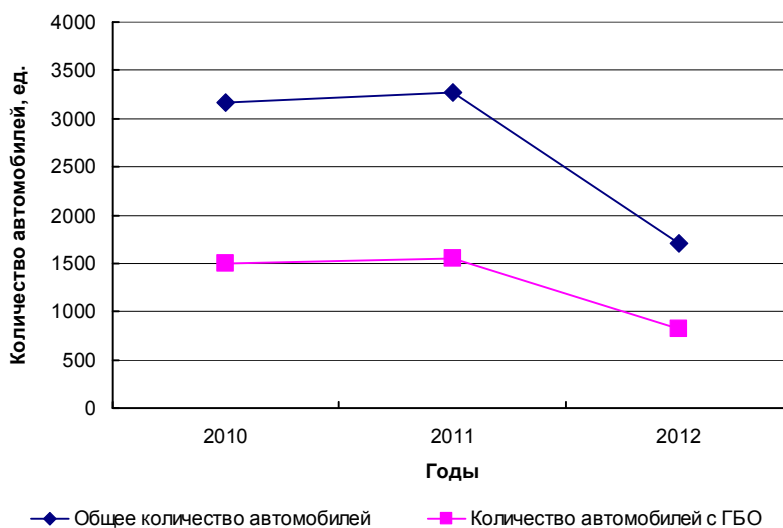


Рис. 4. Динамика изменения количества автобусов в г. Курске

Кроме этого, большинство производителей автомобилей не разрешают установку газобаллонного оборудования на свои автомобили, иначе последние снимаются с гарантии.

Отдельно хотелось бы отметить сложившуюся ситуацию с использованием газообразного топлива на автобусах. Так, в 2012 году в г. Курске доля автобусов с установленным ГБО от их общего количества составила 47%. Это связано с тем, что эксплуатация автобусов, которые являются маршрутным транспортом, характеризуется большими среднесуточными пробегами, поэтому владельцы автобусов устанавливают на них ГБО, чем достигают значительной экономии на топливе.

Постепенный перевод автомобилей с жидкого вида топлива на альтернативное, преимущественно газовое, позволяет наряду с экологическим эффектом получить и экономический.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Емельянов, В.Е. Альтернативные экологически чистые виды топлив для автомобилей: свойства, разновидности, применение [Текст] / В.Е. Емельянов, Н.Ф. Крылов. – М.: Астрель: АСТ, 2004. – 128 с.

Материал поступил в редакцию 06.05.13.

L.P. Kuznetsova¹, B.A. Semenikhin¹,
 N.A. Semernin², A.N. Semernin²

¹South-West State University, Kursk, Russia

²Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

**PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF THE AUTOTRANSPORT
WITH THE GASEOUS FUELS EQUIPMENT IN KURSK**

Discrepancy of vehicles to modern ecological requirements at constant increase in transport streams leads to continuous increase of environmental pollution. It is possible to reduce harmful effects of the motor transport on ecology at the expense of use of gaseous fuels. But now it isn't observed increases in number of the cars working at gas. Dynamics of change of total of cars and number of cars with the gaseous fuels equipment in Kursk shows insignificant increase in a share of cars with the gaseous fuels equipment in their general quantity. It, first of all, is connected with insufficient number of gas stations and impossibility of installation of the gaseous fuels equipment on new cars.

Keywords: gasolin, gas, gas equipment, automobile, environment.

ӘОЖ 631.862

Б.А. Қойайдаров

Техн. ғылымд. канд., доц.

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қаласы

**МҮЙІЗДІ ІРІ ҚАРА ТЕЗЕГІ МЕН ТАУЫҚТЫҢ ҚИЫНАН
ҚҰРАМДАЛҒАН ҚОС КОМПОНЕНТТІ ОРГАНИКАЛЫҚ
МАССАНЫҢ АНАЭРОБТЫ ӨНДЕЛУІН ТӘЖІРИБЕЛІК ЗЕРТТЕУ**

Мүйізді ірі қара тезегі мен тауықтың қиынан құрамдалған қос компонентті органикалық массаның анаэробты өңделуі тәжірибе жүзінде зерттелді. Аталған құрамдалған қос компонентті органикалық массаның биогаз бөлу заңдылықтары және өңделу ұзақтығы анықталды.

Кілт сөздер: биогаз, анаэробты, органикалық, қалдық, масса, реактор, өңдеу, компонент, қондырғы.

Органикалық қалдықтардан дайындалған органикалық массаны арнайы жабық аппаратта анаэробты өңдеу арқылы биогаз және сапасы жоғары органикалық тыңайтқыш өндіріледі [1, 2]. Органикалық массаны анаэробты өңдеуге арналған аппаратты биогаз қондырғысы деп атайды.

Қазіргі кездегі белгілі биогаз қондырғыларын техникалық деңгейіне және жұмысшы көлеміне қарай келесі түрлерге топтайды: тұрмыстық, фермерлік, кіші және үлкен өнеркәсіптік [3, 4].

Тұрмыстық биогаз қондырғылары жеке шағын шаруашылықтарға арналған, жұмысшы көлемі 10 м³ аспайды. Фермерлік биогаз қондырғылары үлкен шаруашылықтарға (шаруа қожалықтарына) арналған, жұмысшы көлемі 100 м³ дейін болады. Кіші өнеркәсіптік биогаз қондырғылары мен үлкен өнеркәсіптік биогаз қондырғыларының жұмысшы көлемдері сәйкесінше 1000 м³ және 10000 м³ дейін жетеді.

Өнеркәсіптік биогаз қондырғыларының техникалық қамтылуы жоғары деңгейде болады және негізінен автоматты режимде жұмыс жасайды.

Қазақстанға ең қажеттісі – тұрмыстық және фермерлік биогаз қондырғылары. Себебі органикалық қалдықтардың негізгі көлемі ауылды жерлерде және шаруа қожалықтарында жиналады. Алайда, бүгінгі күнгі қолданысқа енген биогаз қондырғылары біздің елде жоқтың қасы деп айтуға болады. Жақын және алыс шет елдерде жасалып, ұсынылған фермерлік биогаз қондырғыларының Қазақстанда сұраныс таппауының басты себептері мынадай:

- құрылысы күрделі, пайдалануға икемсіз және құны жоғары;
- шаруашылық қуатыны сәйкес келмейді.

Осыған байланысты отандық жеке және фермерлік шаруашылықтарға арналған тиімді биогаз қондырғыларын құру өзекті мәселенің бірі болып табылады.

Биогаз қондырғыларын тиімді етіп құру үшін түрлі органикалық қалдықтардың, соның ішінде бірінші кезекте, мал тезектерінің анаэробты өңделудегі газ бөлу заңдылықтарын білу керек. Осы мәселе шеңберінде ұсынылған жұмыста мүйізді ірі қара тезегі мен тауық қиынан құрамдалған екі компонентті органикалық массаның анаэробты өңделуін тәжірибелік зерттеудің нәтижесі келтірілді.

Тәжірибелік зерттеу арнайы жасалған лабораториялық биогаз қондырғысында жүргізілді [5].

Органикалық масса лабораториялық қондырғының реакторында ұсынылған әдістеме [6] бойынша дайындалды. Реакторға сулылығы $W_H = 60-65\%$ 3,5 кг тауықтың қиы және 6,5 кг сулылығы $W_H = 80-85\%$ сиырдың жас тезегі салынды.

Органикалық масса дайындау үшін реакторға 26 литр сұйық құйылды, оның 15 литрі өңдеуден шыққан биомассаның сұйығы, ал 11 литрі – таза су.

Реакторға құйылған сұйықтың бастапқы температурасы $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Реактордағы қоспаны араластырғышпен қозғап, бірыңғай массаға келтіріліп, органикалық масса дайындалды.

Дайындалған күрделі құрамды органикалық массаның көлемі реактордың ішіндегі биіктігі бойынша есептеліп табылды.

$$V_B = \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} \cdot H_B = \frac{3,14 \cdot 3,1^2}{4} \cdot 5,1 = 38 \text{ литр,}$$

мұнда: $D_1 = 3,1$ дм – реактордың ішкі диаметрі; $H_1 = 5,1$ дм – реактордағы органикалық массаның биіктігі.

Реакторға салынған органикалық қалдықтың жалпы массасы

$$M_{OT} = M_{OT1} + M_{OT2} = 3,5 + 6,5 = 10 \text{ кг.}$$

Күрделі органикалық массаға кіретін органикалық қалдықтардың үлестік коэффициенттерін анықтаймыз [6]:

$$\begin{aligned} K_{M1} &= \frac{M_{OT1} \cdot (1 - W_{H1})}{M_B \cdot (1 - W_B)}, \\ K_{M2} &= \frac{M_{OT2} \cdot (1 - W_{H2})}{M_B \cdot (1 - W_B)}, \end{aligned} \quad (1)$$

мұнда: $W_{H1} = 0,60$ – тауық қиының сулылығы; $W_B = 0,95$ – органикалық массаның сулылығы; M_B – органикалық массаның массасы, кг.

Дайындалған органикалық массаның массасы келесі формуламен есептеледі [6]:

$$M_B = \sum (M_{OTi} + p \cdot V_{Bi}), \text{ кг} \quad (2)$$

мұнда: V_{Bi} – қарапайым органикалық масса дайындауға құйылатын судың көлемі.

Қарапайым органикалық массаларға кететін судың көлемдерін анықтаймыз [6]:

$$V_{B_1} = \frac{M_{OT1}}{p} \left[\frac{(1 - W_{H_1}) \cdot W_B}{1 - W_B} - W_{H_1} \right] = \frac{3,5}{1000} \left[\frac{(1 - 0,60) \cdot 0,95}{1 - 0,95} - 0,60 \right] = 0,0245 \text{ м}^3;$$

$$V_{B_2} = \frac{M_{OT2}}{p} \left[\frac{(1 - W_{H_2}) \cdot W_B}{1 - W_B} - W_{H_2} \right] = \frac{6,5}{1000} \left[\frac{(1 - 0,80) \cdot 0,95}{1 - 0,95} - 0,80 \right] = 0,0195 \text{ м}^3.$$

Қос компонентті органикалық массаның массасы:

$$M_B = 3,5 + 1000 \cdot 0,0245 + 6,5 + 1000 \cdot 0,0195 = 54 \text{ кг};$$

$$M_B = 54 \text{ кг}.$$

Күрделі органикалық массадағы органикалық қалдықтардың массалық үлестік коэффициенттері:

$$K_{M_1} = \frac{3,5 \cdot (1 - 0,60)}{54 \cdot (1 - 0,95)} = 0,519;$$

$$K_{M_2} = \frac{6,5 \cdot (1 - 0,80)}{54 \cdot (1 - 0,95)} = 0,481.$$

Сонымен дайындалған қос компонентті күрделі органикалық массаның параметрлері келесідей боы:

1) өңдеуге жіберілген көлемі – $V_B = 38$ литр;

2) өңделетін массасы – $M_B = 54$ кг;

3) биомасса сулылығы – $W_B = 95\%$.

Лабораториялық қондырғыда дайындалған күрделі органикалық масса бір камералы әдіспен дискретті және мезофильді режимде анаэробты өңделді.

Органикалық массаның өңделу температурасы $T = 43$ °С. Тәулігіне үш рет: таңертең, түсте және кешке араластырылды.

Тәжірибелік зерттеу реактордан газ шығу тоқтағанша жүргізілді.

Анаэробты өңделу барысында бөлінген биогаз көлемі есептегіш арқылы тұрақты өлшеніп, тәулігіне бір уақытта тіркеліп отырды.

Тәжірибелік зерттеудің нәтижесін жалпылау үшін сараптау бөлінген биогаздың тәуліктік (V_{r_c}) және жалпы (V_r) көлемдерінің үлестік мөлшерлерімен (q_{C_i}, q_i) жүргізілді [5].

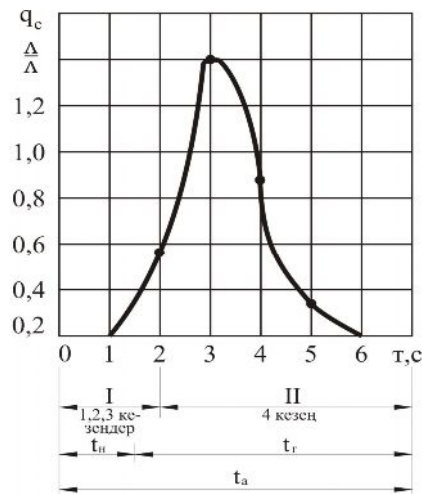
Зерттеу нәтижесі бойынша бөлінген биогаздың есептелген үлестік көлемдері 1-кестеде келтірілген.

Тәжірибелік зерттеудің нәтижесі бойынша қос компонентті органикалық массаның биогаз бөлу заңдылықтарының графиктері тұрғызылды (1, 2 суреттер).

Кесте 1

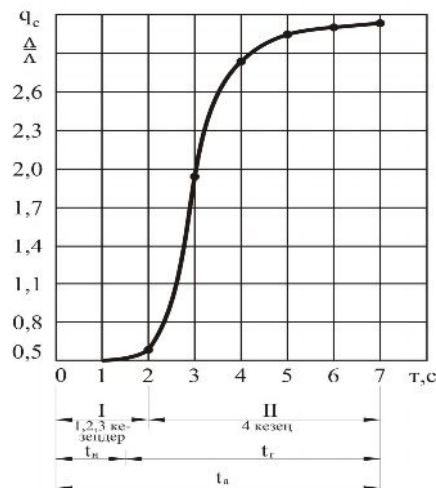
Биогаз бөлу заңдылықтары

| Анаэробты өңделу ұзақтығы t , тәулік | Тәуліктердің реттік нөмірі | | | | | | |
|--|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Бөлінген биогаздың тәуліктік көлемінің үлестік мөлшері q_C , л/л | 0,00 | 0,526 | 1,395 | 0,869 | 0,316 | 0,026 | 0,027 |
| Бөлінген биогаздың жалпы көлемінің үлестік мөлшері q , л/л | 0,00 | 0,526 | 1,921 | 2,790 | 3,105 | 3,132 | 3,158 |



Сурет 1. Мүйізді ірі қара тезегі мен тауық қиынан құралған күрделі құрамды органикалық массаның газ беруінің тәуліктік үлестік көлемі:

$$W_B = 95\%; T=43^{\circ}\text{C}; n_M=3 \text{ рет/тәулігіне}$$



Сурет 2. Мүйізді ірі қара тезегі мен тауық қиынан құралған күрделі құрамды органикалық массаның газ беруінің жалпы көлемінің үлестік шамасы:

$$W_B = 95\%; T=43^{\circ}\text{C}; n_M=3 \text{ рет/тәулігіне}$$

Анықталған газ бөлу заңдылықтарын сараптау арқылы келесідей қорытындылар жасауға болады:

- 1) қарқынды газ бөлу екі тәуліктен кейін басталады.
- 2) газ бөлу процесі екі аймаққа бөлінеді: I – қарқынсыз аймақ; II – қарқынды аймақ;
- 3) I – аймақта анаэробты өңделудің алғашқы үш фазасы жүреді, себебі газ аз бөлінеді;
- 4) II – аймақта анаэробты өңделудің төртінші метандық фазасы жүреді, бұл кезеңде негізінен метан бөлінеді;
- 5) анаэробты өңделу ұзақтығы 7 тәулік.

Зерттеуге дайындалған қос компонентті органикалық массаның бастапқы және тәжірибелік зерттеудің нәтижесі бойынша анықталған анаэробты өңделу параметрлері 2-кестеде келтірілген.

Кесте 2

Анаэробты өңделу параметрлері

| № р/с | Мүйізді ірі қара тезегі мен тауықтың қиынан құралған органикалық массаның анаэробты өңделу параметрлері | Параметр шамасы |
|-------|---|-----------------|
| 1 | Биомассаның сулылығы W_B , % | 95 |
| 2 | Биомассаның температурасы T , C^0 | 43 |
| 3 | Араластырылу жиілігі n_M , рет/тәулік | 3 |
| 4 | Анаэробты өңделу ұзақтығы t_a , тәулік | 7 |
| 5 | Газ бөлінудің басталу ұзақтығы t_n , тәулік | 1,5 |
| 6 | Газ бөлу ұзақтығы t_r , тәулік | 5,5 |
| 7 | Газ берудің орташа тәуліктік үлестік көлемі Δq_C , л/л | 0,574 |
| 8 | Газ берудің қарқынды орташа тәуліктік үлестік көлемі $\Delta q'_C$, л/л | 0,632 |

Биогаз қондырғысын есептеуді газ берудің орташа тәуліктік үлестік көлемімен (Δq_C) жүргізген дұрыс болатындығы анықталды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Баадер, В. Биогаз: теория и практика [Текст]: пер. с нем. / В. Баадер, Е. Доне, М. Брендерфер. – М.: Колос, 1982.
2. Веденев, А.Г. Строительство биогазовых установок [Текст]: краткое руководство / А.Г. Веденев, А.Н. Маслов. – Бишкек: Евро, 2006.
3. Нестеров, Е.Б. Биогазовые установки для крестьянских и фермерских хозяйств [Текст] / Е.Б. Нестеров, В.А. Матвеев, А.Б. Токмолдаев // Вестн. с.-х. науки Казахстана. – 2006. – №2. – С.53-55.
4. Матвеев, В.А. Классификация, стандартизация и унификация биогазовых установок [Текст] / В.А. Матвеев, Е.Б. Нестеров // Вестн. с.-х. науки Казахстана. – 2007. – №4. – С.51-54.
5. Қойайдаров, Б.А. Қой тезегінің биогаз бөлу заңдылықтары [Мәтін] / Б.А. Қойайдаров // Механика және технология процестерін үлгілеу. – 2011. – №2. – С.281-289.
6. Қойайдаров, Б.А. Фермерлік биогаз қондырғыларына органикалық масса дайындау [Мәтін] / Б.А. Қойайдаров // Механика және технология процестерін үлгілеу. – 2011. – №2. – С.141-145.

Материал редакцияға 25.04.13 түсті

В.А. Koiaidarov

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF TWO-COMPONENT ANAEROBIC FERMENTATION ORGANIC MASS FROM MANURE OF CATTLE AND CHICKEN DUNG

Experimentally investigated the process of anaerobic digestion of two-component organic mass from cattle manure and dung chicken. The regularities of the biogas yield and duration of anaerobic treatment are identified.

Keywords: biogas, anaerobic, organic, waste products, reactor, treatment, component, equipment.

ӘОЖ 631.862

Б.А. Қойайдаров¹, А.А. Абильдаев², Н.Д. Абильдаева³

*¹Техн. ғылымд. канд., доц. ^{2,3}Магистр, оқытушы
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қаласы*

ГИДРАВЛИКАЛЫҚ ПРЕССКЕ БІР ОРЫНДЫ ПРЕСС-ҚАЛЫПТАРДЫ ТОПТАУ ӘДІСТЕМЕСІ

Гидравликалық пресске термопласт бөлшектер жасауға топталатын бір орынды пресс-қалыптардың пуансондарының диаметрлерін, цилиндрлерінің қабырғаларының қалыңдықтарын және пресстеу күштерінің центрінің координаттарын есептеу әдістемесі құрылды.

Кілт сөздер: термопласт, бөлшек, пресс-қалып, пуансон, цилиндр, пластикациялау, сығу, топтау, гидравликалық пресс.

Майда термопласт бөлшектерді пресстеп құю гидравликалық прессте немесе құю машиналарында жасалады [1, 2].

Құю машиналарында термопласты пресстеп құю көп орынды пресс-қалыптармен жүргізіледі. Көп орынды пресс-қалыптар бір қабатты және көп қабатты болып бөлінеді. Бір қабатты пресс-қалыпта бөлшектер қалыптталатын қуыстар бір деңгейде орналасады, ал көп қабатты пресс-қалыпта – бірнеше деңгейде. Құю машинасында термопласт материалды мөлшерлеу, пластикациялау және сығып пресс-қалыптың қуыстарына жіберу орталықтандырылған [1].

Құю машиналарының құны жоғары болғандықтан термопласт бөлшекті жасауға өндірістерде көп кездесетін гидравликалық пресстерді пайдалануға болады.

Гидравликалық прессте термопласт бөлшекті тек бір орынды пресс-қалыппен құюға болады. Алайда жұмыс өнімділігін арттыру және прессті тиімді пайдалану үшін бір орынды пресс-қалыптарды топтап пайдалану керек. Ол үшін гидравликалық пресстің мүмкіндігіне бір орынды пресс-қалыпты топтаудың әдістемесі болу керек.

Бір орынды пресс-қалыптарды гидравликалық пресске екі жолмен топтауға болады:

- 1) бір түрлі бөлшекті термопластан пресстеп құюға топтау;
- 2) әртүрлі бөлшектерді термопластан пресстеп құюға топтау.

Бір түрлі бөлшектерді термопластан пресстеп құюға бір орынды пресс-қалыптарды жеңіл топтастыруға болады [3].

Түрлі өлшемдердегі бөлшектерді немесе әртүрлі бөлшектерді термопластан пресстеп құюға бір орынды пресс-қалыптарды топтастыру күрделі, себебі жасалатын бөлшектердің көлемдері мен пресстеу күштері бірдей емес.

Өлшемдері немесе формасы бірдей емес термопласт бөлшектерді гидравликалық прессте пресстеп құюға бір орынды пресс-қалыптарды топтауда келесі талаптарды ескеру қажет:

- барлық пресс-қалыптардың пуансондарының жұмысшы жолы бірдей болады және гидравликалық пресстің штогының жолынан үлкен болмайды;
- пресс-қалыптардың сығу күштерінің қосындысы гидравликалық пресстің күшінен аспайды.

Топталған бір орынды пресс-қалыптардың пуансондары бірдей жұмысшы жол жүру үшін олардың диаметрлері әртүрлі болады. Себебі өлшемдері немесе формасы әртүрлі термопласт бөлшектердің материалды көлемдері бірдей болмайды.

Пресс-қалыптың жұмысшы цилиндрінен жасалатын бөлшекті толықтай қалыптауға жеткілікті болатын пластикацияланған термопласты пуансон сығып шығарады [2]

$$V_p = (1 + \Delta) \cdot V_u + V_n, \quad (1)$$

мұнда: V_p – жұмысшы цилиндрден пуансон сығып шығаратын пластикацияланған термопластың көлемі, см^3 ; V_u – жасалатын бөлшектің материалды көлемі, см^3 ; Δ – термопластың қатқаннан кейінгі көлемінің кішірею шамасы; V_n – құю каналында қалатын пластикацияланған термопластың көлемі, см^3 .

Пуансонның жұмысшы жолында сығып шығарылатын пластикацияланған термопластың көлемі

$$V_p = \frac{\pi d_n^2}{4} \cdot X_n, \text{ см}^3 \quad (2)$$

мұнда: d_n – пуансонның диаметрі, см; X_n – пуансонның жұмысшы жолы, см.

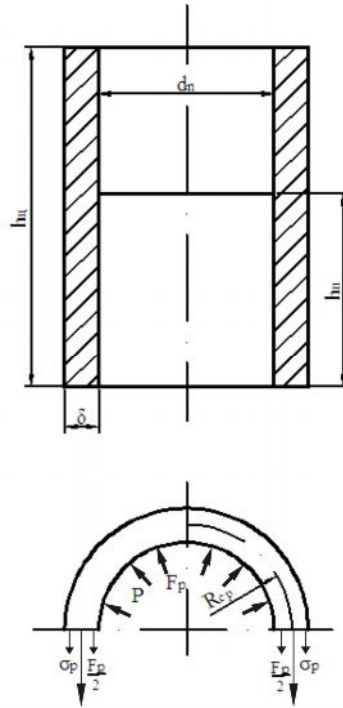
Соңғы (2) формуладан пуансонның диаметрі анықталады

$$d_n = 2 \cdot \sqrt{\frac{V_p}{\pi \cdot X_n}}, \text{ см} \quad (3)$$

Осы теңдеумен барлық топталатын бір орынды пресс-қалыптардың пуансондарының диаметрлері табылады. Сонда топқа кіретін барлық пресс-қалыптардың пуансондары бірдей жұмысшы жол жүреді.

Бір орынды пресс-қалыптың жұмысшы цилиндрі берік, әрі қаттылығы жеткілікті болу керек. Пресстеу қысымының әрекетінен цилиндрдің керіліп кеңеюі шектен асса, жасалатын бөлшектің сапасы нашарлайды (толықтай қалыпталмайды, құрылымы нашарлайды және т.б.).

Жұмысшы цилиндрді беріктікке және қаттылыққа есептеу схемасы 1-суретте келтірілді.



Сурет 1. Жұмысшы цилиндрді есептеу схемасы

Пуансонмен пластикацияланған термопласты сығу кезіндегі жұмысшы цилиндрдің қабырғасының цилиндр бойымен жарылуға беріктік шарты

$$\sigma_p = \frac{F_p}{2 \cdot \delta_u \cdot h_u} \leq [\sigma]_p, \quad (4)$$

мұнда: F_p – сығу қысымынан цилиндрді ішінен керетін күш, Н; δ_u – цилиндр қабырғасының қалыңдығы, мм; h_u – цилиндр биіктігі, мм; σ_p – цилиндр қабырғасындағы керу кернеуі, н/мм²; $[\sigma]_p$ – цилиндр материалының созылуға шекті кернеуі, н/мм².

Пластикацияланған термопласты пуансонмен сығу кезінде цилиндр ішінде туындайтын керу күші

$$F_p = p \cdot d_n \cdot h_n, \text{ Н} \quad (5)$$

мұнда: p – пластикацияланған термопласты сығудың технологиялық қысымы, н/мм²; d_n – пуансонның диаметрі (цилиндрдің ішкі диаметрі), мм; h_n – цилиндр ішіндегі пластикацияланған термопластың орналасу биіктігі, мм [2, 3].

Соңғы (5) және (4) формулаларын пайдаланып, цилиндрдің беріктік шартынан оның қабырғасының қалыңдығын анықтаймыз:

$$\delta_u \geq \frac{p \cdot d_n \cdot h_n}{2 \cdot h_n \cdot [\sigma]_p} \text{ мм.} \quad (6)$$

Пластикацияланған термопластың цилиндр ішіндегі биіктігі [2, 3]

$$h_n = \frac{4(V_p + V_0)}{\pi \cdot d_n^2}, \quad (7)$$

мұнда: V_p – пластикацияланған термопластың цилиндрден сығып шығарылатын көлемі, см³; V_0 – цилиндр ішінде қалатын пластикацияланған термопластың көлемі (пресс қалдық), см³; d_n – пуансон диаметрі, см.

Пуансонмен пластикацияланған термопласты технологиялық қысыммен сыққанда цилиндр керіліп, ішкі диаметрі кеңейеді. Егер бұл деформация шектен шықса, біріншіден, цилиндр мен пуансон аралығындағы саңылау үлкейеді, екіншіден, цилиндр пластикациялық деформация алуы мүмкін. Сондықтан жұмысшы цилиндрдің керіліп кеңею деформациясын шектеу керек.

Цилиндрдің орта шеңбері керу күшінің әрекетінен созылады

$$\Delta \ell = \frac{F \cdot \ell_{cp}}{E \cdot S_k}, \quad (8)$$

мұнда: $\Delta \ell$ – цилиндрдің орта шеңберінің ұзындығының созылу деформациясы, мм; $F = F_p/2$ – цилиндрдің орта шеңберін созатын күш, Н; $\ell_{cp} = 2\pi R_{cp}$ – цилиндрдің орта шеңберінің ұзындығы, мм; E – цилиндр материалының серпімділік модулі, н/мм²; $S_k = \delta_{ц} \cdot h_{ц}$ – цилиндр қабырғасының көлденең қимасының ауданы, мм².

Цилиндрдің орта шеңберінің радиусы

$$R_{cp} = \frac{d_n + \delta_u}{2} \quad (9)$$

(8) формулаға кіретін параметрлерінің формулаларын қойып келесі теңдеуді аламыз:

$$\Delta \ell = \frac{F_p \cdot 2\pi R_{cp}}{2E \cdot \delta_u \cdot h_u} = \frac{p \cdot d_n \cdot h_n \cdot \pi (d_n + \delta_u)}{2E \cdot \delta_u \cdot h_u}, \quad (10)$$

$$\Delta \ell = \frac{p \cdot d_n \cdot h_n \cdot \pi (d_n + \delta_u)}{2E \cdot \delta_u \cdot h_u}.$$

Цилиндрдің орта шеңберінің созылғаннан кейінгі ұзындығы

$$l_g = 2\pi R_{cp} + \Delta \ell. \quad (11)$$

Созылған орта шеңбердің радиусы

$$R_g = \frac{l_g}{2\pi} = \frac{2\pi R_{cp} + \Delta \ell}{2\pi} \quad (12)$$

Цилиндрдің орта шеңберінің радиусының өсу шамасы

$$\Delta R = R_g - R_{cp} = \frac{2\pi R_{cp} + \Delta \ell}{2\pi} - R_{cp} = \frac{\Delta \ell}{2\pi}; \quad (13)$$

$$\Delta R = \frac{\Delta \ell}{2\pi}$$

Соңғы формулаға (10) теңдеуді қойып, цилиндрдің радиусының деформациядан өсу шамасын анықтаймыз:

$$\Delta R = \frac{p \cdot d_n \cdot h_n \cdot \pi (d_n + \delta_u)}{4\pi E \cdot \delta_u \cdot h_u},$$

$$\Delta R = \frac{p \cdot d_n \cdot h_n \cdot (d_n + \delta_u)}{4E \cdot \delta_u \cdot h_u} \quad (14)$$

Цилиндрдің қаттылық шарты

$$\Delta R = \frac{p \cdot d_n \cdot h_n \cdot (d_n + \delta_u)}{4E \cdot \delta_u \cdot h_u} \leq [\Delta R]. \quad (15)$$

Цилиндрдің қаттылық шартынан оның қабырғасының қалыңдығын анықтаймыз

$$\delta_u \geq \frac{p \cdot d_n^2 \cdot h_n}{4E h_u \cdot [\Delta R] - p \cdot d_n \cdot h_n} \text{ мм.} \quad (16)$$

Жобалау кезінде (6) және (16) теңдеулерден анықталған цилиндр қабырғасының қалыңдығының үлкен мәні есепке алынады.

Цилиндрдің радиусының деформациядан өсу шамасын пуансон мен цилиндр диаметрлерінің жасалу дәлдіктеріне берілген кіші саңылауға тең етіп шектеуге болады.

$$[\Delta R] = ES - eS, \text{ мм.} \quad (17)$$

мұнда: ES – цилиндр диаметрінің жоғарғы ауытқуы, мм; eS – пуансон диаметрінің жоғарғы ауытқуы, мм.

Осылай болғанда пуансон мен цилиндр арасындағы саңылау қосылысқа берілген саңылаудан көп ауытқымайды. Сондықтан пуансон жүрісінің орнықтылығы бұзылмайды.

Гидравликалық пресске топталған бір орынды пресс-калыптардың пресстеу күштерінің қосындысы пресс күшінен аспау керек.

$$F_n > F_1 + F_2 + \dots + F_z. \quad (18)$$

мұнда: F_n – гидравликалық пресстің күші, Н; F_1, F_2, \dots, F_z – бір орынды пресс-калыптардың пресстеу күштері, Н.

Гидравликалық прессте термопластан пресстеп құюға болатын шартты бөлшектің ең үлкен көлденең қимасы (пресстеу күшіне перпендикуляр)

$$S_{\max} < \frac{F_n}{p}, \text{ мм}^2. \quad (19)$$

Топталатын барлық бір орынды пресс-қалыптарда жасалатын бөлшектердің көлденең қималарының қосындысы (пресстеу күшіне перпендикуляр)

$$\sum_{i=1}^z S_i \leq S_{\max}, \quad (20)$$

мұнда: z – бір циклде жасалатын бөлшектер саны.

Бір циклде жасалатын термопласт бөлшектердің көлденең қималарының орташа ауданы

$$S_{cp} = \frac{S'_{\max} + S'_{\min}}{2}, \quad (21)$$

мұнда: S'_{\max} – жасалатын ең үлкен термопласт бөлшектің пресстеу күшіне перпендикуляр көлденең қимасының ауданы, мм²; S'_{\min} – жасалатын ең кіші термопласт бөлшектің көлденең қимасының ауданы, мм; S_{cp} – жасалатын термопласт бөлшектердің көлденең қималарының орташа ауданы, мм².

Гидравликалық преске топтауға болатын бір орынды пресс-қалыптардың санын жасалатын термопласт бөлшектердің көлденең қималарының орташа ауданы бойынша жуықтап анықтауға болады

$$z \leq \frac{S_{\max}}{S_{cp}}. \quad (22)$$

Топталған бір орынды пресс-қалыптардың пресстеу күштерінің орташа мәні

$$F_{cp} = \frac{F_{\max} + F_{\min}}{2}, \text{ Н}. \quad (23)$$

мұнда: F_{\max} – жасалатын термопласт бөлшектердің ең үлкенін пресстеп құю күші, Н; F_{\min} – жасалатын термопласт бөлшектердің ең кішісін пресстеп құю күші, Н.

Топталатын бір орынды пресс-қалыптардың санын гидравликалық пресстің күші (F_n) мен термопласт бөлшектерді пресстеп құюдың орташа күші (F_{cp}) бойынша анықтауға болады

$$z \leq \frac{F_n}{F_{cp}}. \quad (24)$$

Гидравликалық пресстің столына топталған бір орынды пресс-қалыптардың пуансондары өздерінің пресстеу күштерімен жұмыс жасау үшін пресстің күші (F_n) пресс-қалыптардың күштерінің (F_1, F_2, \dots, F_z) центріне түсу керек. Ол үшін келесі шарттар орындалу керек [4]:

$$F_n \cdot X_c = F_1 \cdot X_1 + F_2 \cdot X_2 + \dots + F_z \cdot X_z = pS_1X_1 + pS_2X_2 + \dots + pS_zX_z = \\ = p(S_1X_1 + S_2X_2 + \dots + S_zX_z); \quad (25)$$

$$F_n \cdot Y_c = F_1 \cdot Y_1 + F_2 \cdot Y_2 + \dots + F_z \cdot Y_z = pS_1Y_1 + pS_2Y_2 + \dots + pS_zY_z = \\ = p(S_1Y_1 + S_2Y_2 + \dots + S_zY_z); \quad (26)$$

мұнда: X_c, Y_c – пресстің күшінің (F_n) түсу нүктесінің (C) координаттары; $x_1, x_2, \dots, x_z; y_1, y_2, \dots, y_z$ – пресс-калыптардың пресстеу күштерінің F_1, F_2, \dots, F_z) координаттары.

Пресстің топталған пресс-калыптардың пуансондарына түсіретін күші

$$F_n = p \sum_{i=1}^z S_i. \quad (27)$$

Соңғы формуланы ескеріп (25) және (26) теңдеулерден топталған бір орынды пресс-калыптардың күштерінің центрінің координаттарын анықтаймыз:

$$X_c = \frac{S_1X_1 + S_2X_2 + \dots + S_zX_z}{\sum_{i=1}^z S_i}; \quad (28)$$

$$Y_c = \frac{S_1Y_1 + S_2Y_2 + \dots + S_zY_z}{\sum_{i=1}^z S_i} \quad (29)$$

Гидравликалық пресстің штогының центрі күштер центріне $C(X_c, Y_c)$ дәл түсу керек. Сонда топталған пресс-калыптардың пуансондары өз күштерімен жұмыс жасайды.

Ұсынылған әдістеме бір орынды пресс-калыптарды гидравликалық пресске дұрыс топтау арқылы жұмыс өнімділікті және жасалатын бөлшектер сапасын көтеруге, прессті тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Справочник металлиста [Текст] / под. ред. А.Н. Малова. Т. 3. – М.: Машиностроение, 1977. – 748 с.
2. Қойайдаров, Б.А. Термопласт бұйым жасауға пресс-калып жобалау [Мәтін] / Б.А. Қойайдаров, Т.М. Жүнісбеков, Н.Д. Абильдаева, А.А. Абильдаев // Механика және технология процестерін үлгілеу. – 2011. – №1. – С.91-96.
3. Қойайдаров, Б.А. Термопласт бұйым жасауға пресс-калып жобалау [Мәтін] / Б.А. Қойайдаров, Т.М. Жүнісбеков, Н.Д. Абильдаева, А.А. Абильдаев // Механика және технология процестерін үлгілеу. – 2011. – №1. – С.103-106.
4. Бать, М.И. Теоретическая механика в примерах и задачах [Текст]: в 2 т. / М.И. Бать, Г.Ю. Джанелидзе, А.С. Кельзон. – М.: Наука, 1972.

Материал редакцияға 19.04.13 түсті

В.А. Koiyaidarov, А.А. Abildaev, N.D. Abildaeva

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

METHODS OF THE GROUP UNARY PRESSFORM ON HYDRAULIC PRESS

The technique of calculating the diameter of punches, thickness of cylinder walls and the center coordinates of single forces pressing molds for the manufacture of thermoplastic parts in a hydraulic press is developed.

Keywords: thermoplast, parts, pressing molds, punches, cylinder, plastification, press, grouping, hydraulic press.

УДК 544.18:544.3

С.З. Матеева¹, Б.К. Сатылганова², С.М. Қантарбаева³, А.Н. Нурлыбаева⁴

¹Канд. хим. наук, доц. ²Ст. преподаватель

³Магистр, ст. преподаватель ⁴PhD докторант

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ УНИТИОЛА И ИОНАМИ КОБАЛЬТА (III) В ВОДНОМ РАСТВОРЕ

Процесс взаимодействия унитиола с ионами кобальта носит сложный характер в связи с особенностями электронного строения лиганда и металла-комплексобразователя. Поэтому представляется интересным изучить процессы комплексообразования кобальта с унитиолом в водных растворах с целью выяснения состава, прочности образующихся соединений, а также механизма процесса комплексообразования. Также интересно было проследить, каким образом осуществляется координация унитиола при комплексообразовании, а также выяснить донорную активность унитиола.

Ключевые слова: процесс комплексообразования, константа равновесия, интенсивная полоса.

В результате спектрофотометрических исследований систем унитиол – кобальт подобраны оптимальные условия реакций комплексообразования.

Спектры исследуемых систем состоят из двух полос поглощения с максимумами в области 370-440 нм и 490-550 нм. При увеличении содержания унитиола происходят изменение их относительной интенсивности. Первоначально менее интенсивная первая полоса становится более интенсивной, чем вторая [1-4].

Аналогичное влияние на спектральную картину оказывает повышение рН среды при постоянном соотношении концентраций Со(III):унитиол (рис. 1). Можно предположить, что в исследуемых системах протекают процессы последовательного замещения молекул аммиака и этилендиамина на

унитиол, в результате которых образуются продукты с различными спектральными параметрами.

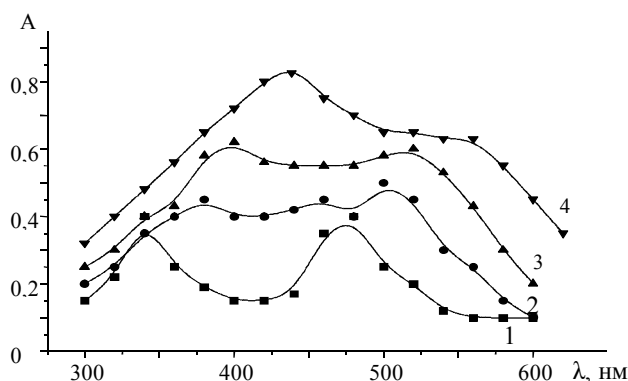


Рис. 1. Электронные спектры поглощения системы $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ унитиол:
1 – исходный комплекс $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$, $C=1 \cdot 10^{-2}$ моль/л; 2 – $\text{Co}(\text{III}) : \text{Un} = 1 : 1$; 3 – $\text{Co}(\text{III}) : \text{Un} = 1 : 2$; 4 – $\text{Co}(\text{III}) : \text{Un} = 1 : 4$

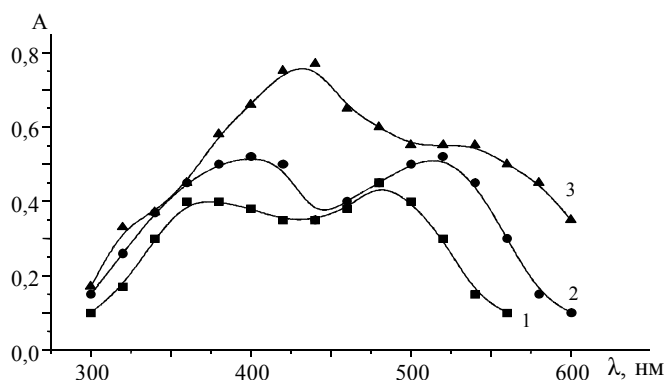
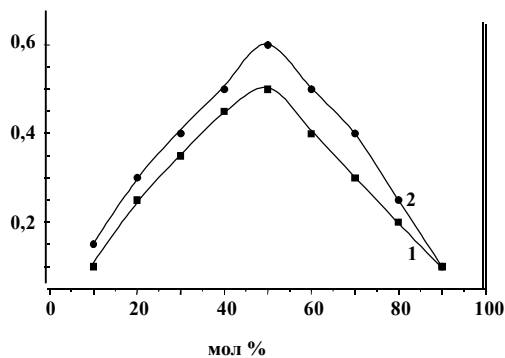
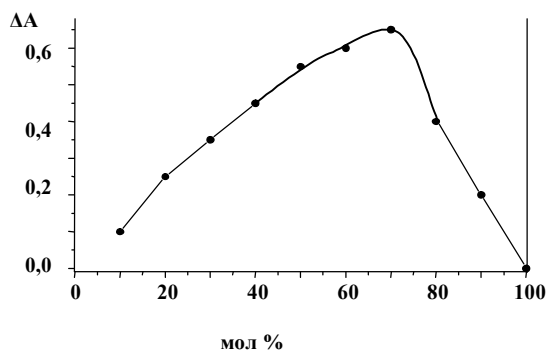


Рис. 2. Электронные спектры поглощения системы $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ - унитиол в зависимости от pH среды:
 $\text{Co}(\text{III}) : \text{Un} = 1 : 2$, $\mu=0,1$, $C_{\text{общ}}=3 \cdot 10^{-4}$ моль/л, 1 - pH=5,0; 2 - pH=8,0; 3 - pH=10,0

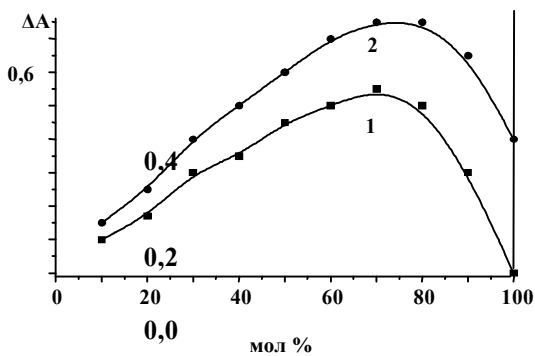
Были исследованы изомолярные серии для системы $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ -унитиол при значениях pH= 5, 8 и 10 при длинах волн, соответствующих максимумам светопоглощения (рис. 2). Построена зависимость величины ΔA , представляющей собой разность между оптической плотностью растворов исследуемой системы и исходной комплексной соли, от состава смеси. Установлено, что при pH=5 при длинах волн 370 и 490 нм максимум оптической плотности на изомолярной диаграмме соответствует составу $\text{Co}(\text{III}) : \text{унитиол} = 1 : 1$. При pH= 8 в системе преобладает соединение состава $\text{Co}(\text{III}) : \text{унитиол} = 1 : 2$, которое характеризуется практически одинаковой величиной оптической плотности при длинах волн 400 и 520, поэтому на диаграмме показана только одна кривая. Наконец, в сильнощелочной области создается достаточно высокая концентрация унитиола для вытеснения всех молекул аммиака и образования соединения состава $\text{Co}(\text{III}) : \text{унитиол} = 1 : 3$. Аналогичные результаты получены для системы $[\text{Co}(\text{en})_3]^{3+}$ - унитиол, что свидетельствует об идентичности протекающих процессов.



а)



б)



в)

Рис. 2. Зависимость оптической плотности от состава изомолярных растворов в системе $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ – унитиол:

а) $\mu=0,1$; $\text{pH}=5,0$; $C_{06}=6 \cdot 10^{-3}$ моль/л; 1 - $\lambda=370$ нм; 2 - $\lambda=490$ нм;

б) $\mu=0,1$; $\text{pH}=8,0$; $C_{06}=3 \cdot 10^{-3}$ моль/л; $\lambda=400$ нм;

в) $\mu=0,1$; $\text{pH}=10$; $C_{06}=1 \cdot 10^{-3}$ моль/л; 1 - $\lambda=420$ нм; 2 - $\lambda=560$ нм

Таким образом, можно предположить, что по мере увеличения соотношения концентрации унитиола и $\text{Co}(\text{III})$ и при повышении pH среды,

также приводящего к увеличению доли диссоциированных по SH-группам форм унитиола, в исследуемых системах протекают процессы ступенчатого замещения лигандов во внутренней сфере. В ходе реакций должны образовываться разнолигандные комплексы. Конечным продуктом замещения может выступать унитиолатный комплекс трехвалентного кобальта состава $\text{Co}(\text{III})$: унитиол = 1: 3.

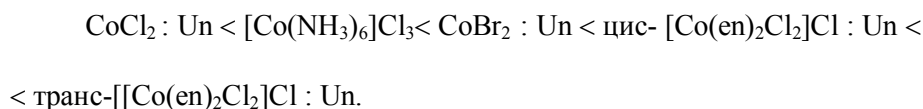
Спектрофотометрический анализ взаимодействия ионов трехвалентного кобальта с унитиолом был бы неполным при отсутствии представлений о некоторых теоретических аспектах природы взаимодействия, для чего необходимо рассмотреть процессы замещения лигандов на унитиол с энергетической точки зрения. Расчет энергий расщепления ионов Co^{3+} проводился по уравнению М. Планка, значения которых приведены в таблице 1 (Δ - энергия расщепления, $\Delta = hcN_a$). Анализ результатов, представленных в таблице 1 показал, что энергия расщепления гексааквоунитиолатного комплекса наименьшая. Вероятно, это обусловлено полярностью молекулы воды, и замещение молекул воды на молекулы унитиола по сравнению с остальными замещаемыми лигандами более облегчено и аквакомплекс более лабилен.

Таблица 1

Энергии расщепления унитиолатных комплексов

| № | Соединение | λ , нм | Δ , Дж/моль $\cdot 10^5$ |
|---|--|----------------|---------------------------------|
| 1 | $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ | 440 | 2,71 |
| 2 | $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_2$ | 510 | 2,48 |

Согласно теории кристаллического поля и принимая во внимание энергию стабилизации кристаллическим полем, замещаемые лиганды располагаются в следующий ряд:



Наиболее высокая энергия расщепления наблюдается у комплекса с транс- $[\text{Co}(\text{en})_2\text{Cl}_2]\text{Cl} : \text{Un}$, в результате чего мы предполагаем, что пространственно замещение унитиолом в молекуле транс-изомера идет наиболее затруднено энергетически. Приведенный ряд по силе лиганда дает возможность прогнозировать условия синтеза координационных соединений унитиола и металлов, а также предполагать возможную пространственную структуру синтезированных веществ. Следует учесть также и теорию транс-влияния Черняева. Имея в виду вышеуказанные факторы, чем больше ЭСКП тем сильнее образуемые связи в молекуле. Таким образом, комплекс транс- $[\text{Co}(\text{en})_2\text{Cl}_2]\text{Cl} : \text{Un}$ должен быть наиболее устойчив.

Итак, на основе методов электронной спектроскопии установлено образование комплексов состава 1:1; 2:3; 1:2. Установлены оптимальные условия реакции комплексообразования солей кобальта с унитиолом. Установлены так же предполагаемые структуры полученных соединений. Итак, в ходе проведенного исследования было выяснено, что при взаимодействии унитиола с солями кобальта идут сложные процессы комплексообразования. Поскольку во всех исходных солях, кобальт

проявляет координационное число шесть, то полученные комплексы и анализ их спектральных характеристик, говорят об октаэдрической или псевдооктаэдрической конфигурации полученных соединений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оспанов, Х.К. Электрохимические исследования унитиола и применение его в анализе минерального сырья [Текст]: дис. ... канд. хим. наук: 02.00.01. – Алма-Ата, 1965. – 150 с.
2. Васильев, В.П. Термодинамические характеристики диссоциации унитиола в водном растворе [Текст] / В.П. Васильев, Р.Н. Утегулов, Л.Н. Раменская, Д.Х. Камысбаев, Х.К. Оспанов // Ж. общей химии. – 1989. – Т. 59, вып.1. – С. 210-215.
3. Bulman, R.A The chemistry of chelating agents in medical sciences [Текст] / R.A.Bulman // J. Structure and Bonding. – 1987. – №2. – P.63.
4. Вольф, Л.А. Применение унитиола (2,3-димеркаптопропансульфоната натрия) в аналитической химии [Текст] / Л.А. Вольф // Ж. ВХО им. Менделеева. – 1960. – Т. 5, № 2. – С. 232-235.

Материал поступил в редакцию 18.05.13.

S.Z. Mateeva, B.K. Satylganova, S.M. Kantarbaeva, A.N.Nurlybaeva

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz

INVESTIGATION RESULTS OF COMPLEX FORMATION OF UNITHIOL AND COBALT (III) INOS IN WATER SOLUTIONS

The interaction of unithiol and cobalt inos has complex character due to the peculiarities of electronic composition of ligand and metal. Therefore in vestigation of complex formation of cobalt and unithiol in water a solution in order to clarity composition, stability of compounds obtained, as well as the mechanism of complex formation, is of great interest. Of was also interesting to watch out the way of coordination of unithiol during complex formation, and to determine the donor activity of unithiol.

Keywords: complexation process, equilibrium constant, intense band.

УДК 544.18:544.3

С.З. Матеева¹, Б.К. Сатылганова², С.М. Қантарбаева³, А.Н. Нурлыбаева⁴¹Канд. хим. наук, доц. ²Ст. преподаватель³Магистр, ст. преподаватель ⁴PhD докторант

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз

ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАЗНОЛИГАНДНЫХ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ КОБАЛЬТА (III)

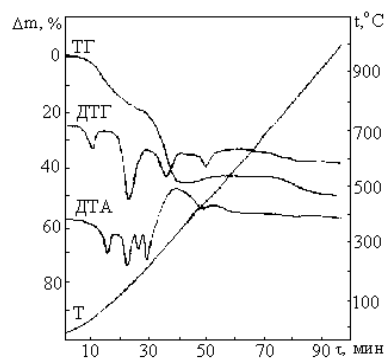
Термический анализ является одним из наиболее распространенных методов исследования координационных соединений. В совокупности с методами химического анализа и ИК спектроскопии термический анализ позволяет получить важную информацию о составе, строении, устойчивости исследуемых соединений. Изучение кинетики и механизма реакций термического превращения комплексных соединений переходных металлов дает возможность оценить реакционную способность не только исходных соединений, но и продуктов реакции, наметить пути синтеза новых веществ, обладающих эффективными свойствами.

Ключевые слова: термолиз, продукты пиролиза, процесс отщепления, молекулы аммиака.

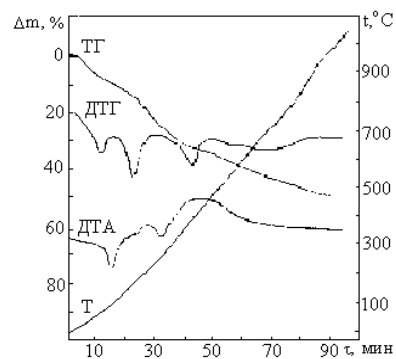
Термическая устойчивость унитиолатных комплексов различных металлов достаточно подробно исследована в работах [1-4]. Показано, что при нагревании данных соединений последовательно проходят процессы дегидратации, деакватации, деструкции органической части. Конечными продуктами в большинстве случаев являются оксиды металлов и сульфат натрия. Получены и проанализированы термограммы всех восьми синтезированных разнолигандных комплексных соединений кобальта (III). Термограммы приведены на рисунке 1. Промежуточные и конечные продукты пиролиза исследовали методами химического анализа и ИК-спектроскопии.

На рассматриваемых термограммах можно наблюдать ряд тепловых эффектов, сопровождающихся изменением массы образца. Первый эндозэффект в интервале температур 80-120 °С, общий для всех исследуемых комплексных соединений, соответствует процессу дегидратации, т.е. отщеплению внешнесферных молекул воды. Потеря массы составляет 4-7%.

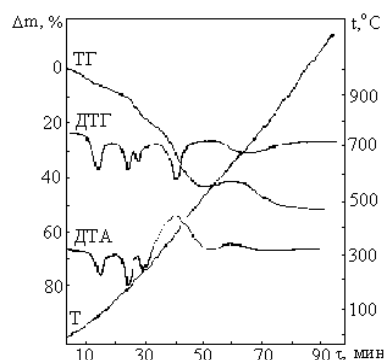
ИК спектры комплексных соединений, выдержанных в течение 1 часа при температуре ~100 °С, демонстрируют отсутствие валентных и деформационных колебаний ОН-групп (табл. 1,2). На основании этих данных сделан вывод о наличии в составе соединений IX, XI, XIII - XV - одной, а в составе соединений X, XII и XVI - двух молекул кристаллизационной воды. Исключение составляет только комплекс XV, в ИК спектре которого после выдержки при 100 °С наблюдается не полное исчезновение, а лишь некоторое упрощение спектра в области колебаний ОН-связей. Нагревание до 100 °С приводит к исчезновению в ИК спектре полос валентных колебаний ν_{OH} при 3430-3445 см⁻¹ и деформационных колебаний δ_{OH} при 1605-1620 см⁻¹. В то же время полосы колебаний ОН-связей при 3315-3335 см⁻¹ и 1625-1645 см⁻¹ остаются без изменений. Это может свидетельствовать о том, что в состав данного соединения, помимо кристаллизационной, входит и внутрисферная координационно-связанная вода, связь которой с кобальтом (III) при данной температуре не разрушается. Процесс отщепления кристаллизационной воды характерен для всех исследуемых комплексов, дальнейшее же их поведение при нагревании значительно отличается друг от друга.



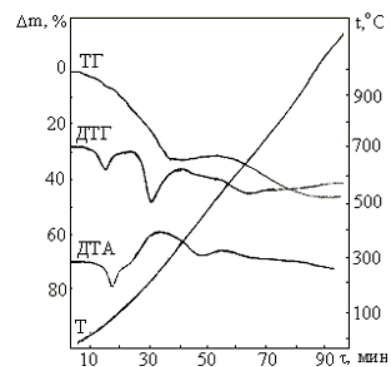
$[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{HUn})]\text{Cl}\cdot\text{H}_2\text{O}$



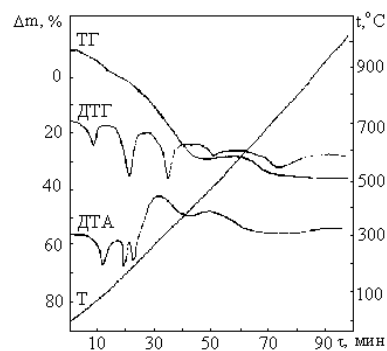
$[\text{Co}(\text{en})_2(\text{HUn})]\text{Cl}\cdot\text{H}_2\text{O}$



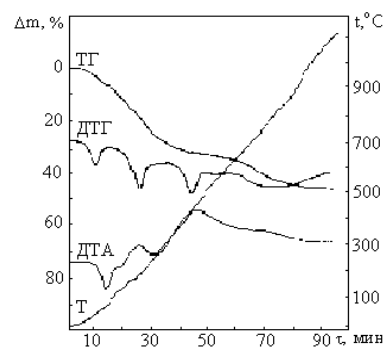
$[\text{Co}(\text{NH}_3)_3(\text{HUn})(\text{H}_2\text{O})]\text{ClO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$



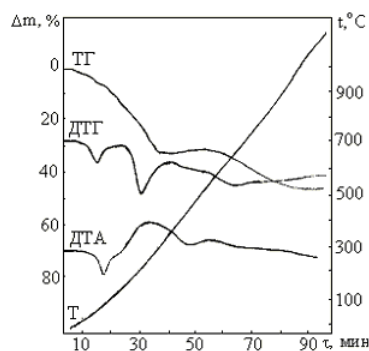
$\text{Na}_3[\text{Co}(\text{HUn})_3]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$



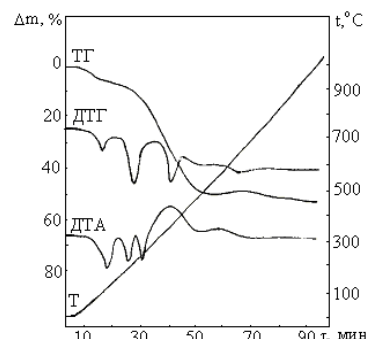
$\text{Na}[\text{Co}(\text{NH}_3)_2(\text{HUn})_2]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$



$\text{Na}[\text{Co}(\text{en})(\text{HUn})_2]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$



$\text{Na}_3[\text{Co}(\text{HUn})_3]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$



$[\text{Co}(\text{NH}_3)_3(\text{HUn})\text{Br}]\cdot\text{H}_2\text{O}$

Рис. 1. Дериватограммы РЛК Со (III)

Сначала изучены термограммы соединений IX, X, XIII-XV, содержащие во внутренней сфере молекулы аммиака. На термограммах данных комплексов в интервале температур 120-230°C можно наблюдать ряд эндотермических процессов с экстремумами на кривых ДТА и ДТГ и точками перегиба на кривой ТГ. Суммарная убыль массы образцов соответствует 13-19 %. Очевидно, данные процессы представляют собой реакции ступенчатого отщепления молекул аммиака. На термограмме соединения I можно выделить три эндоэффекта с температурами максимумов 160, 190 и 220 °C. В ходе данных процессов происходит отщепление трех молекул аммиака, что подтверждается теоретическим расчетом изменения массы образца.

В ИК спектре продукта пиролиза, выдержанного в течение 1 часа при 220°C, отсутствуют полосы валентных и деформационных колебаний координационных NH- групп. В то же время полосы в ИК спектре, соответствующие координированному унитиолу, практически остаются неизменными (табл. 1).

Таблица 1

Отнесение в колебательных спектрах (см⁻¹) продуктов пиролиза комплексов полос поглощения (см⁻¹) в [Co(NH₃)₄(HUn)]Cl·H₂O

| [Co(NH ₃) ₄ (HUn)]Cl·H ₂ O | Отнесение | | |
|--|--------------|--------|----------------------------|
| | 250 °C | 450 °C | |
| 3420 3395 | - | - | ν_{OH} |
| 3280 3255 | - | - | $\nu_{as}(NH)$ |
| 3180 | - | - | $\nu_S(NH)$ |
| 2960 | 2960 | - | $\nu_{as}(CH)$ |
| 2910 | 2910 | - | $\nu_S(CH)$ |
| 1650 1635 1620 | - | - | δ_{OH}, δ_{NH} |
| 1470 1435 | 1470 1435 | - | δ_{CH} |
| 1260 1180 | 1260 1180 | - | $\nu_{as} SO_3$ |
| 1032 | 1035 | - | $\nu_S SO_3$ |
| - | - | 1175 | $\nu_{as} SO_4$ |
| - | - | 985 | $\nu_S SO_4$ |
| 770 | 770 | - | $\nu_{as} CS$ |
| 657 | 657 | - | $\nu_S CS$ |
| - | - | 610 | δSO_4 |
| 580 560 | 580 560 | - | δSO_3 |
| 480 | - | - | ν_{CO-N} |
| 335 | 335 | 335 | ν_{CO-S} |

Полученный твердый остаток практически полностью растворим в воде. В растворе обнаружены ионы NH₄⁺, Cl⁻ и Co²⁺, после разрушения комплекса концентрированными кислотами раствор дает характерное для унитиола окрашивание с нитропруссидом натрия [5]. Авторы, исследовавшие термолиз [6] комплексов Co (III), указывают на то, что продуктами их

термического разложения являются CoX_2 , NH_4X , NH_3 и N_2 (где X-внешнесферные анионы).

Очевидно, продуктами разложения при 220°C являются NH_4Cl и унитиолатный комплекс кобальта $[\text{Co}(\text{HUn})_3]^{3+}$, т.е. связь кобальта с унитиолом при нагревании до указанной температуры не нарушается.

На термограмме соединения II можно выделить только два эндозффекта с температурами максимумов 150 и 185°C . Убыль массы на данном участке кривой ТГ составляет $\sim 7\%$ и соответствует отщеплению двух молекул аммиака. Продукт пиролиза, полученный изотермическим нагреванием в течении одного часа при 200°C , представляет собой унитиолатный комплекс кобальта $\text{Na}[\text{Co}(\text{HUn})_2]$ коричневого цвета, легко растворимый в воде.

Этот вывод подтверждается и данными ИК спектроскопического анализа, результаты которого указывают на отсутствие координационных молекул аммиака и сохранение координационно связанного унитиола.

На термограммах соединений XIII и XIV также можно наблюдать два эндозффекта в интервале температур 120 - 210°C , сопровождающиеся уменьшением массы образца на 9 - 10% и соответствующие отщеплению двух молекул аммиака. Связь третьей координированной молекулы аммиака с кобальтом при данной температуре также нарушается и образуются соли NH_4Cl и NH_4Br , соответственно, наличие которых в твердом остатке подтверждено данными химического анализа. Предполагается, что во внутреннюю сферу соединения 15 входит координационно связанная молекула воды. Очевидно, ее удаление происходит совместно с одной молекулой аммиака. Потеря массы на данном участке составляет 8% , что совпадает с теоретическими расчетами. ИК спектр продукта пиролиза, выдержанного в течении 1 часа при 160°C , демонстрирует отсутствие полос поглощения в области колебаний ОН-связей и сохранение валентных и деформационных колебаний координированных NH-групп, но с уменьшением их интенсивности. Эндотермический процесс при 200°C приводит к отщеплению второй молекулы аммиака, образованию перхлората аммония NH_4ClO_4 и унитиолатного комплекса кобальта. Присутствие указанных соединений в продукте пиролиза подтверждено результатами химического анализа на ионы NH_4^+ , ClO_4^- , Co^{2+} и унитиол.

Продуктами пиролиза смешаннолигандных комплексных соединений Co (III), содержащих во внутренней сфере молекулы унитиола и аммиака, при 220°C являются однородные унитиолатные комплексы кобальта и соли NH_4X (X= Cl, Br, ClO_4). Дальнейшее нагревание этих соединений сопровождается интенсивным экзотермическим процессом в интервале температур 250 - 340°C , соответствующим выгоранию органической части молекул унитиола. В этом же температурном интервале, по данным авторов [227], происходит экзотермическое восстановление центрального иона до Co (II), сопровождающееся окислительно-восстановительной деструкцией комплекса, связанной с переносом электронов от атома координированного лиганда, в данном случае серы унитиола. Одновременно происходит возгонка солей аммиака NH_4Cl , NH_4Br и NH_4ClO_4 , которые конденсируются на холодном конце реактора и могут быть собраны и дополнительно проанализированы. На данном участке происходит существенное уменьшение массы образца на 20 - 25% . В ИК спектрах продуктов пиролиза можно наблюдать слабые полосы при 1180 - 1300cm^{-1} ($\nu_{\text{as}}\text{SO}_3$), сильную полосу при 1050cm^{-1} ($\nu_{\text{s}}\text{SO}_3$) и полосу средней интенсивности при 530cm^{-1} (δ_{SO_3}), а также полосу валентных колебаний $\nu_{\text{Co-S}}$ при 320cm^{-1} .

Связь Co-S при данной температуре не нарушается и, очевидно, образуются соединения CoSO_3 (для комплексов IX, XIII-XV) и Na_2SO_3 (для комплекса X) (табл. 2).

Таблица 2

Отнесение полос поглощения (см^{-1}) в колебательных спектрах продуктов пиролиза комплекса $[\text{Co}(\text{en})_2(\text{HUn})]\text{Cl}\cdot\text{H}_2\text{O}$

| [Co(en) ₂ (HUn)]Cl·H ₂ O | Отнесение | | |
|--|--------------|--------|--|
| | 280 °C | 450 °C | |
| 1 | 3 | 4 | 5 |
| 3445 3420 | - | - | ν_{OH} |
| 3310 3250 | 3325 3270 | - | $\nu_{\text{as}}(\text{NH})$ |
| 3130 | 3180 | - | $\nu_{\text{S}}(\text{NH})$ |
| 2970 | 2970 | - | $\nu_{\text{as}}(\text{CH})$ |
| 2900 | 2900 | - | $\nu_{\text{S}}(\text{CH})$ |
| 1650 1636 1615 | 1595 | - | $\delta_{\text{OH}}, \delta_{\text{NH}}$ |
| 1 | 3 | 4 | 5 |
| 1475 1420 | 1475 1420 | - | δ_{CH} |
| 1270 1190 | 1270 1190 | - | $\nu_{\text{as}} \text{SO}_3$ |
| 1028 | 1030 | - | $\nu_{\text{S}} \text{SO}_3$ |
| - | - | 1170 | $\nu_{\text{as}} \text{SO}_4$ |
| - | - | 990 | $\nu_{\text{S}} \text{SO}_4$ |
| 775 | 775 | - | $\nu_{\text{as}} \text{CS}$ |
| 663 | 663 | - | $\nu_{\text{S}} \text{CS}$ |
| - | - | 608 | δSO_4 |
| 470 | 470 | - | δSO_3 |
| 330 | 330 | 330 | $\nu_{\text{Co-N}}$ |
| | | | $\nu_{\text{Co-S}}$ |

Следующий небольшой экзотермический эффект в интервале температур 380-420 °C приводит к некоторому увеличению массы образца ($\Delta m \sim 2-3\%$). В ИК спектрах продуктов пиролиза, выдержанных при температуре 420 °C, наблюдается ряд полос при 610, 985 и 1160-1175 см^{-1} , соответствующих по литературным данным колебаниям аниона SO_4^{2-} .

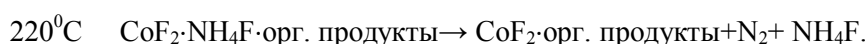
Конечными продуктами пиролиза являются оксид Co_3O_4 , сульфат кобальта (II) (для соединений IX, XIII-XV), выделяющийся в отдельную фазу розового цвета, и сульфат натрия (для соединения X).

Таким образом, данные термогравиметрического анализа позволили установить количество и природу молекул воды, входящих в исследуемые соединения, дополнительно подтвердить их состав и показать относительную устойчивость связи Co (III) - унитиол при нагревании по сравнению со связью Co (III) - NH_3 .

Несколько иначе протекает разложение при нагревании соединений XI и XII, содержащих во внутренней сфере унитиол и этилендиамин. Повышенная устойчивость этих соединений по сравнению с аммиакатами обусловлена

циклообразующей способностью аминлиганда. Кроме того, при разложении внутренней сферы этилендиаминовых комплексов наблюдаются не эндотермические (как в случае аммиакоатов), а экзотермические эффекты, что может быть объяснено реакцией окисления лиганда, протекающей параллельно с реакциями разложения комплексов при температуре выше 180 °С.

На термограмме соединения XI, содержащего 2 молекулы этилендиамина, в интервале температур 160-280 °С можно наблюдать два экзотермических эффекта, переходящих один в другой, с нечетко выраженными максимумами и суммарной потерей массы ~23 %. Авторы [233], исследовавшие термическую устойчивость комплекса $[\text{Co}(\text{en})_3]\text{F}_3$, объясняют эти эффекты протеканием следующих процессов:



В соответствии с этой схемой предполагается, что при разложении соединения III при температуре первого экзотермического эффекта (190 °С) происходит выделение азота и образование NH_4Cl и органических продуктов, содержащих группы NH и NH_2 , связь Co (III) с унитиолом сохраняется. При температуре второго экзотермического эффекта (250 °С) выделяется азот и возгоняется NH_4Cl . В твердом остатке по-прежнему остаются унитиолатный комплекс Co (III) и органические азотсодержащие продукты. ИК спектры продуктов пиролиза, полученных изотермически при указанных температурах, незначительно отличаются друг от друга. Они содержат полосы поглощения координированного унитиола и полосы при 3180-3270 cm^{-1} и 1590 cm^{-1} , соответствующие валентным и деформационным колебаниям свободных NH-групп (таблица 2). В растворимой части твердого остатка, полученного при 190 °С, обнаружены ионы NH_4^+ , Cl⁻, Co^{2+} и унитиол, а после нагревания до 280 °С - только Co^{2+} и унитиол.

Интенсивный экзотермический эффект в интервале температур 300-450 °С соответствует выгоранию всей органической части комплекса и образованию сульфата CoSO_4 и сульфида кобальта CoS , который при дальнейшем нагревании переходит в оксид Co_3O_4 . Конечными продуктами пиролиза являются CoSO_4 и Co_3O_4 , что подтверждено результатами химического анализа на кобальт в водорастворимой части и в твердом остатке, а также результатами ИК спектроскопического исследования, которые аналогичны описанным выше для соединений IX, XIII-XV.

Комплекс XII содержит в своем составе одну молекулу этилендиамина. На термограмме данного соединения наблюдается один экзотермический эффект при 200 °С, соответствующий выделению азота, разрушению координационной связи этилендиамина с центральным ионом и образованию органических продуктов, содержащих свободные NH-группы. Полученный продукт устойчив до температуры 280 °С, выше которой начинается интенсивное выгорание органической части, сопровождающееся большим выделением тепла и потерей 15% массы образца. После прохождения всех процессов конечными продуктами пиролиза являются Na_2SO_4 и Co_3O_4 , что подтверждено химическим анализом водорастворимой части и твердого остатка.

Таким образом, можно видеть, что разложение унитиолатных комплексов Co (III), содержащих во внутренней сфере этилендиамин, несколько отличается от разложения аммиачных комплексов.

Однако и в этом случае, связь Со (III) с с унитиолом при нагревании оказывается прочнее, чем связь с этилендиамином, разрушение которой происходит при более низкой температуре.

Что касается соединения XVI, представляющего собой монолигандный комплекс, то его термолит протекает по схеме, обычной для унитиолатных комплексов, и включает в себя стадии дегидратации, окисления органической части молекулы унитиола, образования сульфата натрия и оксида кобальта, являющихся конечными продуктами пиролиза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуля, А.П. Изучение комплексообразования тиосемикарбазидов с парамагнитными ионами методами ЯМР в водных растворах [Текст] / А.П. Гуля, В.Б. Колокольцев, В.А. Щербаков, Н.В. Гэрбэлзу, М.Д. Ревенко // Ж. неорг. химии. – 1975. – Т. 20. – №7. – С. 1906-1910.
2. Leussing, D. L. The Reactions of Cobalt with the Thioglycolate Ion [Текст] / D. L. Leussing // J. Chem. – 1999. – Vol.80, №10. – P. 4180-4183.
3. Кукушкин, Ю.Н. Реакционная способность сульфидных и тиольных лигандов в комплексах переходных металлов [Текст] / Ю.Н. Кукушкин // Ж. неорг. химии. – 1986. – Т.31, вып.1. – С. 2821-2830.
4. Яцимирский, К.Б. Спектрофотометрическое исследование взаимодействия анионов SH-соединений с флатоцианинами кобальта [Текст] / К.Б. Яцимирский // Ж. общей химии. – 1990. – Т.60, №1. – С. 105-113.
5. Пирожок, С. Н. Комплексы кобальта (II, III) с тиюоксином и его производным радикалом [Текст] / С.Н. Пирожок, В.В. Трачевский, В.И. Супрунович, Т.А. Юрк // Укр. хим. журн. – 1984. – Т.50, №7. – С. 684-691.
6. Петрунькин, В.Е. Тиоловые соединения в медицине [Текст] / В.Е. Петрунькин // Укр. хим. журн. – 1956. – Т.22, № 6. – С. 787-790.

Материал поступил в редакцию 27.05.13.

S.Z. Mateeva, B.K. Satylganova, S.M. Kantarbaeva, A.N.Nurlybaeva

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

THERMAL ANALYSIS OF COMPLEX COMPOUNDS OF COBALT (III) WITH DIFFERENT LIGANDS

Thermal analysis is one of the most popular methods of investigation on of complex compounds. Along with methods of chemical analysis and IR – spectroscopy thermal analysis allows to obtain important information about composition, structure, stability of compounds studied study of kinetics and mechanism of reactions of thermal transformation of complex compounds of transition metals helps to evaluate reactivity of initial substances and reaction products as well, and to determine the ways of synthesis of new substances with effective properties.

Keywords: thermolysis, pyrolysis products, the process of elimination, the ammonia molecule.

УДК 546.186

Х.Р. Садиева¹, А.К. Кулымбетова², С.Е. Мунасипов³

¹Техн. ғылымд. канд., доц. ²Магистрант, ³Техн. ғылымд. канд., проф.
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қаласы

ТЕМІР ЖӘНЕ АЛЮМИНИЙ ОКСИДТЕРІНЕ ГИДРОФИЛДЕНГЕН КҮКІРТҚҰРАМДЫ ЗАТТАРДЫҢ ӘСЕРІН СУЛЬФИДИРЛЕУ ПРОЦЕСІ АРҚЫЛЫ ЗЕРТТЕУ

Коррозияға ұшырап тотыққан темір және алюминий құрамды металлдарға гидрофилденген күкіртқұрамды заттардың әсерін зерттеу.

Кілт сөздер: гидрофилденген күкіртқұрамды заттар, кальций сульфиді, полисульфиді, нанокұрылымды бөлшектер, микроқұрылымы өзгерген қосылыстар.

Өнеркәсіптің қарқынды дамуы, өндірістік процесстердің қарқыны, негізгі технологиялық параметрлердің жоғарылауы – осының барлығы техникалық жабдықтарды пайдалануға жоғары шарттарды талап етеді. Жабдықтардың үздіксіз жұмыс істеуі үшін жүргізілетін шаралардың негізгісі – оларды коррозиядан сақтау және соған байланысты аса сапалы, берік химиялық материалдарды қолдану.

Мұндай шаралардың іске асырылуының және қолға алынуының басты себебі коррозиядан тиген шығын зардап әкеледі. Елде өндірілетін металдың шамамен 10% коррозиядан қайтымсыз зардап шеккен жерлерді жамауға жұмсалады. Халық шаруашылығына үлкен маңызы бар проблемалардың бірі – коррозиядан қорғау мәселесі [1].

Жалпы күкірттің қай елде болмасын мол қорының болуы оны химиялық шикізат көзі ретінде пайдалануға қызығушылық тудыруда. Күкірттің реакцияға бейімділігі және микрогетерогенді жүйелер түзуі соңғы жылдары ғалымдардың наноматериалдар өндіру істерін дамытуына негіз болып отыр.

Наноматериалдардың ерекшелігі – олардың беткі қабатындағы беттік энергияларының жоғары болуында. Ал, беттік энергияларының жоғары болуы беттік құбылыстарға тікелей байланысты екендігі белгілі. Сондықтан күкірттің суда ерімеуі, басқа беттік активті заттар қатысуында суспензиясының тұрақтануы беттік құбылыстар негізінде түсіндіріледі.

Күкіртқұрамды заттардың гидрофилденген полимерлі кальций полисульфидтерінің тотыққан темір және алюминий металдарының сульфидирлеу процесі кезінде нанодисперсті жүйе түзілуін нанотүтікшеде өсіру арқылы бақыланып, микроқұрылымы зерттелді.

Зерттеу нәтижелері бойынша гидрофилденген күкірттің басқа элемент атомдарынан ерекшелігі қосымша π -байланыстарының түзілуінен тұрақтылығы арта түсетін зиг-заг тәрізді гомотізбектің түзілуінде және оның гомотізбекті құрылымды молекуласы көптеген гидрофильдік және гидрофобтық заттармен әрекеттесіп, нанодисперсиялы заттар түзуіне әсері бар.

Гидрофильдеген күкірттің суспензиясы сулы дисперсті фазада беттік активті заттар қатысуында түзілетіндігі зерттелді. Күкірт гидрофобты зат

болғандықтан ББЗ-дың молекулалары оның беткі қабатына адсорбцияланып, оның молекуласындағы полярлы емес тобы күкірт молекуласына қарай бағытталып, ал, полярлық тобы су молекуласына қарай бағыттала түсетіндігі анықталды. Соның нәтижесінде күкірттің бөлшектерінің беткі қабаты гидратты сольватты қабаттармен қоршалып, оның «сулануы» арта түседі. Бұл кезде гидрофилденген күкірт молекулалары түзіліп, агрегаттық тұрақтылығы артады. Күкірттің гидрофилденген молекулаларының агрегаттық тұрақты суспензия түзуі оның физико-химиялық қасиеттерін анықтауға мүмкіндік береді. Гидрофилденген күкірттің полимерқұрамды нанодисперсиясының тұтқырлығы, оптикалық және ондағы бөлшектерінің өлшемдері, жарықты сіңіруі және т.б. қасиеттері, сонымен қатар күкірттің гидрофобты болу себебінен атмосферадағы ауамен салыстырмалы ылғалдылығы 100 % болатын су буын адсорбцияламайды. Оны басқа дисперсиялық дәрежесі жоғары, орташа және төмен болып келетін заттармен өңдеуге байланысты зерттеу жұмыстары жүргізілуде. Алынған нәтижелер бойынша күкірттің гидрофилденген полимерқұрамды қосылыстары нанодисперсиялы жүйені, яғни, микрогетерогенді жүйе түзетіндігі анықталды. Ал, мұндай нанодисперсиялы заттардың қолданылу аясы (медицина, ауыл шаруашылығы, энергетика және т.б.) жылдан-жылға артып келеді [2].

Өндірістік жабдықтарды жалпы коррозиядан қорғайтын нәтижелі, экономикалық жағынан тиімді және де әмбебап қорғаныстардың бірі кальций сульфиді және полисульфидті қосылыстарын пайдалану арқылы сульфидирлеу процессін жүргізу.

Гидрофилденген кальций сульфиді және полисульфиді қосылыстарының суспензиясын пайдаланып сульфидирлеу процессін жүргізу мақсаты коррозия процессіне ұшыраған темір мен шойынға әсерін зерттеу болып табылады. Жалпы коррозияға ұшыраған темір мен шойынды заттардың беттік қабатына кальций сульфиді және полисульфидті ерітінділерімен сульфидирлеу процессін жүргізе отырып, темір мен шойынды заттардың тозуға төзімділігін, қолдану уақытын ұзарту және осы қосылыстардың әсер етуін зерттеу.

Көлемі 200 мл стаканға 100 мл синтездеп алынған концентрациясы 0,1% кальций сульфиді, 0,8% кальций полисульфиді, 4,48% кальций тиосульфаты ерітіндісіне салмағы 15,748 г болатын темір бұраушыны салып қойып, ерітіндіні жақсылап араластыру керек. Әрбір сағат сайын ерітіндіден сынама алынды. Ерітіндінің түсі өзгеріп, темір (III) оксиді – Fe_2O_3 ерітіндіге өтіп, кальций сульфиді ерітіндісімен әрекеттеседі. Арада 6 сағат уақыт өткенде сынама ерітінді алу тоқтатылып, темір бұраушыны ерітіндіден сыртқа шығарып, бөлме температурасында кептіреді [3]. Содан кейін оның салмағын аналитикалық таразыда өлшеп, бастапқы салмағы мен айырмашылығын табады. Тәжірибе нәтижесінде металлдың беткі қабаты темір тотығынан тазаланып, жұқа қабықшаның пайда болғанын көруге болады. Бұл тәжірибе тотығып кеткен шегемен, болаттан жасалған бұраушымен және құрамында алюминийі бар металлмен де жүргізілді. Олардың бастапқы салмағы аналитикалық таразыда өлшеніп, белгілі болған соң сульфидирлеу процесі жүргізілді. Содан кейін тәжірибе аяқталған соң, бөлме температурасында кептіріліп, салмағы тағы да аналитикалық таразыда өлшенді. Нәтижесі төмендегі 1 кестеде көрсетілген.

Сонымен қатар ерітіндіге сульфид, полисульфид және тиосульфат-иондарын анықтау үшін көлемдік иодометриялық титрлеу әдісі бойынша химиялық сараптама жасалынды.

Кесте 1

Тәжірибе жүргізілген металл заттар

| № Металл | Бастапқы салмағы, г (есебімен) | Тәжірибеден кейінгі салмағы, г (есебімен) | Айырмашылығы |
|--------------------------------|--------------------------------------|---|--------------|
| 1 - шеге | 0,0093 | 0,0094 | 0,097 |
| 2 - шеге | 0,0093 | 0,0095 | 0,20 |
| 3 - болт бұраушы | 15,7648 | 15,6895 | 0,0753 |
| 4 - алюминий құрамды металл | 16,3556 | 16,3560 | 0,0004 |
| 5 - болат бұранда | 2,3430 | 2,5030 | 0,16 |

Кесте 2

Сульфидирлеу үрдісі кезіндегі күкіртқұрамды ерітіндінің
концентрациясының өзгеруі

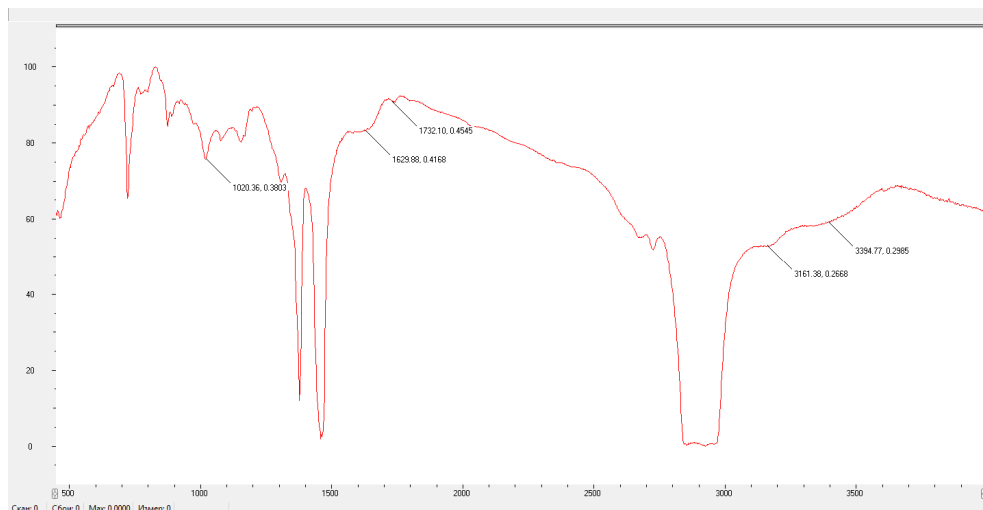
| Ерітінді құрамы | Бастапқы кон- центрациясы, С, % | Сульфидирлеуден кейінгі концентра- ция, С, % | Айырмашылығы |
|---|---------------------------------------|--|--------------|
| Болат темірді сульфидирлеу нәтижесінде | | | |
| Кальций моносльфиді | 0,1 | 0,08 | 0,02 |
| Кальций полисульфиді | 0,8 | 0,016 | 0,784 |
| Кальций тиосульфаты | 4,48 | 0,48 | 4,0 |
| Алюминий құрамды металды сульфидирлеу нәтижесінде | | | |
| Кальций моносльфиді | 0,1 | 0,04 | 0,02 |
| Кальций полисульфиді | 0,8 | 0,08 | 0,72 |
| Кальций тиосульфаты | 4,48 | 0,24 | 4,24 |

Ал (III) оксиді Fe_2O_3 кальций гидроксидімен әрекеттесіп, темір (III) гидроксиді – $Fe(OH)_3$ түзілгенін ерітіндінің түсі өзгеріп, стакан түбінде қоңыр тұнбаның түзілуімен түсіндіруге болады. $Fe(OH)_3$ анықтау потенциометриялық әдіспен концентрациясы 0,1 н болатын $KMnO_4$ ерітіндісімен титрлеу арқылы жүргізілді.

1-суретте көрсетілгендей сульфидирлеу процессінен кейінгі темір металының беттік қабатында түзілген жұқа қабықшаның химиялық құрамы ИК-спектроскопиялық зерттеу арқылы анықталды.

Тәжірибе жасау кезінде қатты тотыққан темір металдың салмағы аналитикалық таразыда өлшеніп алынған. Сульфидирлеу нәтижесінде темір металының беткі қабатында ақ түсті жұқа қабықша пайда болған, темір металының салмағы да өзгерген. Темір металының беткі қабатында түзілген қабықшадан сынама алынып, оны ИК-спектроскопиялық әдіспен зерттеу нәтижесінде қарқынды сызық 466 см^{-1} – Fe_2S – темір сульфидіне, 3161 см^{-1} аймағындағы сызық – $Ca(OH)_2$ – кальций гидроксидіне, орташа қарқынды

сызық 1020 см^{-1} аймағындағы Fe_2O_3 – темір (III) оксидіне, ал 1732 см^{-1} аймағындағы орташа қарқынды сызық $\text{Ca}(\text{HS})_2$ – кальций гидросульфидіне сәйкес келеді. Сондықтан жасалынған химиялық сараптамада көрсетілгендей, темір металының беттік қабатындағы жұқа қабықшада сульфидтердің түзілуі темір металының тозуға төзімділігін арттырып, пайдалануға жарамды етеді.



Сурет 1. Сульфидирлеу үрдісінен кейінгі темір металының бетіне түзілген жұқа қабықшаның ИК-спектрі

Жұмыста таңдалынып алынған тотығып кеткен темір және алюминий құрамды металдардың сульфидирлеу процессінен кейінгі химиялық құрамы химиялық және физико-химиялық әдістермен зерттеліп анықталды. Сонымен қатар сульфидирлеу процесіне қолданылған кальций сульфиді мен полисульфиді ерітінділерінің де концентрацияларының өзгергендігі байқалады және жаңа қосылыстардың түзілгендігі металдардың беткі қабатындағы түзілген жұқа қабықшаның химиялық құрамын зерттеу кезінде анықталынды [4].

Сульфидирлеу процессінен түзілген өнімдердің нанокұрылымын анықтау.

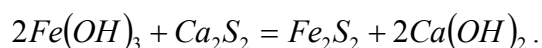
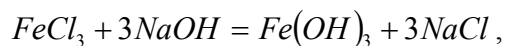
Сульфидирлеу процессінен түзілген өнімдерді «ULVAC» компаниясының көміртегі нанотүтікшелерін өсіруге арналған «CN-CVD-100» қондырғысында зерттелді.

Тәжірибе жасауға негіз болған темір (III) гидроксиді $\text{Fe}(\text{OH})_3$ мен кальций сульфидінің әрекеттесуінен түзілген амморфты заттарды зерттеу үшін металдарды химиялық тұнбаға түсіру әдісімен реакцияның жүру заңдылығымен әртүрлі концентрацияда тотығу-тотықсыздану реакцияларының жүруінен ерітіндіде металл иондары әртүрлі қосылыстар түзеді. Сондықтан тәжірибе кезіндегі темір металының беткі қабатында жұқа қабықшаның түзілуін және оның құрамын зерттеу маңызды болды. Түзілген жұқа қабықшаның құрылымын және әртүрлі фазалы құрылым түзілуі мен морфологиялық тұрақтануын осы қабықшалардың перспективалық пайдалану жолын іздеу мақсатында металл оксидтерін тұнбаға түсіру қажет болды.

1-ші тәжірибе.

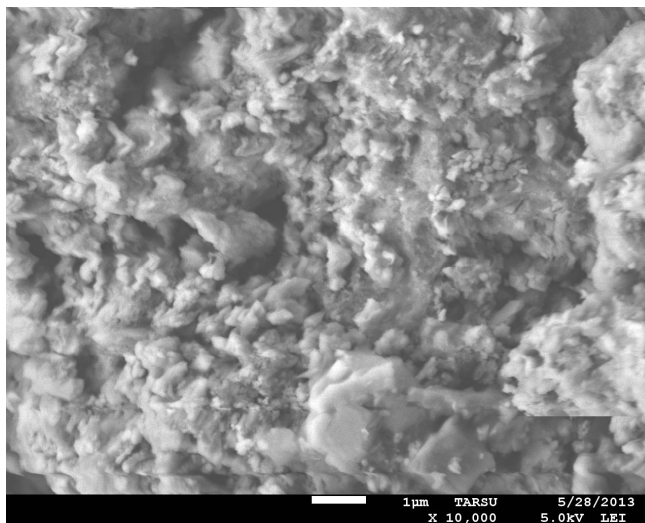
Көлемі 150 мл колбаға 25 мл концентрациясы 0,1 н FeCl_3 – темір (III) хлориді ерітіндісіне концентрациясы 0,1 н натрий гидроксиді ерітіндісін қосып

тұнбаға түсіреді. Осы тұнбаға кальций полисульфиді ерітіндісін қосып синтездеп қоңыр қызғылт түсті тұнба алады. Содан кейін колбадағы ерітіндіні центрифугаға салып 10 минут айналдыру керек. Тұнба бетіндегі ерітіндіні біртіндеп құйып алып, тұнбаны бөліп алады. Оны ауада кептіріп, таблетка дайындайды.

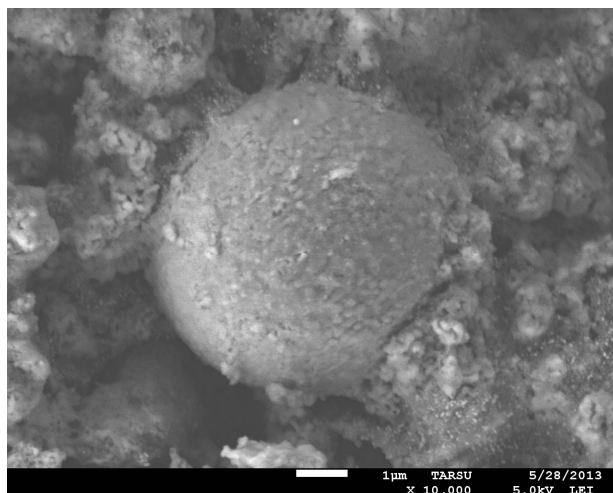


Дайындалған таблетка «CN-CVD-100» қондырғысына салынды. Зерттелетін қосылыстарды металл төсегішке орналастырып, 15 минут уақытқа қойылып 280 кПа қысыммен метан газы беріледі, 600 °С температурада метан газы ыдырайды. Түзілген көміртегі темір төсегіште орнатылған зерттелетін заттың бетіне біртіндеп қонып, көміртегі нанотүтікшесі өсіп жетіледі. Зерттеу нәтижесінде таблетканың түсі қара түске өзгерді. Таблетканы қондырғыдан түсіріп, суытып, оның микроқұрылымын зерттеу жұмысы жүргізілді.

Түзілген қосылыстардың микроқұрылымын анықтау негізінде дисперсті ерітінділердегі иондардың алмасуынан нанотүтікшесі өзгерген. Төмендегі 2 және 3-суреттерде бастапқы кездегі және көміртегі нанотүтікшелері өсірілгеннен кейінгі сынама үлгілері көрсетілген.



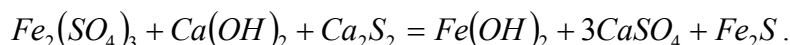
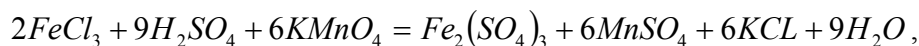
Сурет 2. Темір (III) хлориді мен натрий гидроксидін қосып тұнба түсіргендегі бастапқы сынама кескіндемесі



Сурет 3. Көміртегі нанотүтікшелері өсірілген сынама кескіндемесі

2-ші тәжірибе.

Көлемі 150 мл колбаға 25 мл концентрациясы 0,1 н FeCl_3 – темір (III) хлориді ерітіндісіне концентрациясы 0,1 н H_2SO_4 қосып, одан кейін 20 мл 0,1 KMnO_4 ерітіндісін қосқанда қоңыр қошқыл тұнба түзілді. Бұл тұнбаны бөліп алып гидрофильденген кальций полисульфиді ерітіндісін қосу керек. Содан кейін колбадағы ерітіндіні центрифугаға салып 10 минут айналдыру керек. Тұнба бетіндегі ерітіндіні біртіндеп құйып алып, тұнбаны бөліп алады. Оны ауада кептіріп, таблетка дайындайды.



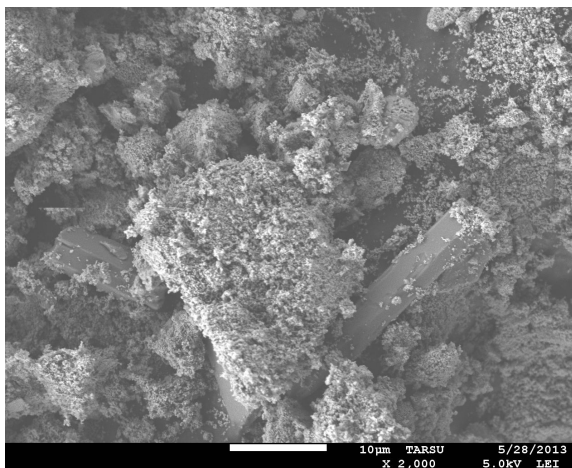
Дайындалған таблетка «CN-CVD-100» қондырғысына салынды. Зерттелетін қосылыстарды металл төсегішке орналастырып, 5 минут уақытқа қойылып 280 кПа қысыммен метан газы беріледі, 600 °С температурада метан газы ыдырайды. Түзілген көміртегі темір төсегіште орнатылған зерттелетін заттың бетіне біртіндеп қонып, көміртегі нанотүтікшесі өсіп жетіледі. Зерттеу нәтижесінде таблетканың беткі қабаты қара түске өзгерді. Таблетканы қондырғыдан түсіріп, суытып, оның микроқұрылымын зерттеу жұмысы жүргізілді.

Түзілген қосылыстардың микроқұрылымын анықтау негізінде дисперсті ерітінділерден иондардың алмасуынан наноқұрылымы өзгерген.

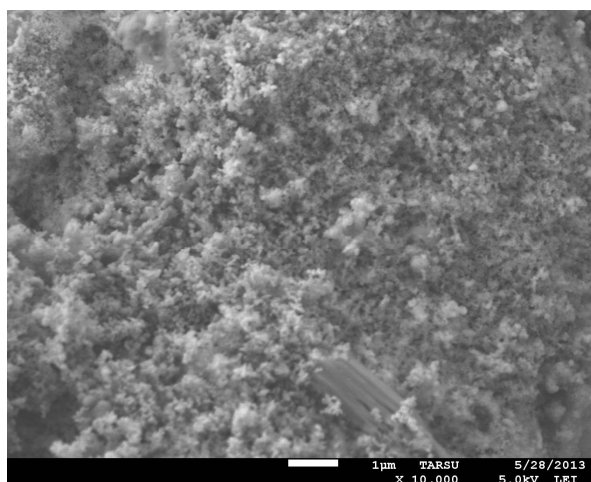
4 және 5-суреттерде бастапқы кездегі және көміртегі нанотүтікшелері өсірілгеннен кейінгі сынама үлгілері көрсетілген.

Жасалған тәжірибелерді қорытындылай келе, әртүрлі металл оксидтерін тотықсыздандырып, бірге тұнбаға түсіріп гидроксид тұнбаларын бөліп алып кептіріп, пресстеп одан таблеткалар дайындалды. Дайындалған таблетканы CN-CVD-100 көміртегі нанотүтікшелерін өсіру қондырғысында зерттеу жүргізілді. Содан кейін JEOL компаниясының JSM-7500F растрлі электронды микроскобында зерттелген сынамалардың микроқұрылымын салыстыру нәтижесінде түзілген қосылыстардың наноқұрылымы өзгеріске ұшырағаны анықталды. Олай болса гидрофильді кальций сульфиді мен полисульфиді

ерітінділерін тотыққан темір металдарын сульфидирлеу процесі кезінде түзілген жұқа қабықшаның микроқұрылымының өзгеруін химиялық және физико-химиялық талдау жасай отырып түсіндіруге болады.



Сурет 4. Бастапқы темір (III) хлориді мен калий перманганаты ерітінділерін қосып тотықтыру нәтижесіндегі кескіндеме



Сурет 5. Көміртегі нанотүтікшелері өсірілген сынама кескіндемесі

Кальций сульфиді мен полисульфиді жеке реакцияларды тежейді, сонымен қатар коррозияның жылдамдығының азаюына байланысты потенциал ондық мәнге жылжиды. Адсорбцияланып жатқан кальций сульфиді мен полисульфиді бөлшектері электростатикалық немесе химиялық жолмен металдың бетімен әрекеттесіп, бекітіледі. Бұл коррозиялық процестің тежелуіне әкеледі. Адсорбцияланып жатқан кальций сульфиді мен полисульфид бөлшектері коррозияға ұшырап жатқан металдың бетіне екі түрде жайылады: біріншіден, молекулалардың немесе иондардың ретсіз орналасуы; екіншіден, жеке кластерлердің топталуы [5].

Адсорбцияланған кальций сульфиді мен полисульфиді қосылыстары металға қорғаныш әрекеттері мен ерітіндінің арасындағы шекара құрылысының өзгеруіне себебін тигізеді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Колодыркин, И. Металл и коррозия [Текст] / И. Колодыркин. – М.: Металлургия, 1992. – 85 с.
2. Менковский, М.А. Технология серы [Текст] / М.А. Менковский, В.Т. Яворский. – М., 1985. – 238 с.
3. Виноградцев, А.В. Журнал заводская лаборатория [Текст]: быстрый метод анализа полисульфида / А.В. Виноградцев, О.А. Дубова. – 1945. – Т. XI. – № 4. – С. 282-286.
4. Батраков, В.П. Коррозия и защита металлов [Текст] / В.П. Батраков. – М.: Оборонгиз. – 28 с.
5. Батраков, В.П. Проблемы коррозии и защита металлов [Текст] / В.П. Батраков. – М.: Мир, 1981. – 85 с.

Материал редакцияға 03.06.13 түсті.

H.R. Sadiyeva, A.K. Kulymbetova, S.E. Munasipov

Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan

**RESEARCH THE IMPACT OF THE PROCESS OF SULFIDATION OF
IRON OXIDE AND ALUMINUM WITH SULFUR-CONTAINING
SUBSTANCES HYDROPHILIZED**

The chemical composition of hydrophilized Tengiz sulfur is determined. Based on the analysis, the following conclusions are made: organic impurities in Tengiz sulfur lead sulfur products to hydrophilized dispersed state, sulfur-containing polymeric compound obtained from hydrophilized dispersed sulfur can be used in the corrosion of metals in the process of sulfidation.

Keywords: hydrophilic sulfur compounds, calcium sulfide, polysulfides, nanostructured substances, compounds with altered microstructure.

ӘОЖ 675. 043 (088.8)

Г.А. Сейтбекова¹, Н.А. Омарова²

¹Техн. ғылымд. канд., доц. ²Магистрант

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қаласы

**«Al₂(SO₄)₃ – CuSO₄ – H₂O» ЖҮЙЕСІНІҢ
25⁰С-ДЕГІ ИЗОТЕРМИЯЛЫҚ ЕРІГІШТІГІН ЗЕРТТЕУ**

Изотермиялық ерігіштік әдісімен «Al₂(SO₄)₃ – CuSO₄ – H₂O» үштік жүйесі 25⁰С-де зерттелінді. Үштік жүйе сулы ортада алюминий сульфаты және мыс сульфатының химиялық өзара әрекеттесуі нәтижесінде құрамы Al₂(SO₄)₃ 5,5CuSO₄ 32H₂O жаңа қосылыстың түзілуімен сипатталады.

Кілт сөздер: «алюминий сульфаты – мыс сульфаты – су» жүйесі, изотермиялық ерігіштік, гетерополиядролы алюминиймыс кешені.

Былғары және үлбір өндірісінің экономикалық-техникалық тиімділігін арттыру ғылыми-техникалық прогрестің жеделдеуімен тығыз байланысты. Былғары өнеркәсібіндегі ғылыми-техникалық прогресс жаңа химиялық материалдарды қолданумен тығыз байланысты, бұл өз кезегінде шығарылған өнімдердің сапасын жоғарылатып және былғары өндірісінің экологиялық және экономикалық тиімділігін арттырады.

Былғары илеу өндірісінің үрдісінде хромның үш және алты валентті қосылыстары кең ауқымда қолданылады, олардан илеуге қолданылатын қоспалар дайындалады. Хром қосылыстары өте сапалы былғары алуға мүмкіндік жасайды және алынған былғарыны ұзақ сақтауға болады. Оның көптеген жақсы сапасымен қатар бірнеше теріс ықпалы да бар. Хромның илегіш қосылыстарының уытты қасиеттері былғары өндірісіндегі қызметкерлердің терісі мен сілемейлі қабықшаларына қатты әсер етеді, сондықтан осы өндірісте жұмыс істейтін жұмысшылардың тыныс алу жолдарының қатерлі ісік ауруына шалдығатыны көптеп кездеседі. Хромды илегіштермен илеген қалдық сулар табиғи су жинағыштардың, жер асты сулары мен топырақтың қатты ластануына (Cr_2O_3 – бойынша ШРЕМ бес есе жоғары) әкеліп соқтыра отырып, ауыл шаруашылығы мен коммуналдық шаруашылықтарда қолдануға жарамсыз етеді.

Хром қосылыстарымен қатар илегіштік қасиетке ие көптеген металл тұздары белгілі. Оларға жататындар титан, цирконий, алюминий, темір (III) және кремний қосылыстары және басқалары. Алайда хромды толық алмастыратын илегіштер табылған жоқ.

Илеу үдерісінде хром қосылыстарын толық немесе біртіндеп алмастыра алатын басқа минералды илегіштерді іздестіру мыстың (II) кешенді қосылыстарын қарастыруға алып келді.

Хром сияқты мыс ауыспалы металдардың бірінші қатарына жатады; олардың эффективті иондық радиустары жақын. Мыс белсенді кешентүзгіш болып табылады, хромға ұқсас октаэдрлы құрылысты кешен алынуы мүмкін. Көне әдебиеттерде мыс қосылыстарының илеу үрдісінде қолданылғандығы туралы тәжірибелер бар [1]. Мыс (II) қосылыстары былғары және текстиль өнеркәсібінде фунгицидтік өңдеу үшін де қолданылады [2].

Мыс биоэлемент болып табылады, гемоглобин синтезін стимулдеуде, жасушалардың өсуіне, ферменттермен эндокриндік жүйені активтендіруде маңызды роль атқарады. Адам ағзасына күн сайын 0,05-1 мг мыс қосылыстары тағам өнімдерімен бірге еніп отырады, улануы сирек [3, 4]. Токсикологиялық талдау мыс тұздар үшін ауадағы шектік рұқсат етілген концентрациясы $0,5 \text{ мг/м}^3$, ал хромаммоний квасцтары үшін $0,02 \text{ мг/м}^3$, мыс (II) қосылыстары үшін ерітіндіде 1 мг/л, хром (II) қосылыстары үшін 0,5 мг/л екендігін көрсетті [5].

Былғарыны илеу үшін мыс қосылыстарын қолдануды зерттеу мүмкіндігінің үш аспектісі бар: кешендер суда жақсы еритін болуы керек, ақуызбен берік химиялық байланыс түзуге және тізбекті немесе глобулярлы элементтермен коллоидтық жүйе түзу мүмкіндігіне ие болу.

Осы негіздерге байланысты бұл жұмыста алюминий қосылыстарымен біріктіріп кешенді минералды илегіштерді алу үшін мыстың қосылыстарын қолдануға бағытталған зерттеу жұмыстары қарастырылады.

« $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 - \text{CuSO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ » жүйесіндегі компоненттердің өзара әрекеттесуі изотермиялық ерігіштігі әдісімен зерттелініп, 10 қию анықталды. Бастапқы компоненттер ретінде «химиялық таза» маркалы $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$,

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ және бидистилденген су қолданылды. Кристаллогидраттар құрамы тұзсыз суға қайта есептелінді.

Сұйық және қатты фазалар арасындағы тепе-теңдікті және қаныққан ерітінділердің құрамын анықтауда профессор Ф.В. Мерцлин ұсынған қию әдісі қолданылды [6]. Оның мәні зерттелінетін компоненттерден дайындалған сұйық фазалар тепе-теңдігі қоспалардың қандай да бір қасиетін берілген температурада анықтап және соның негізінде құрам-қасиет графигін тұрғызу болып табылады. Функционалды қисықта сынық нүктелері бойынша қаныққан ерітінділердің құрамы және шекті нода жатады. Сондықтан, қию әдісі тепе-теңдіктегі фазаның химиялық құрамын анықтауды талап етпейді. Сұйық фазалардың физикалық қасиетін анықтау ретінде сыну көрсеткіші алынды да, ол РПЛ-3 рефрактометр құралымен анықталды.

Алдымен алюминий сульфаты (27,5 салмақтық %) мен мыс сульфатының (17,5 салмақтық %) 25°C -дегі судағы ерігіштігі анықталды.

Алюминий сульфаты және су қоспасына, құрамының өсуіне қарай мыс сульфаты қосылып, 5 қию және мыс сульфаты-су қоспасына алюминий сульфаты қосылған 5 қию зерттелінді. Осылайша дайындалған қоспа 48 сағат бойы бөлме температурасында ұсталынды. Сонан кейін 25°C -де 7-8 сағатқа термостатқа жайғастырылды. Термостаттағы температура контактылы термометрдің көмегімен $\pm 1^\circ\text{C}$ дәлдікке келтірілді. Қоспалар үздіксіз араластырылды және тепе-теңдік орнағаннан кейін сыну көрсеткішін анықтау үшін сұйық фазалардан татпа алынды. Үш рет сыну көрсеткіші өлшеніп, орташа мәні алынды. Жүйедегі тепе-теңдік 3 тәуліктен кейін орнықты. Жүйедегі тепе-теңдіктің орнағаны сұйық фазалардың сыну көрсеткішінің тұрақты болуынан байқалды.

«Сыну көрсеткіші-құрам» функционалды қисығы құрылып, одан нолада жатқан қаныққан ерітінділердің құрамы мен нүктелер анықталды. Зерттелген жүйедегі ерігіштік бойынша алынған мәліметтер кестеде және суретте ерігіштік диаграммасы ретінде бейнеленген.

Кесте

«Алюминий сульфаты – мыс сульфаты – су» жүйесіндегі 25°C -дегі ерігіштік

| Қаныққан ерітіндінің құрамы, салмақтық % | | Қатты фазаның құрамы |
|--|-----------------|--|
| $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ | CuSO_4 | |
| 27,5 | 0,0 | $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ |
| 25,0 | 4,0 | $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ |
| 23,5 | 5,5 | $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ |
| 22,5 | 8,0 | $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ |
| 20,0 | 12,0 | $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}; \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 5,5\text{CuSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$ |
| 18,5 | 10,0 | $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 5,5\text{CuSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O};$ |
| 17,5 | 9,5 | $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 5,5\text{CuSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$ |
| 13,0 | 13,0 | $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 5,5\text{CuSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$ |
| 10,0 | 15,5 | $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 5,5\text{CuSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$ |
| 8,5 | 16,5 | $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 5,5\text{CuSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}; \text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ |
| 4,5 | 10,0 | $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ |
| 0,0 | 17,5 | $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ |

Диаграммадағы $\text{ABE}_1\text{E}_2\text{B}_1$ аймағы алюминий сульфаты және мыс сульфатының қанықпаған сулы ерітінділерінен тұратын гомогенді жүйедегі

тепе-теңдікті сипаттайды; В нүктесі – алюминий сульфатының (сусыз тұзға қайта есептегендегі) судағы ерігіштігін сипаттайды (27,5%). Ерігіштік изотермасындағы E_1 нүктесі – алюминий сульфатының кристаллогидраты және құрамы N гетерополиядролы алюминиймыс кешенінің кристалдарымен тепе-теңдікте болатын қаныққан ерітінділерінің құрамын сипаттайды; E_2 нүктесі – құрамы N гетерополиядролы алюминиймыс кешенімен және мыс сульфаты кристаллогидраты қаныққан ерітінділерінің құрамын сипаттайды; B_1 – мыс сульфатының (сусыз тұзға қайта есептегенде) судағы ерігіштігін сипаттайды (17,5%). L және M нүктелері сәйкес алюминий сульфаты және мыс сульфаты кристаллогидраттарының құрамын сипаттайды.

Кестеден және суреттен көрініп тұрғандай, изотермиялық ерігіштік 3 тармақтан тұрады: BE_1 – тармағы алюминий сульфатының қаныққан ерітіндісінен түзілген $Al_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$ кристаллогидратының кристалдану қисығы; E_1E_2 – тармақ құрамы $Al_2(SO_4)_3 \cdot 5,5CuSO_4 \cdot 32H_2O$ (АМК) гетерополиядролы кешенді қосылыстың кристалдануына және E_2B_1 -тармақ мыс сульфаты кристаллогидратының $CuSO_4 \cdot 3H_2O$ кристалдануына сәйкес келеді.

BE_1L аймағы – қаныққан ерітіндіден және алюминий сульфаты кристаллогидраты кристалдарынан тұратын гетерогенді жүйедегі тепе-теңдікті сипаттайды; E_1NE_2 – қаныққан ерітіндімен және $Al_2(SO_4)_3 \cdot 5,5CuSO_4 \cdot 32H_2O$ кешенді қосылыстың кристалдарымен тепе-теңдікте болатын гетерогендік жүйені; E_2MB_1 – қаныққан ерітіндімен мыс сульфаты кристаллогидратының арасындағы тепе-теңдікті сипаттайды.

LE_1N – аймағы құрамы E_1 қаныққан ерітіндіден, алюминий сульфаты кристаллогидраты және АМК гетерополиядролы кешенді қосылыстан тұратын гетерогендік жүйедегі тепе-теңдікті сипаттайды; NE_2M – құрамы E_2 қаныққан ерітіндіден және АМК гетерополиядролы кешенді қосылыстың және мыс сульфаты кристаллогидратының кристалдарынан тұратын гетерогендік жүйедегі тепе-теңдікті сипаттайды. BNC – аймағында сұйық фаза қатыспайды және үш қатты фазадан: алюминий сульфаты, мыс сульфаты және түзілген жаңа $Al_2(SO_4)_3 \cdot 5,5CuSO_4 \cdot 32H_2O$ (АМК) қосылысынан тұратын гетерогенді жүйені сипаттайды.

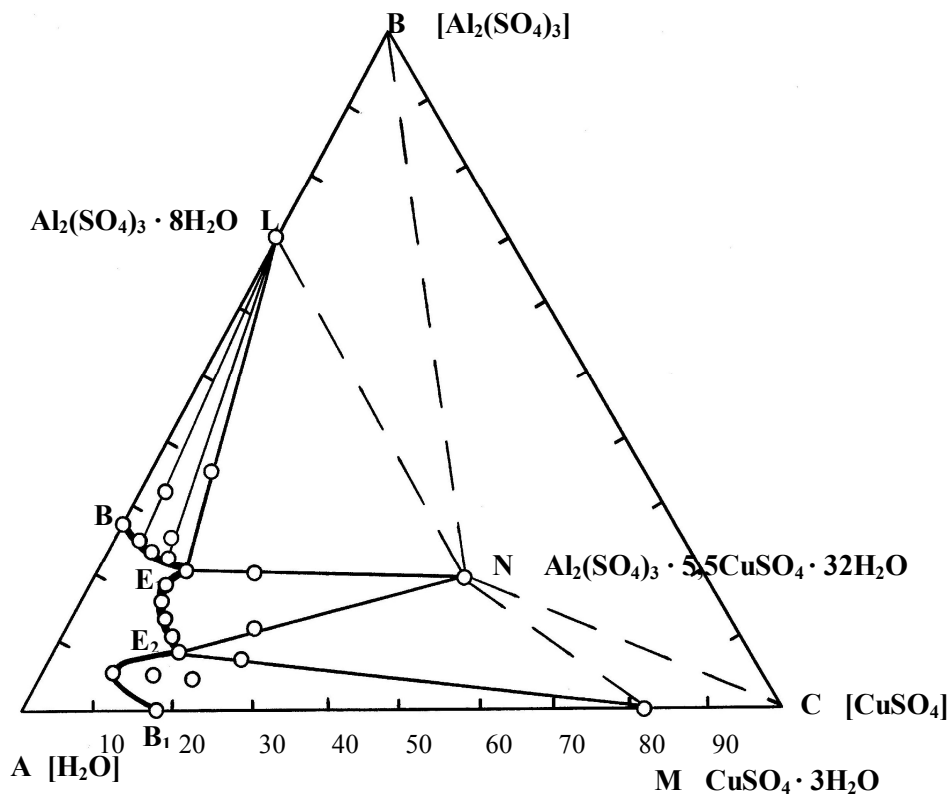
Жүргізілген зерттеулердің нәтижесінде қарастырылған жүйеде экологиялық залалсыз кешенді қосылыстың түзілуінің концентрациялық шектері анықталды: $Al_2(SO_4)_3 \cdot 5,5CuSO_4 \cdot 32H_2O$ (АМК) кешенді қосылысы түзілуі үшін: $Al_2(SO_4)_3$ концентрациясы 8,5-20,0% аралығында; $CuSO_4$ 12,0-16,5% аралығында. Диаграммдан көрініп тұрғандай, түзілген қосылыс инконгруентті болып табылады.

Зерттеу мәліметтерінен көрініп тұрғандай бастапқы компоненттердің химиялық әрекеттесуі нәтижесінде жүйеде гетерополиядролы алюминиймыс кешені түзіледі.

Түзілген жаңа қосылысты синтездеу мақсатында ерігіштік әдісі бойынша дәлелденген аймақтан бірнеше гетерогенді қоспалар дайындалды. Синтездеу үшін алюминий сульфаты, мыс сульфаты және судан тұратын үш компонентті гетерогенді қоспалар дайындалды. Осы қоспалардағы компоненттердің арақатынасы ерігіштік диаграммасындағы кристалдану аймағында жататын қосылыстардың пайыздық құрамына сәйкес келеді (сурет).

Қоспалар бірнеше тәулік (5-6 тәулік) бөлме температурасында ұсталды, сонан соң $25^{\circ}C$ -де сұйық және қатты фазалар арасында тепе-теңдік орнағанша үздіксіз араластыра отырып термостатқа жайғастырылды.

Түзілген тұнбаны Бюхнер сүзгішінде сүздік те, Петри табақшаларына құйып салмағы тұрақты болғанша CaCl_2 үстінде кептірдік. Алынған $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 5,5\text{CuSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$ (АМК) қосылысы көк түсті, жалтыраған ине тәрізді кристалдар, суда жақсы ериді.



Сурет. « $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 - \text{CuSO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ » жүйесінің 25°C -дегі ерігіштік диаграммасы

Алынған мәліметтер гетерополиядролы алюминиймыс кешенді қосылысты алудың негізі болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Гнамм, Г. Дубильные вещества и дубильные материалы [Текст] / Г. Гнамм. – Л., 1927.
2. Хвала, А. Текстильные вспомогательные вещества [Текст]: Ч. 2. / А. Хвала, В. Ангер. – М., 1991.
3. Авцын, А.П. Микроэлементы человека [Текст] / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Строчкова. – М., 1991.
4. Вредные вещества в промышленности [Текст]: Т. 2. – М., 1965.
5. Лурье, Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод [Текст] / Ю.Ю. Лурье. – М., 1989.
6. Мерцлин, Р.В. Приложение метода сечений к исследованию изотерм различных водно-солевых систем [Текст] / Р.В. Мерцлин, Н.И. Никурашина, Л.В. Дьякова // Физико-химическое исследование свойств простых и комплексных соединений РЗЭ и тройных систем с различным взаимодействием компонентов. – Саратов, 1968. – С. 35-37.

Материал редакцияға 13.06.13 түсті.

G.A. Seitbekova, N.A. Omarova

Taraz State University named after M. Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

**ISOTHERMAL INVESTIGATION IN THE SYSTEM
«Al₂(SO₄)₃ – CuSO₄ – H₂O» at 25⁰C**

The system «Al₂(SO₄)₃ – CuSO₄ – H₂O» has been investigated by isothermal solubility method. The system is characterized by chemical interaction between «Al₂(SO₄)₃ and CuSO₄ in water media with the formation of new compounds with the following composition Al₂(SO₄)₃ · 5,5CuSO₄ · 32H₂O.

Keywords: “aluminium sulfur – cuprum sulfur – water” system, isothermal solubility, heteropolynuclear aluminiumcuprum complex.

УДК 621.086.24

П.Қ. Сейтпанов, Б.А. Қойайдаров

Техн. ғылымд. кандидаттары., доценттер

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қаласы

**КӨЛДЕНЕҢ ҚИМАСЫ КВАДРАТ ШЫБЫҚТЫ БҰРАП
ФОРМАЛАЙТЫН ҚОНДЫРҒЫ**

Халықтың қолдануына ұсынылатын әшекейленген темір дарбазалар, терезе торкөздері, перилалар және т.б. әзірлеу жұмыстарын механикаландыру мақсатында көлденең қимасы квадрат шыбықты бұрау арқылы формалайтын қондырғы конструкциясы жобаланып, қажетті электрқозғағыштың қуаты есептелді және қондырғының принципиалдық сұлбасы ұсынылды.

Кілт сөздер: көлденең қимасы квадрат шыбық, шпиндель, әшекейленген темір бұйымдар.

Қазіргі таңда ғылым мен техниканың даму қарқыны адам еңбегін жеңілдететін және еңбек өнімділігін арттыратын, сонымен қатар табиғат заңдарын зерттеуге қажетті жаңа машиналар мен механизмдерді құрастырумен тікелей байланысты [1]. Осы бағытта машина жасау, ауыр өнеркәсіп салаларының кешені халық шаруашылығына еңбек құрал-жабдықтарын, тұтыну заттары мен қорғаныс үшін қажетті өнімдер дайындайды.

Машина жасау саласының басты міндеті – өнеркәсіптің барлық салаларын, ауыл шаруашылығы мен ғылымды жоғары сапалы және өнімділігі жоғары механизмдермен, станоктармен және приборлармен қамтамасыз ету. Қазіргі таңда отандық машина жасау саласы әртүрлі типті механизмдер, машиналар, приборлар және жабдықтар шығарумен маманданған келесі негізгі кіші салалардан құралған [2]:

- әуе өнеркәсібі;
- автомобиль өнеркәсібі;
- тұрмыстық приборлар мен аспаптар өнеркәсібі;

- приборлар жасау саласы;
- радио өнеркәсібі;
- ауыл шаруашылығы машиналарын жасау саласы;
- станок жасау саласы;
- кеме жасау саласы;
- ауыр машина жасау саласы;
- энергетикалық машина жасау саласы.

Қазіргі кезде елімізде жеке кәсіпкерлер, әртүрлі жауапкерлігі шектеулі серіктестіктер, арнайы фирмалар халыққа металдан жасалған келесі әшекейлі бұйымдар ұсынуда:

- әшекейленген дарбазалар;
- терезеге әшекейленген торкөздер;
- биіктігі әртүрлі әшекейленген қоршаулар;
- әшекейленген сыртқы және ішкі перилалар;
- әшекейленген гүл гаршоктарын орнатқыштар;
- әшекейленген әртүрлі тұрмыстық заттар.

Осы әшекейлі өнімдер конструкцияларының маңызды бір элементі – бұралып формаланған квадрат қималы шыбықтар болып келеді. Қазіргі таңда барлық өндіруші нүктелерде осы айтылған операция қол еңбегімен орындалуда, яғни шыбықтың бір бөлігін арнайы тискиге қысып, 30-40 см алшақ жерінен арнайы воротпен қолдап бұрайды [3].

Осы бұйымдарды әшекейлеу мақсатында көлденең қимасы әртүрлі болат шыбықтар қолданылады. Дарбазалар мен терезеге арналған торкөздерді әшекейлеу мақсатында көп жағдайда көлденең қимасы квадрат 8×8 мм болат шыбықтарды бұрау арқылы әшекейлі форма береді (1-сурет).



Сурет 1. Шыбықтары бұрап формаланған әшекейленген жабық дарбаза

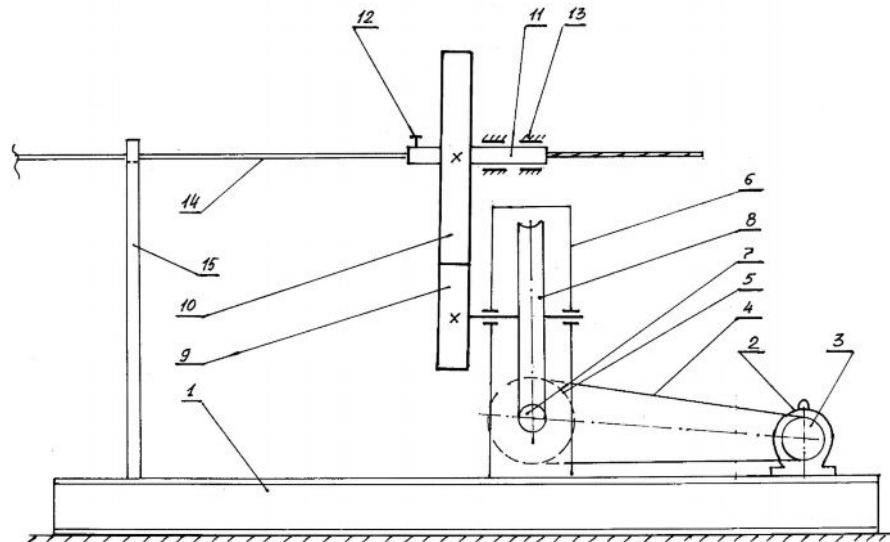
Сондықтан, халықтың қолдануына ұсынылатын әшекейленген темір дарбазалар, терезе торкөздері, перилалар және т.б. әзірлеу жұмыстарын механикаландыру өзекті мәселе болып табылады. Осы мақсатқа жету үшін көлденең қимасы квадрат шыбықты бұрау арқылы формалайтын қондырғы

жобаланды, қондырғы конструкциясының технологиялылығы талданды және қондырғыны құрастырудың технологиялық процесі жобаланды.

Осы қондырғыны қолдану нәтижесінде:

- темір ұстасының қол жұмысы азаяды;
- өңдеу дәлдігі артады;
- бұйымды дайындау ұзақтығы қысқарады.

Қондырғының сұлбасы 2-суретте көрсетілген. Ол қосарланған коствардан жасалған рамадан 1, жетекші механизмнен, білік-шпиндельден 11 және бағыттаушыдан 15 тұрады.



Сурет 2. Квадрат шыбықты бұрап формалайтын қондырғының принципіалды сұлбасы

Қондырғының жетекші механизмі электрқозғағыштан 2, ремнді берілістен (жетекші шкив 3, сыналы ремень 4, жетектегі шкив 5), стандартты червякты редуктордан 6 (червяк 7, червякты доңғалақ 8) және цилиндрлі тік тісті берілістен тұрады. Ремнді берілістің жетектегі шкиві 5 червяктың шығыңқы соңына орналасқан, ал червякты доңғалақтың білігіне тісті берілістің шестернясы орналасқан.

Жетектегі тісті доңғалақ 10 білік-шпиндельге шпонка көмегімен отырғызылған. Білік-шпиндель 11 тірекке қатысты консольды орналасқан, ал оның тірегі ретінде екі бір қатарлы радиальды шарикті подшипниктер 13 қарастырылған. Білік-шпиндельдің диаметрі 13 мм болатын қуыс тесігі бар.

Қабырғасы a болатын квадратты қиманың бұралуға кедергі моменті [4]:

$$W_p = \frac{a^3}{6} = \frac{0,8^3}{6} = 0,0853 \text{ см}^3$$

Қиманың полярлық инерция моменті

$$J_p = \frac{a^4}{12} = \frac{0,8^4}{12} = 0,0341 \text{ см}^4$$

Ұзындығы 2 м квадрат шыбықты бірден бұрау қауіпті, себебі кернеулер жинақталған қималарда шыбық сынып кетуі мүмкін. Сондықтан, бұрау арқылы формалау кезінде әрбір 40 см аралығын жеке бұрау операциясын жүргіземіз, яғни шпиндель мен екінші тіректің ара қашықтығы 35 мм болады.

Сонымен, шыбықтың 40 см аралығының шеткі қимасы 2 айналым жасайды, яғни ол $\varphi = 4\pi = 12,56$ рад бұрышқа бұралуы тиіс. Олай болса, шыбықтың шеткі қимасындағы бұраушы момент

$$T = \frac{G \cdot J_p \cdot \varphi}{l}, \quad (1)$$

мұндағы: T – шыбық қимасындағы бұраушы моменттер, кН·м; l – шыбықтың бұралатын аралығының ұзындығы, м; $G = 0,4E$ – ығысу жағдайындағы серпімділік модулі, МПа; E – шыбық материалының серпімділік модулі (болат материалы үшін $2 \cdot 10^5$ МПа); J_p – шыбық қимасының полярлық инерция моменті, см⁴.

Есептесек,

$$T = \frac{0,4 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0,0341 \cdot 10^4 \cdot 12,56}{400} = 8,57 \cdot 10^5 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 0,857 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Шыбықты бұрау кезінде шпиндельдің айналу жиілігін $n = 4$ айн/мин етіп қабылдаймыз. Бұл жағдайда шпиндельдің бұрыштық жылдамдығы

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 4}{30} = 0,419 \text{ с}^{-1}$$

Шпиндельдің білігіне қажетті қуат

$$N = T \cdot \omega = 0,857 \cdot 0,419 = 0,36 \text{ кВт}$$

Сонымен, қондырғы жетегінің соңғы, шпиндель білігіндегі қуат 0,36 кВт болуы керек. Олай болса ұсынылып отырған қондырғыға қуаты 0,55 кВт электрқозғағыш қойған жөн.

Қондырғының жасалу тәртібі:

а) қондырғының рамасы екі қоставрлы балкалардан және басқа да прокат материалдарынан пісіріліп жасалған;

ә) электрқозғағыш 2 пен червяқты редуктор 6 рамаға болтты қосылыстар арқылы бекітілген;

б) иінді-біліктің подшипниктер торабы қатаң бекітілген;

в) квадрат шыбықты бағыттаушы 15 қалыңдығы 8 мм листтен әзірленіп, рамаға бұрандалы қосылыстар 16 көмегімен бекітілген. Білік-шпиндельден бағыттаушыға дейінгі қашықтықты 30 см-ден 100 см-ге дейін өзгертуге болады;

г) бағыттаушының жоғарғы жағында квадрат шыбықтың айналып кетпеуін қамтамасыз ететін ені 9 мм ұяшық бар;

д) квадрат шыбық білік-шпиндельдің қуыс тесігі арқылы өтіп, арнайы бұранда 12 көмегімен бекітіледі.

Қондырғы келесі тәртіппен жұмыс істейді:

а) профилі 8×8 мм болатын квадрат шыбық 14 бағыттаушының 15 ұшығы арқылы иінді-біліктің 11 диаметрі 13 мм қуыс тесігінен өткізіліп, қажетті жерінен арнайы бұранда 12 көмегімен айналып кетпейтіндей етіп бекітіледі;

ә) электрқозғағыш 2 іске қосылады, бұраушы момент электрқозғағыштың білігінен ременді беріліс, червякты редуктор 6 және тісті беріліс арқылы білік-шпиндельге 11 беріледі;

б) білік-шпиндель мен бағыттаушының арақашықтығы мен квадрат шыбықтың осы аралығын қанша рет бұрап айналдыру керектігіне байланысты белгілі бір уақыттан кейін электрқозғағышты тоқтатады;

в) арнайы бұранданы 12 босатып, квадрат шыбықтың бұралып формаланған бөлігін білік-шпиндельдің қуыс тесігі арқылы өткізіп жіберіп, бұрап формалау операциясын қайталайды, яғни жобаланған қондырғы көмегімен ұзындығы әртүрлі квадрат шыбықтарды бұрап формалауға болады.

Осы қондырғыны пайдалану нәтижесінде әшекейлі тұрмыстық бұйымдарды әзірлеу кезіндегі қол еңбегі жойылып, квадрат шыбықтарды бұрап формалау дәлдігі артады деп болжамдалуда.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Назарбаев, Н.А. Стальной профиль Казахстана [Текст] / Н.А. Назарбаев. – Алма-Ата: Казахстан, 1985.
2. Сыздықов, О. Конструкциялық материалдар технологиясы [Мәтін] / О.Сыздықов, Б. Оразбаев, Ғ. Нысанбаев. – Алматы: Республикалық баспа кабинеті, 1993.
3. [?][Электрондық ресурс]. – Қол жетімділік режимі: [?].
4. Ануриев, В.И. Справочник конструктора – машиностроителя [Текст]: Т.3 / В.И. Ануриев. – М.: Машиностроение, 1973.

Материал редакцияға 30.05.13 түсті.

Р.К. Seitpanov, В.А. Koiaidarov

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, RK

DEVICE FOR FORMING A SQUARE TORSION

The design of installation is developed for formation by torsion of the square steel, intended for mechanization of works on manufacturing of decorative iron fences, bars for windows, a handrail and others offered to the consumer, calculation of required capacity of the electric motor is made and the basic diagram of arrangement is offered.

Keywords: rods with a cross section of the square, spindle, iron goods.

УДК 633.1:664.6/7

Д.А. Шаймерденова¹, Н.А. Горбатовская²¹Канд. техн. наук

ТОО «Казахский НИИ переработки сельскохозяйственной продукции», г. Астана

²Канд. техн. наук, проф.

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз

**ВЗАИМОСВЯЗЬ МИКРОСТРУКТУРЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ДОСТОИНСТВА ЗЕРНА ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ МЯГКОЙ
ПШЕНИЦЫ**

Определена микроструктура перспективных сортов Казахстана мягкой пшеницы с применением аналитического сканирующего электронного микроскопа JSM-7500F. Структурные элементы клеточных тканей анатомических частей зерна пшеницы, различная мозаика микроструктуры клеток, их связь представляют картину, предопределяющую технологические достоинства и перспективность сорта зерна в его целевом использовании. Исследования микроструктуры зерна открывают большие возможности для дальнейшего выявления взаимосвязи между строением зерна и его биологической ценностью. Исследования представляют большой интерес и необходимы не только для развития науки о зерне, но и для подбора различных технологических режимов переработки зерна на предприятиях.

Ключевые слова: зерно пшеницы, технологические свойства, микроструктура, анатомические части, плодовая оболочка, семенная оболочка, алейроновый слой, эндосперм.

На перерабатывающих предприятиях технологическое достоинство зерна пшеницы принято оценивать по удельному выходу и качеству готовой продукции, удельным затратам на производство единицы массы готовой продукции. Наряду с этим, технологические свойства зерна, как объекта переработки, и потребительские достоинства готовой продукции обуславливаются технологическим потенциалом зерна, который формируется в процессе его производства под влиянием генетических особенностей, почвенно-климатических условий и приемов агротехники.

Имея сбалансированный белково-протеиновый и углеводно-амилазный состав, пшеница представляет собой основное сырье для производства продукта первой необходимости – хлеба, сухой клейковины, крахмала и его производных и т.д. По данным исследователей, в нашей стране из 34,6 кг растительного белка, потребляемого в год в среднем на душу населения, 42 % поступает от зерновых культур, в основном, пшеницы.

Казахстан ежегодно производит около 10-14 млн. тонн пшеницы, из которой только 3-5 % относится к сильному зерну с массовой долей белка выше 15 % и количеством клейковины больше 30 % [1].

Для производства зерна с заданными параметрами селекционеры нашей страны проводят значительную работу, которая позволила отнести к селекционным достижениям около 40 казахстанских сортов мягкой пшеницы.

Высокоурожайные сорта интенсивного типа должны обеспечивать заданные выхода и качество готовой продукции, их высокую пищевую ценность, которые определяются в основном содержанием и свойствами белка, сбалансированным набором аминокислот и других компонентов, что

предопределяется биологическими особенностями зерна и его микроструктурой.

Изучению строения и микроструктуры зерна посвящены работы О.Г.Александровой, В.Г. Александрова, Н.С. Суворова, Л.Н. Любарского, Е.Д. Казакова, Н.П. Козьминой, Г.А. Егорова, Е.П. Поповой и др. В отечественной и зарубежной литературе за последние три десятилетия появилось много работ, посвященных изучению микроструктуры зерна, но они в недостаточной степени отражают особенности создаваемых отечественных сортов, разрозненны и не систематизированы, что затрудняет их использование [2, 3, 4].

В связи с этим необходимость изучения микроструктуры зерна отечественных сортов новейшими методами, с применением современного микроскопирования, является актуальной, так как это открывает большие возможности для дальнейшего выявления взаимосвязи между строением зерна, технологическими особенностями и биологической ценностью.

Для изучения микроструктуры зерна мягкой пшеницы были отобраны следующие сорта яровой: Саратовская 29 (Северо-Казахстанская обл.), Степная 50, Актобе 39 и Альбидум 31 (Западно-Казахстанская обл.) и озимой пшеницы: Безостая 1, Богарная 56 и Жетысу 1 (Южно-Казахстанская обл.).

Исследования по определению микроструктуры зерна проведены в Таразском государственном университете им. М.Х. Дулати в научно-исследовательской лаборатории инженерного профиля «Наноинженерные методы исследования» на аналитическом сканирующем электронном микроскопе JSM-7500F (Япония). Получено более 70 снимков, позволяющих изучить строение плодовой оболочки, периферийной и центральной частей эндосперма зерна каждого сорта с увеличением от 500 до 2000 раз и определением размерных характеристик ячеистой поверхности и толщины эпидермиса, алейроновых зерен, стенок клеток эндосперма и других структур зерновки.

Показатели качества рассматриваемых сортов яровой и озимой мягкой пшеницы, предопределяющие технологическое достоинство зерна, позволили характеризовать их как ценные и сильные сорта (таблица).

Из данных таблицы видно, что все сорта пшеницы имеют высокий показатель твердозерности и их можно отнести к твердозерным. Высокое содержание протеина характерно для пшеницы Альбидум -31, Степная -50 и Актобе -39, что соответствует количественному показателю клейковины, СПК, индексу Зелени, при меньшем содержании крахмала.

Все сорта пшеницы имеют высокую стекловидность (от 74% до 92%). Из литературных источников известно, что показатель стекловидности зерна не коррелирует с твердозерностью. Стекловидность является неустойчивым признаком и зависит от особенностей зерна, условий его вентиляции, снижается при увлажнении и последующем высушивании. Стекловидность может заметно понизиться даже при отдельной уборке, когда зерно ночью поглощает влагу за счет выпавшей росы, а днем подсушивается на солнце [3].

Однако технологические режимы подготовки и переработки зерна пшеницы к сортовому помолу на сегодняшний день ведутся согласно Правилам организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах по показателю стекловидности [5]. Твердозерность является особым показателем структурно-механических свойств зерна. Она связана со структурой и прочностью эндосперма и отражает особенность его измельчения. Твердозерность представляет собой показатель, комплексно

отражающий особенности микроструктуры эндосперма, связанные с формированием крахмальных гранул и белковых матриц. Уровень твердозерности определяется степенью их адгезионной связи.

Таблица

Физико-химические показатели качества
перспективных сортов яровой и озимой пшеницы

| Сорт, регион | Кол-во клей- кови- ны, % | СПК | Про- теин, % | Индекс Зелени, мл | Твердо- зерность, % / Стекло- видность, % | Крахмал, % |
|------------------------|-----------------------------------|------|-----------------|-------------------------|--|---------------|
| Саратовская - 29 (СКО) | 26,5 | 0,50 | 13,1 | 33 | 75 / 80 | 53 |
| Альбидум - 31 (ЗКО) | 35,3 | 0,53 | 16,37 | 58 | 80 / 90 | 51 |
| Степная - 50 (ЗКО) | 34,2 | 0,54 | 16,68 | 51 | 76 / 91 | 51 |
| Актобе - 39 (ЗКО) | 40,5 | 0,51 | 17,22 | 60 | 78 / 92 | 52 |
| Безостая - 1 (ЮКО) | 25,2 | 0,49 | 11,60 | 18 | 79 / 80 | 56 |
| Жетысу - 1 (ЮКО) | 23,8 | 0,46 | 11,79 | 18 | 81 / 74 | 60 |
| Богарная - 56 (ЮКО) | 29,5 | 0,49 | 13,86 | 30 | 78 / 82 | 54 |

Следует отметить, что по приведенным физико-химическим показателям все сорта пшеницы имеют достаточно высокое технологическое достоинство. Однако более конкретное и глубокое научное доказательство технологических свойств могут дать снимки микроструктуры зерна по его анатомическим частям.

На снимках (рисунки 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19) представлена плодовая оболочка зерна, где четко видна ее волнистая поверхность. Наличие углублений на поверхности плодовой оболочки и ее ребристость явно различимы для всех сортов. Установленные на электронном микроскопе размеры углублений и ширина между ребрами волн показывают, что наличие углублений для сортов пшеницы Саратовская-29, Богарная-56, Жетысу 1, Безостая 1 выше, чем у Степной-50, Актобе-39, Альбидум-31.

Исходя из научных представлений и экспериментальных данных, проведенных учеными ранее, установлено, что наличие углублений волн на поверхности плодовой оболочки увеличивает удельную поверхность зерна, что способствует лучшему захвату воды при обработке зерна водой и ускорению процесса набухания.

Исследования микроструктуры зерна пшеницы открывает большие возможности для дальнейшего выявления взаимосвязи между строением зерна и его технологическими свойствами. Как видно из снимков толщина плодовых оболочек, алейронового слоя у различных сортов различная от 7,5 до 22,5 мкм. Наименьшей суммарной толщиной алейронового слоя и оболочек характеризуются сорта с большей стекловидной консистенцией

(Актобе-39, Альбидум-31, Степная-50). Согласно исследованиям многих ученых установлено, что пшеница с менее развитыми оболочками и алейроновым слоем отличается высокими мукомольными свойствами [2, 3, 4].

Клетки алейронового слоя (рис. 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20) в поперечном сечении имеют практически во всех сортах зерна пшеницы почти правильную прямоугольно-зубовидную форму. На отдельных участках они закрыты клеточными стенками, на других заполнены зернистыми белковыми образованиями, а на других открытые (пустые) с выкрошенными белковыми частицами при получении среза зерна. Алейроновый слой – это часть эндосперма. При сортовых помолах пшеницы внутреннюю часть эндосперма стараются отделить от алейронового слоя, на что влияет конфигурация его клеток. Установлено, что если клетки примерно одинаковы по форме и размерам, то такое зерно хорошо вымалывается. Это относится в основном к сортам Степная-50, Актобе-39, Альбидум-31, толщина клеток у которых колеблется от 16 до 18 мкм, а для Саратовской-29, Богарной-56, Жетысу 1, Безостой 1 порядка 20–32 мкм. Ровная граница между клетками алейронового и субалейронового слоев у сортов пшеницы Степной-50, Актобе-39, Альбидум-31 связана с их высокими мукомольными свойствами. Заметное различие в форме и размеров клеток алейронового слоя, внедрение отдельных клеток этого слоя в субалейроновый слой указывает на плохую вымалываемость зерна. При опытных помолах пшениц Степная-50, Актобе-39, Альбидум-31 выход муки составил 74,5–75,0 %, для зерна пшениц Саратовской-29, Богарной-56, Жетысу 1, Безостой 1 – 70,2–72,4 %. По содержанию крахмала в отрубях оказалось в среднем 22,4 % и 29,8 % соответственно.

Особенно важное технологическое значение имеет микроструктура эндосперма. На рисунках 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 приведены микрофотографии центральной части эндосперма зерна. Внутренность клеток заполнена крахмальными гранулами и белковыми прослойками. У пшеницы белковые прослойки хорошо развиты, особенно для сортов Степная-50, Актобе-39, Альбидум-31, что указывает на высокие технологические достоинства.

Полученные в предыдущие годы результаты исследований позволили оценить в количественной форме особенности микроструктуры эндосперма пшеницы и увязать их с технологическими свойствами зерна. Если с учетом этих разработок гранулы крахмала разделить на три фракции: мелкая диаметром до 9 мкм, средняя от 9 до 18 мкм, крупная свыше 18 мкм, то в центральной части эндосперма преобладают клетки крупных и средних размеров зерен крахмала, мелких зерен незначительно. Чем выше стекловидность зерна (сорта Альбидум-31, Степная-50, Актобе-39), тем белковая матрица лучше развита. На крупных зернах крахмала различимы частицы прикрепленного белка, а на белой матрице имеются углубления от выпавших зерен крахмала (рис. 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21). Исследованиями установлено, что содержание белка в зерне возрастает при увеличении количества крахмальных гранул больших размеров. При повышенном содержании крахмальных гранул меньших размеров количество белка снижается. Однако выход муки при помоле этих сортов пшениц увеличивается.

Сорт Актобе-39

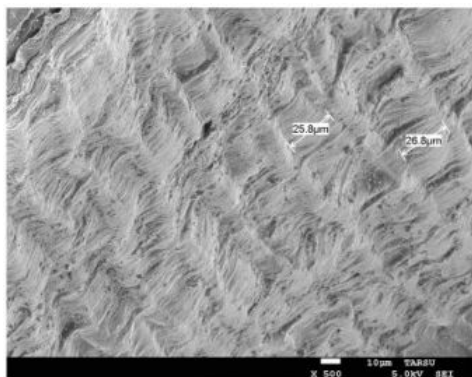


Рис. 1. Плодовая оболочка

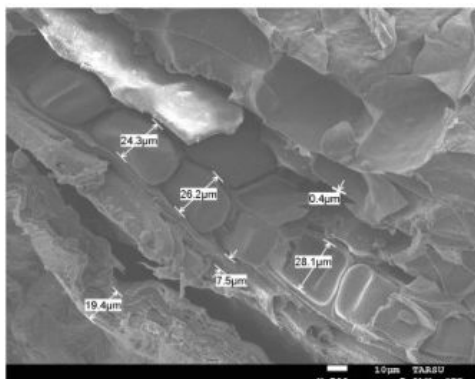


Рис. 2. Алейроновый слой

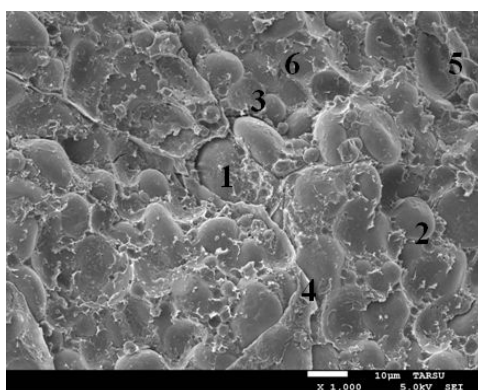


Рис. 3. Эндосперм

1– зерно крахмала крупных размеров; 2– зерно крахмала средних размеров; 3– зерно крахмала мелких размеров; 4– белковая матрица; 5– пустоты в белковой матрице; 6– углубления в белковой матрице от выпавших зерен крахмала

Сорт Альбидум-31

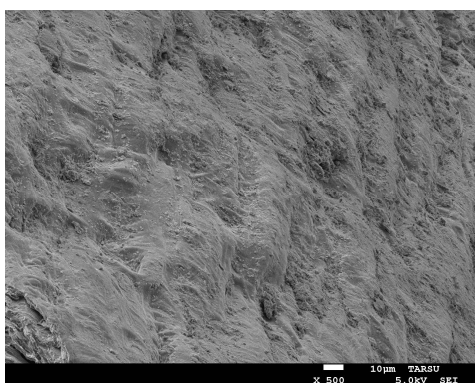


Рис. 4. Плодовая оболочка

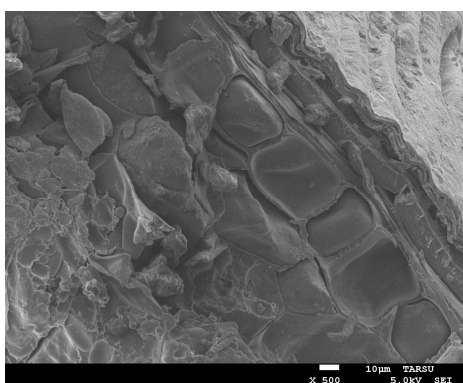


Рис. 5. Алейроновый слой

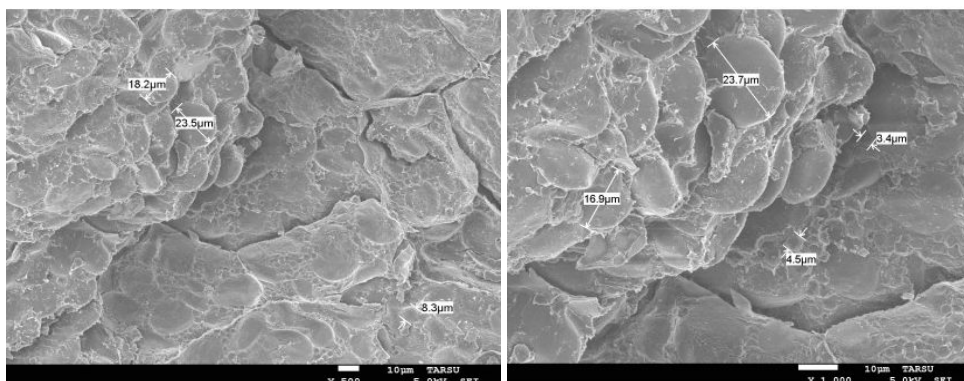


Рис.6. Эндосперм

Сорт Саратовская-29

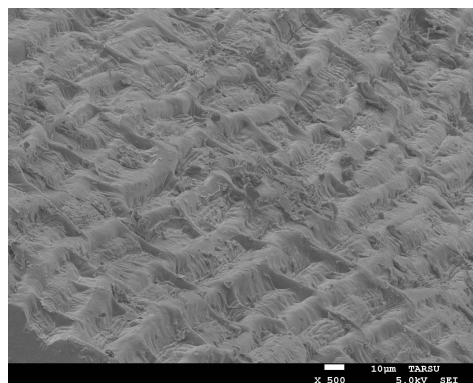


Рис. 7. Плодовая оболочка

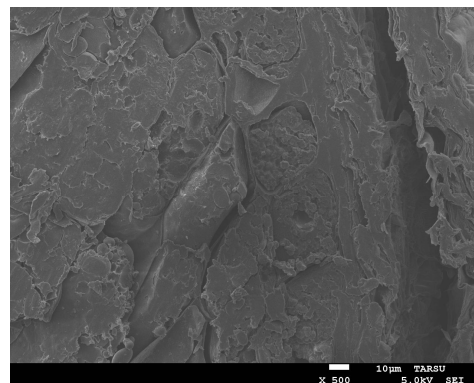
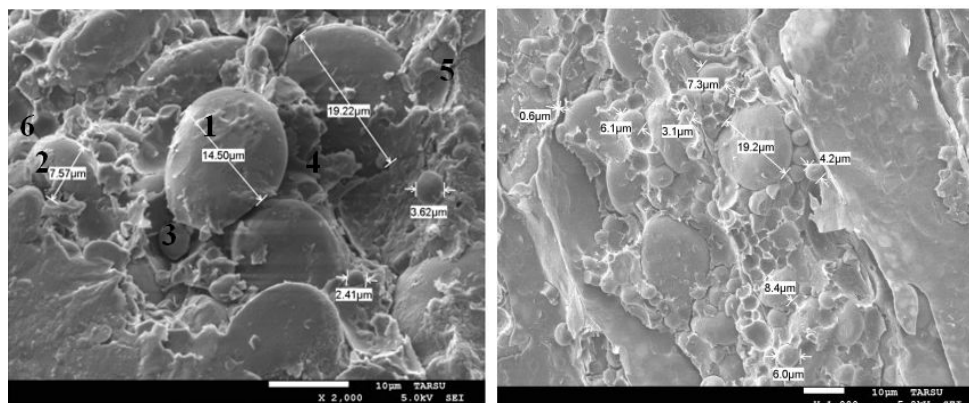


Рис. 8. Алейроновый слой



1– зерно крахмала крупных размеров, 2– зерно крахмала средних размеров, 3– зерно крахмала мелких размеров, 4– белковая матрица, 5– пустоты в белковой матрице, 6– углубления в белковой матрице от выпавших зерен крахмала

Рис. 9. Эндосперм

Сорт Безостая 1

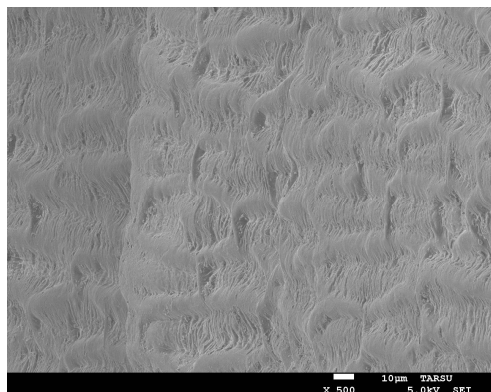


Рис. 10. Плодовая оболочка

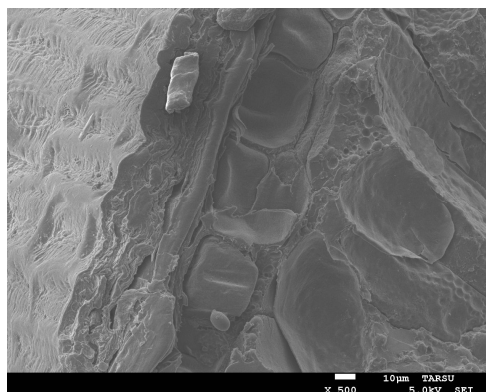


Рис. 11. Алейроновый слой

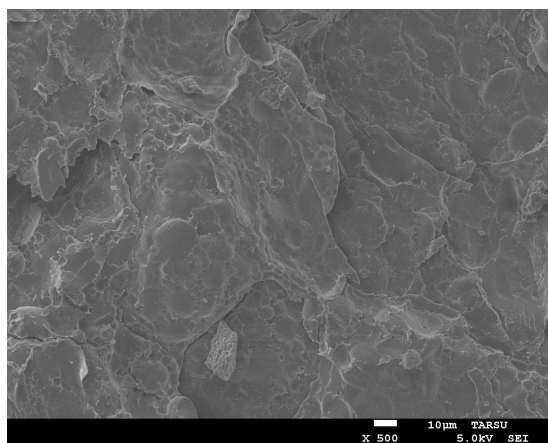


Рис. 12. Эндосперм

Сорт Богарная-56

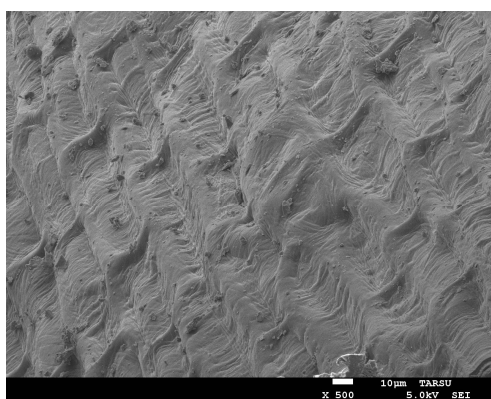


Рис. 13. Плодовая оболочка

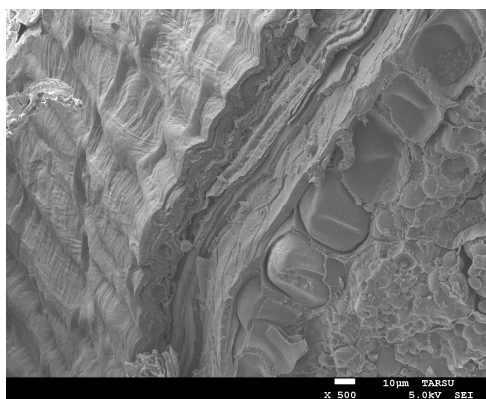


Рис. 14. Алейроновый слой

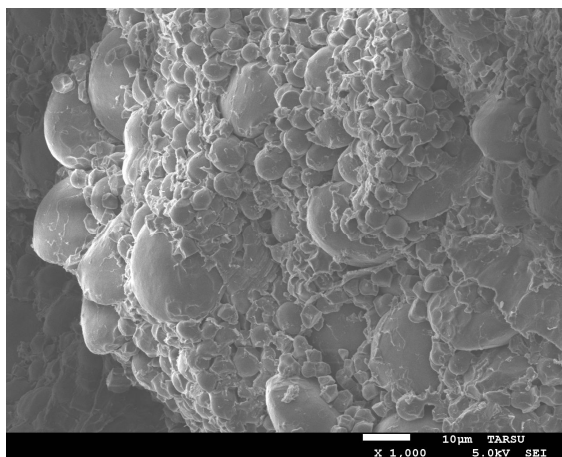
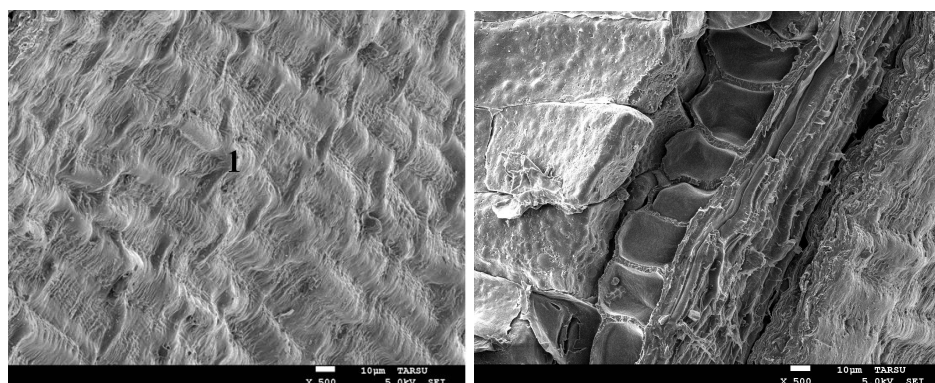


Рис. 15. Эндосперм

Сорт Жетысу 1



1 – ячеистая поверхность эпидермиса

Рис. 16. Плодовая оболочка

Рис. 17. Алейроновый слой

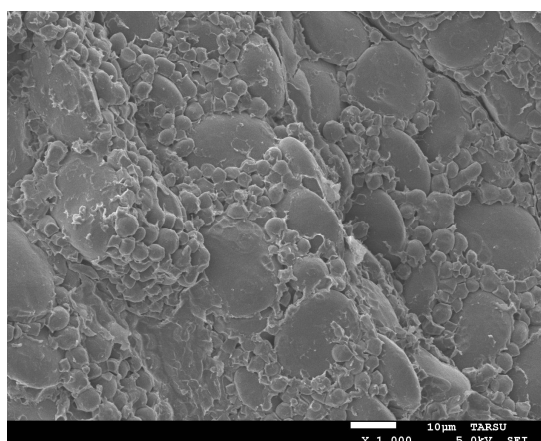


Рис. 18. Эндосперм

Сорт Степная-50

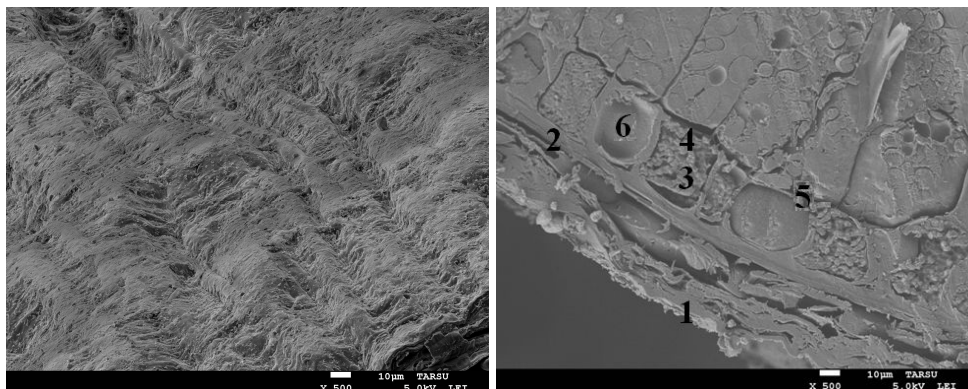


Рис. 19. Плодовая оболочка

1– плодовая оболочка; 2 – семенная оболочка; 3 – открытая клетка алейронового слоя; 4 – зернистое содержимое (алеуронозные зерна); 5– стенка клетки эндосперма; 6– пустая клетка алейронового слоя.

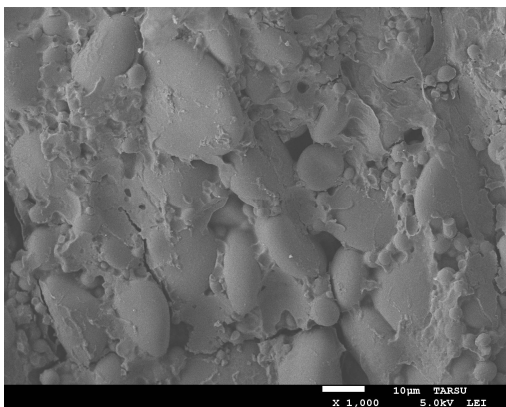


Рис. 20. Алейроновый слой

Если мозаика расположения белковой матрицы и зерен крахмала такова, что в клетке остается много воздушных полостей, то этим объясняется низкая прочность и микротвердость зерновки, которая скажется при переработке зерна, а так же на расходе энергии, затра-

Рис. 21. Эндосперм

чиваемой на помол зерна и расход воды на увлажнение зерновой массы.

Впервые представленная микроструктура анатомических частей зерна перспективных сортов Казахстана мягкой яровой и озимой пшеницы, по которой дана оценка их технологических достоинств во взаимосвязи с показателями качества зерна, позволит специалистам целенаправленно вести селекцию новых сортов интенсивного типа, полнее учитывать условия выращивания, уборки и хранения зерна, а также лучше использовать его на зерноперерабатывающих предприятиях, применяя различные технологические режимы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. [?] [Текст] // Материалы международной научно-практической конференции «Научное обеспечение развития агропромышленного комплекса стран Таможенного Союза». Т. I. – Астана, 2010. – 384 с.
2. Егоров, Г.А. Технология муки, крупы, комбикормов [Текст] / Г.А.Егоров, Е.М. Мельников, Б.М. Максимчук. – М.: Колос, 1984. – 376 с.
3. Егоров, Г.А. Управление технологическими свойствами зерна [Текст] / Г.А. Егоров. – М.: Издательский комплекс МГУПП, 2005. – 292 с.

4. Попова, Е.П. Микроструктура зерна и семян [Текст] / Е.П. Попова. – М.: Колос, 1979. – 224 с.
5. Правила организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах [Текст]. – М.: ВНИО Зернопродукт, 1991. Ч. 1, 2.

Материал поступил в редакцию 29.06.13.

D.A. Shaimerdenova¹, N.A. Gorbatovskaya²

¹*Kazakh Research Institute of agricultural products, Astana, Kazakhstan*

²*Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan*

RELATIONSHIP OF MICROSTRUCTURE AND TECHNOLOGICAL ADVANTAGES OF GRAIN SOFT PROMISING VARIETIES WHEAT

The microstructure of promising varieties of Kazakhstan wheat using analytical scanning electron microscope JSM-7500F is defined. Structural elements of the cellular tissue of anatomical parts of the wheat grain, mosaic microstructure of different cells and their connections are painting, predetermining technological advantages and promising varieties of grain in its intended use. Grain microstructure studies have great potential to further identify the relationship between the structure of grain and its biological value. Studies are of great interest and are necessary not only for the development of the science of grain, but also for the selection of different technological modes of grain processing enterprises.

Keywords: wheat, technological properties, microstructure, anatomical parts, fruit shell, seed coat, aleurone layer, endosperm.

УДК 677.053.001: 621.01

М.Ш. Шардарбек¹, Ж.М. Анарбаев², К.Т. Маханбеталиева³

¹*Техн. ғылымд. канд., доц.* ²*Магистрант,* ³*PhD доктор*
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қаласы

ТІЗІП ОРАУ ОРАМЫНЫҢ РАДИУСЫ БАҒЫТЫНДА ОРАУ ТЫҒЫЗДЫҒЫН ЗЕРТТЕУ

Осы мақалада тізіп орау орамында радиусы бойынша орамның тығыздығының тұрақтылығын қамтамасыз етуін зерттеу.

Кілт сөздер: Тізіп орау, орама, негіз жіп, орамның тығыздығы.

Тізіп ораудан кейінгі тоқыма өндірісі үшін аса маңызды мәселе ол жіптердің керілуі және орамдағы тығыздықтың тұрақтылығы болып табылады. Әдетте, тоқыма өндірісінде негіз жіптерінің үзілуіне тоқыма және тоқыма өндірісінің өнімділігіне әсер ететін негізгі фактор ол тізіп орау орамындағы орау тығыздығы [1].

Тоқыма орамаларында ораманың оңтайлы тығыздығы туралы мәселелер [2] жұмыста ойдағыдай зерттелген болатын. Аталған жұмыстың авторлары зерттеу барысында қарама-қайшы нәтижеге келді. [3] жұмыста көрсетілгендей, мақта мата иірім жібінің (15,4 текс және 5,8 текс) оңтайлы тығыздығын $0,44 \text{ г/см}^3$ – $0,36 \text{ г/см}^3$ дейін төмендету аталған мақта-мата иірім жібінің физико-механикалық қасиетінің сақталуына мүмкіндік береді, дегенмен [3, 4] жұмыстардың авторлары аталған иірім жіптің тығыздығын $0,44 \text{ г/см}^3$ -тан $0,5 \text{ г/см}^3$ дейін жоғарылатуды ұсынған болатын. Өздерінің шешімдерін олар тығыздығы жоғары негіз жіп үзілгіштігінің төмендеуімен дәлелдейді.

[2, 3] жұмыстарда орама тығыздығы тоқыма орамының көлемін өлшеу және оны таразыға тарту жолымен анықталған. Ол үшін ораманы машинадан түсіріп алу қажет болды. Мұндай әдіс СВ (СП) типті топтамалы тізіп орау машинасының тізіп орау орамасы үшін қолайсыз болып табылады, өйткені тізіп орау тікпіршігінің орама тығыздығын тәжірибе жүзінде міндетті түрде анықтау қажет, бірақ машинадан тізіп орау білікшесін шығармаса да болады.

Бұл үшін Н.К. Бисяриннің [5] теңдеуін қолданамыз:

$$\gamma = C - \frac{L}{R^2 - R_0^2}; \quad (1)$$

мұндағы: γ – тізіп орау орама тығыздығы, бұл шаманы орауды бастағаннан аяғына дейін тұрақты түрде ұстап отыру қажет; L – тізіп орау білікшесіндегі негіз жіптің ұзындығы; R – ораманың ағымдағы радиусы; R_0 – тізіп орау білікшесі діңгегінің радиусы; C – тұрақты коэффициент.

$$C = \frac{zT}{\pi H \cdot 10^3};$$

мұндағы: z – тізіп оралушы жіптер саны; T – жіптердің қалыңдығы, текс; H – тізіп орау білікшесінің фланецтерін тарқату шамасы.

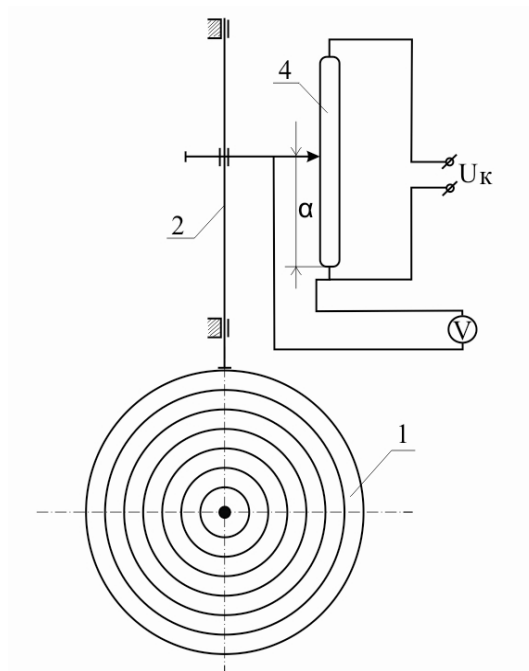
(1) теңдеуін СВ (СП) типті топтамалы тізіп орау машинасында ораманы тізіп орау уақытында орамасының тығыздығын анықтау үшін қолдануға болады.

Демек, тізіп орау орамасын таразыда өлшемей-ақ, орама тығыздығын анықтау үшін біруақытта негіз жіптің нақты ұзындығын және ораманың ағымдағы радиусын өлшеу арқылы тығыздықты есептеп шығаруға болады.

Осы мақсатта негіз жіптің ұзындығын өлшеу үшін СВ (СП) типті топтамалы барабансыз тізіп орау машинасының ұзындық өлшеуші есептегіші қолданылған, ал ораманың ағымдағы радиусын анықтау үшін 1-суретте көрсетілген арнайы құрылым жасалынды. Құрылымда ораманың радиусының өзгеруін үзіліссіз бақылау үшін арнайы сезбе қолданылған.

Құрылым сезбесі ретінде өндірісте қолданыс тауып жатқан Burster фирмасының (Германия) потенциометрлік сезбесі қолданылды (2-сурет).

Өлшеу кезінде сезбенің өзегінің 2 ұшы тізіп орау білігінің 1 бетіне тақалып тұрады (2-сурет), орамның орау процесінде диаметрінің өзгеруі кезінде өзек ілгері қозғалыс алады, бұл сызықты қозғалыс мөлшері потенциометрлік сезбеден 4, электр кернеуі түрінде V_u сызықтық жылжуға мөлшерленген өлшегіштен белгіленіп отырады.



Сурет 1. Ораманың диаметрін орау процесінде өлшейтін құрылым



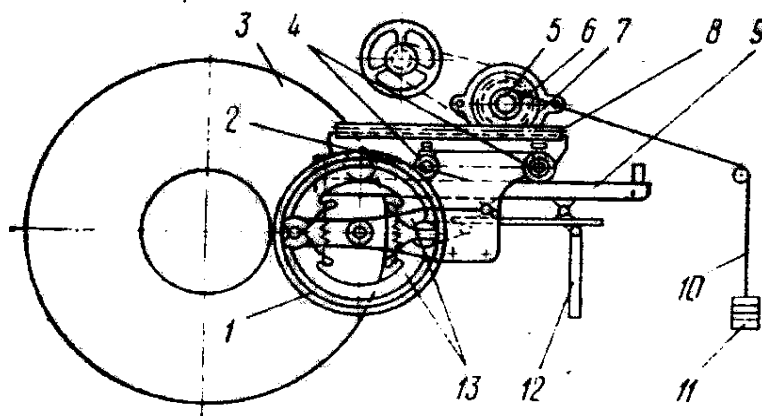
Сурет 2. Потенциометрлік сезбенің сырт көрінісі

Тізіп орау білікшесі орамасының тығыздығын тұрақты сақтау үшін төмендегі шарттарды қамтамасыз ету қажет:

$$\frac{L}{R^2 - R_0^2} = const, \quad (2)$$

Енді СП – 140 типті топтамалы барабансыз тізіп орау машинасының орау механизмінің жұмысын қарастырып, машинаның құрылысы, жұмыс орындау кезінде (2) шартты қаншалықты қамтамасыз ететінін анықтау қажет.

СП-140 машинасында орамның тығыздығын қамтамасыз ететін арнайы нығыздау білігі қолданылады (3-сурет). Нығыздаушы білік шарикті мойынтіректе айналатын білікке отырғызылған. Біліктің жұмыс бөлігі қағаз-бакелитті түтік түрінде жасалып оське отырғызылған. Біліктің ішінде машинаны іске қосарда тежеуілдететін қамытты тежеуілдеткіштер орналастырылған. Нығыздаушы білік 1 қозғалмалы күймеге 2 орналастырылған. Нығыздаушы білік күймемен бірге тізіп орау ораманың 3 орау радиусы өсуіне сәйкес, тығыршықтарымен 4 бағыттаушы рельсте 9 горизонталь бағытта жылжиды.



Сурет 3. Нығыздаушы білік құрылғысының сызбасы

Нығыздаушы біліктің тізіп орау орамын қысуы осьте 5 отырғызылған, блок 6 арқылы шынжырмен 10 жалғанған жүктің 11 әсерімен орындалады. Осы нығыздаушы білік отырғызылған осьте тегершік 7 бекітілген. Ол күйменің 2 тісті білеуімен 8 ілініскен.

Қондырғының кемшілігі орама диаметрінің өсуіне байланысты тізіп орау білікшесіне тұрақты тығыздықты қамтамасыз ете алмауында болып табылады, өйткені тізіп орау және нығыздағыш білікшелердің аралығындағы қысу күштері өзгермейді (тұрақты болып қалады), ал бұл өз кезегінде тізіп орау білікшесіндегі ораманың диаметрі өскен сайын, ондағы ораманың тығыздығы өзгеріске ұшырайды: бастапқыда орама тығыздығы максималды болса, ал соңына қарай тығыздығы минималды болады.

Дегенмен, аталған құбылыс қисық сызықты жағдайда өзгереді, бұл жағдай төменде келтірілген өлшеп, есептеу арқылы көрсетуге болады.

Өлшеудің дәлдігін арттыру мақсатында әрбір тәжірибелік өлшеу 5 рет қайталанып, орындалып олардың арифметикалық орташа мәні талдауға қабылданды.

Тәжірибе зерттеулері келесі мәндерді қамтамасыз ете отырып орындалды:

- тізіп орау сызықтық жылдамдығы $\vartheta = 7,5 м/с$, $\vartheta = 5,83 м/с$;
- 25 тексті иірім жіптер саны 400;
- орамамен нығыздаушы білік арасындағы сығу күші $Q = 750 Н$.

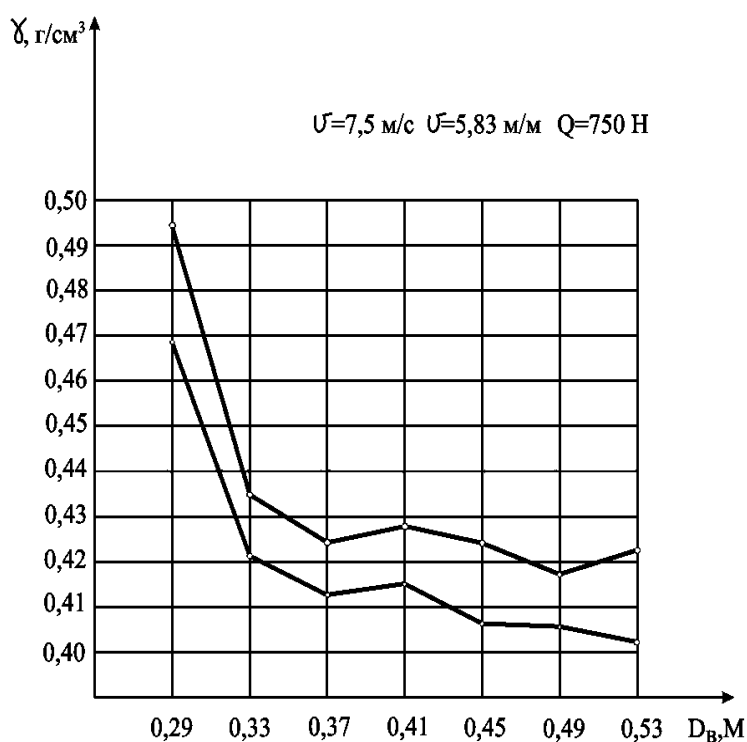
Сонымен, $D_{B(\min)} = 0,29 м$ -ден $D_{B(\max)} = 0,53 м$ -ге дейін өзгертін, әртүрлі мәндегі шамалар D_B үшін өлшеу жасалынды. Тәжірибелік өлшеп есептеу бойынша, СП – 140 топтамалы барабансыз тізіп орау машинасында 25 тексті иірім жіптер үшін орама тығыздығы тізіп орау білікшесінде оралатын жіптер саны $z \approx 400$ болған жағдайда, тізіп орау және нығыздаушы білікшелердің тұрақты қысу күші барысында $Q = 750 Н$ өзгеруі 1-кестеде келтірілген.

1-кестенің негізінде орама тығыздығының диаметрінің өзгеруіне қатысты график тұрғызылды $y - f(D)$ 4 (4-сурет).

Кесте 1

Тізіп орау білікшесіндегі орама тығыздығы (автоматты реттеусіз)

| Орама диаметрі, D_B , мм | Қысу күші, Q, Н | Орама тығыздығы, γ , г/см ³ | |
|-------------------------------|--------------------|---|----------------------------------|
| | | $\mathcal{G} = 7,5 \text{ м/с}$ | $\mathcal{G} = 5,83 \text{ м/с}$ |
| 0,29 | 750 | 0,495 | 0,468 |
| 0,33 | | 0,436 | 0,421 |
| 0,37 | | 0,423 | 0,412 |
| 0,41 | | 0,428 | 0,413 |
| 0,45 | | 0,422 | 0,406 |
| 0,49 | | 0,419 | 0,405 |
| 0,53 | | 0,42 | 0,40 |



Сурет 4. Орама тығыздығының өзгеруінің сызбасы

4-суреттегі сызбадан $\gamma = f(D_B)$ тізіп орау білігінің тығыздығы орау басында үлкенірек болса, кейінгі орам диаметрінің үлкеюіне байланысты, тығыздықтың мөлшері де азая береді. Бұл жағдай, тізіп орау білігіне, машинада қолданған, нығыздаушы біліктің қысу күшінің қажетті заңдылықты қамтамасыз етпейтінін көрсетеді.

4-суреттегі сызба қисық сызықты тәуелділікті көрсетіп тұр, демек (2) шарт қамтамасыз етілмейді. (2) шартты қамтамасыз ету үшін СВ (СП) типті тізіп орау машинасындағы тізіп орау білікшесінің орамының тығыздығын реттеп отыру қажет.

Осы зерттеумен қатар, нығыздаушы біліктің тізіп орау білігіне қысу күшін орау процесінде белгілі заңдылықпен өзгеруін қамтамасыз ететін,

автореттегішті қолданып зерттеу жүргізілді. Зерттеу алғашқы (жоғарыда келтірілген) мәндермен орындалды.

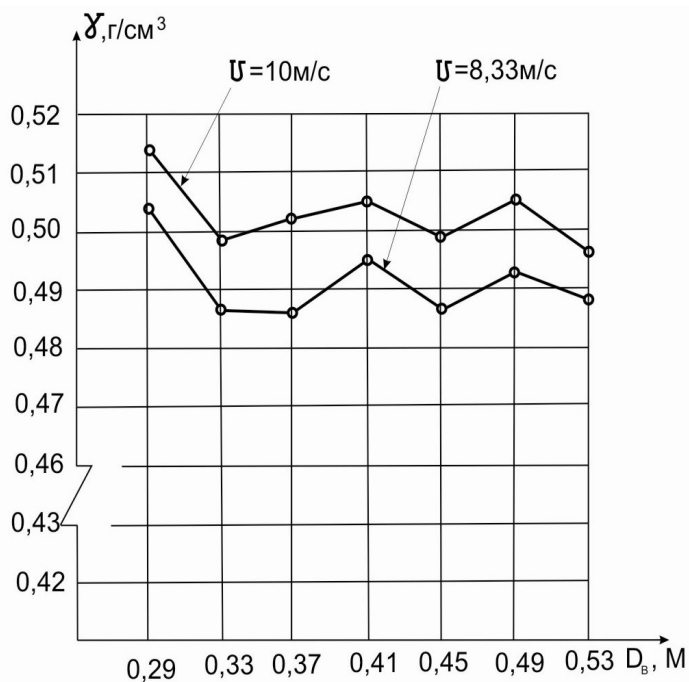
Ораманың тығыздығын тәжірибе жүзінде анықтау да жоғарыда келтірілген ретпен орындалып, нәтижесі 2-кестеде келтірілді.

Кесте 2

Тізіп орау білікшесіндегі ораманың тығыздығы (автореттеуішпен)

| Орама диаметрі, D_B , м | Қабатаралық қысу (константа), q , Н/см | Қысудың жалпы күші, Q , Н | Орама тығыздығы, λ , г/см ³ | |
|---------------------------|--|-----------------------------|--|------------------------------------|
| | | | $\vartheta = 10 \text{ м / мин}$ | $\vartheta = 8,33 \text{ м / мин}$ |
| 0,29 | 5,34 | 252,78 | 0,514 | 0,507 |
| 0,33 | | 353,6 | 0,465 | 0,449 |
| 0,37 | | 440,5 | 0,545 | 0,440 |
| 0,41 | | 520,55 | 0,450 | 0,437 |
| 0,45 | | 596,5 | 0,452 | 0,438 |
| 0,49 | | 669,7 | 0,448 | 0,436 |
| 0,53 | | 743 | 0,446 | 0,434 |

Осы кестенің нәтижесінде тығыздықтың ораманың диаметрінің өзгеруіне сәйкес сызбалар $\gamma = f(D_B)$ тұрғызылды (5-сурет).



Сурет 5. Автореттегіштің және бумен өңдеудің әсерінен ораманың тығыздығының өзгеру сызбасы

5-суретте келтірілген сызбалар автореттегіштің әсерінен нығыздаушы біліктің орама білігіне берілген заңдылықты қамтамасыз етіп бірқалыпты қысуының нәтижесінде, орау процесінде нығыздықты тұрақтандыруға

мүмкіндік береді. Бұл жағдайдағы, тізіп орау кезіндегі тығыздықтың өзгеруі бар-жоғы 5,2 % аспайды.

Айта кететін болсақ, автореттегішті қолдану нығыздықты тұрақтандырып қана қоймай, орамадағы нығыздық жоғарылап, орамадағы жіптердің де ұзындығы өседіні анықталды (3-кесте).

Кесте 3

СП – 140 машинасындағы тізіп орау білікшесінің сыйымдылығының көрсеткіші

| Нығыздаушы жүйелер | Тізіп орау жылдамдығы, м/с | Тәжірибе нәтижелері | | |
|--|----------------------------|--|---------------------------------|---|
| | | Ораманың шекті тығыздығы $\lambda, \text{гс/см}^3$ | Білікке оралған жіп ұзындығы, м | Тізіп орау білік сыйымдылығының мөлшері |
| Автореттеуішті орнатқаннан орама тығыздығы | 10 | 0,43...0,52 | 9400 | 5,53 |
| Автореттеуішті орнатқаннан кейін орама тығыздығы | 10 | 0,51 | 9920 | 5,81 |
| Бумен жылумен өңдеу құрылымын автореттегішпен бірге орнатқандағы орама тығыздығы | 10 | 0,62 | 12059 | 6,72 |

Тізіп орау процесінде бумен жылуды, автореттегішпен бірге қолдану ораманың сипаттамасын көп жақсартатынын жоғарыда берілген тәжірибе шарттарын орындап, жүргізген зерттеу нәтижелері көрсетеді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бисярина, К.Н. Аналитическое и экспериментальное определение изменения плотности намотки при формировании ткацкого навоя на шлихтовальной машине [Текст] / К.Н. Бисярина // Известия ВУЗов: Технология текстильной промышленности. – 1965. – №4. – С. 75-80.
2. Джаманкулов, А.К. Кинематический анализ процесса наматывания пряжи на сновальный валик машины СП-180 [Текст] / А.К. Джаманкулов // Материалы международной научно-практической конференции «Современные проблемы свободной экономической зоны «Оңтүстік», науки, производства и подготовки кадров в легкой и текстильной промышленности». – Тараз: Таразский гос. ун-т им. М.Х. Дулати, 18-19 май, 2006 г. – С. 29-32.
3. Молчанов, А.С. Технологические измерения и КИП в текстильной промышленности [Текст] / А.С. Молчанов, Я.М. Ребарбар, В.П. Хавкин. – М.: Легкая индустрия, 1969. – 304 с.
4. Джаманкулов, А.К. К вопросу динамики сновальной машины СП-180 [Текст] / А.К. Джаманкулов, Е.П. Зыкова // Материалы международной научно-технической конференции «Инновации в образовании, науке и технике», 22-23 июня, 2006 г. [посвящ. 100-летию первого ректора

- ФПИ-КТУ проф. Г.А. Сухомлинова]. Т. 3. – Бишкек: Киргизский гос. технич. ун-т им. И. Раззакова, 2006. – С. 200-203.
5. Гефтер, П.Л. Оценка точности измерения длины основы при партионном сновании [Текст] / П.Л. Гефтер, В.Г. Песня [и др.] // Текстильная промышленность. – 1980. – №9. – С. 34-35.

Материал редакцияға 03.04.13 түсті.

M.Sh. Shardarbek, Zh.M. Anarbayev, K.T. Makhanbetaliyeva

Taraz State University named after M.H.Dulati, Taraz, Kazakhstan

STUDY WINDING DENSITY IN THE RADIAL DIRECTION OF WARPING PACKING

The research on the constancy of the winding density warping packages, depending on the radius of the winding are considered.

Keywords: warping packages, winding, winding density.

УДК 637.5.04

А. Г. Шлейкин

Д-р мед. наук, проф.

Научно-исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, г. Санкт-Петербург, РФ

РАЗРАБОТКА УПАКОВОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Проанализированы литературные и собственные данные, посвященные упаковочным материалам, применяемым в хранении и консервировании пищевого сырья и продуктов. Обоснована необходимость новых научно-технических решений и внедрения их в практику производства на предприятиях пищевой и перерабатывающей промышленности. В настоящее время плёнообразующие материалы, применяемые для упаковки пищевых продуктов, производятся преимущественно на основе синтетических композитов. Ведущая тенденция научных разработок в этом направлении – создание биodeградируемых покрытий, обладающих консервирующими свойствами. Для этой цели предлагаются белоксодержащие полимеры, получаемые с помощью трансглутаминазы.

Ключевые слова: пищевые продукты, упаковочные материалы, синтетические плёнки, биополимеры, трансглутаминаза.

К числу первоочередных, фундаментальных задач государственной политики в области сельского хозяйства относится повышение доходности производства и инвестиционной привлекательности современного агропромышленного комплекса, что требует разработки новых научно-технических решений и внедрения их в практику производства [1]. Сегодняшний уровень состояния пищевой и перерабатывающей промышленности не отвечает

современным требованиям. Одна из причин низкой эффективности пищевой отрасли – высокие потери продукции на пути от производителя до потребителя, достигающие 35-40 % общего объёма сельскохозяйственного производства [2].

Главная причина значительных потерь сельскохозяйственной продукции заключается в недостатке эффективных и в тоже время недорогих материалов для изготовления защитных покрытий, обладающих консервирующими свойствами. Нерешёнными остаются также проблемы утилизации вторичных ресурсов, отходов пищевых производств и необходимость снижения экологической нагрузки на окружающую среду. Особенно это касается синтетических упаковочных материалов. Перспективным решением для данной проблемы представляется разработка биodeградируемых составов, с целью выработки из них съедобных, не загрязняющих окружающую среду, покрытий и упаковочных материалов для пищевого сырья и продуктов питания. Следовательно, разработка научных основ создания новых материалов для высокотехнологичных способов хранения и консервирования сельскохозяйственного сырья и продуктов питания с сохранением их пищевой и биологической ценности, является актуальной научно-технической и народно-хозяйственной задачей.

В настоящее время в мировой практике используются различные плёнообразующие материалы для упаковки пищевых продуктов, которые производятся как на основе синтетических, так и биогенных композитов.

С целью получения прочных композиций предлагаются материалы смешанного состава. Для придания упаковочным плёнкам требуемых технологических свойств в ряде случаев в них включают неорганические компоненты, например, металлы и их окислы [3], что объясняется антибактериальными свойствами металлоорганических материалов [4]. Учитывая недостаточно изученные стороны влияния неорганических окислов на химическую безопасность сырья и продуктов, а также известные неблагоприятные экологические последствия утилизации отходов, содержащих металлы и их соединения, включение окислов металлов в пищевые упаковочные материалы, на наш взгляд, нельзя считать всесторонне обоснованным.

Съедобные пленки могут быть получены из белков, полисахаридных и липидных веществ. Среди них наиболее привлекательными являются пленки на белковой основе. Они обладают более высокими барьерными свойствами по сравнению с плёнками, полученными из липидов и полисахаридов. Механические свойства упаковок на основе белков также выше, чем у полисахаридных и липидных аналогов, потому что белки состоят из 20 различных мономеров, которые придают полипептидному полимеру широкий спектр функциональных свойств и высокий межмолекулярный связывающий потенциал. Однако слабая устойчивость белковых пленок к водяному пару и низкая механическая прочность, по сравнению с синтетическими полимерами, ограничивают их применение в пищевых упаковках. Тем не менее, плёнки на белковой основе получили распространение в последние годы в качестве пищевых упаковочных материалов из-за ряда преимуществ по сравнению с синтетическими пленками. Они могут использоваться, в частности, для индивидуальной упаковки небольших порций пищевых продуктов, например орехов и других сыпучих изделий. Кроме того, съедобные плёнки могут применяться и внутри гетерогенных продуктов на границах между различными слоями компонентов, в частности, для предотвращения увлажнения слоёв и миграции влаги в таких продуктах, как пицца, пироги и конфеты. Белковые пленки могут функционировать в качестве носителей антимикробных веществ и

антиоксидантов. Благодаря своим механическим и барьерным свойствам съедобные пленки на основе белков могут в ряде случаев заменять синтетические полимерные плёнки. В своем естественном, нативном состоянии, белки обычно существуют в виде волокнистых (фибриллярных) или глобулярных структур. Белки первого типа нерастворимы или плохо растворяются в воде и служат в качестве основных структурных материалов тканей животных. Глобулярные белки растворимы в воде или водных растворах кислот, оснований или солей. Они широко распространены и функционируют в различных живых системах. Среди волокнистых белков наибольшее распространение для производства плёнок получил коллаген. Некоторые глобулярные белки, в том числе белки пшеничной клейковины, зеин кукурузы, соевые и сывороточные белки также были исследованы в качестве компонентов для изготовления плёнок. Съедобные пленки на основе белков обычно формируются из белковых растворов. В качестве растворителя используются вода, спирты или их смеси. Как правило, белки должны быть денатурированы, чтобы сформировать пространственные удлиненные структуры, которые требуются для образования пленки. После удлинения, белковые цепи можно связать посредством водородных, ионных, гидрофобных и ковалентных связей. Цепь – цепочечные взаимодействия, которые делают плёнки более плотными, зависят от степени удлинения цепи, характера и последовательности аминокислотных остатков. Равномерное распределение полярных, гидрофобных и/или тиоловых групп вдоль полимерной цепи увеличивает вероятность соответствующих взаимодействий. В результате межцепочечных взаимодействий плёнки становятся более прочными, но менее гибкими и менее проницаемыми для газов, паров и жидкостей. Полимеры, содержащие группы, которые могут связываться посредством водородных или ионных связей, образуют плёнки, являющиеся барьером для кислорода, но они чувствительны к влаге. Следовательно, белковые пленки, могут служить хорошими барьерами по отношению к кислороду при низкой относительной влажности. В то же время полимеры, в которых преобладают гидрофобные группы, являются слабыми барьерами для кислорода, но устойчивы к действию влаги. Однако тот факт, что белки не являются полностью гидрофобными и содержат преимущественно гидрофильные аминокислотные остатки, ограничивает их влагоудерживающие барьерные свойства. Создание белковых съедобных пленок с низкой паропроницаемостью требует добавления в них гидрофобных компонентов. Это аналогично ситуации с синтетическими полимерами. Чтобы ограничить проницаемость воды, полимеры должны быть или сополимеризованы с гидрофобным полимером, или введены между слоями гидрофобного полимера. Из-за паропроницаемости и низкой механической прочности съедобные пленки на основе белков находят ограниченное применение в упаковке пищевых продуктов по сравнению с более распространёнными, синтетическими. В связи с этим необходимы изыскания для улучшения физико-химических качеств белковых пленок путём модификации белковых структур химическими и ферментативными методами, а также совмещения их с гидрофобными полимерными материалами.

Таким образом, модификация белковой основы плёнок должна быть направлена, прежде всего, на повышение механической прочности и барьерных свойств упаковочного материала по отношению к влаге [5].

Применение ферментов в технологиях переработки белкового сырья позволяет получать продукты с регулируемыми функциональными и технологическими свойствами. Наибольшее применение в пищевых

производствах находят ферменты, катализирующие реакции гидролиза или окисления биосубстратов [6]. Новая отрасль промышленной энзимологии возникла в начале 20 века, когда было открыто семейство ферментов, катализирующих образование внутри- и межмолекулярных связей в белках, которые получили название трансклутаминазы (ТГ) [7]. В настоящее время препараты ТГ, получаемой из микроорганизмов, находят всё более широкое применение в переработке сырья растительного и животного происхождения. Как показали наши исследования, применение ТГ не только придаёт продуктам новые технологические свойства, но и оказывает влияние на их биологическую ценность [8]. Выявлено, в частности, снижение аллергенности белков, обработанных этим ферментом [9]. С помощью ТГ удаётся конструировать пищевые системы сложного сырьевого состава, утилизировать белки, обладающие высокой биологической ценностью, но по существующим технологиям, часто выбрасываемым в отходы производства [10]. К их числу относятся белки сыворотки молока. Обработка сывороточных белков ТГ приводит к формированию более упругой и вязкой гелеобразной сети, чем у аналога, полученного из изолятов сывороточных белков без применения фермента [11]. Использование микробной ТГ в процессе выработки гелей из рыбных белков с добавлением растительных пищевых волокон позволяет получать продукты с улучшенными реологическими и текстурными характеристиками [12]. Съедобные пленки из хитозана с различными концентрациями сывороточного белка готовили в отсутствие или в присутствии микробной ТГ в качестве сшивающего агента. Пленки, полученные в присутствии фермента, показали низкую растворимость в широком диапазоне рН, более низкую степень набухания, и хорошие способности к биотрансформации при обработке протеазой. Применение ТГ увеличивает механическую прочность и снижает деформацию плёнок. И, наконец, было обнаружено, что эффективность барьера по отношению к кислороду и диоксиду углерода в сшитых ферментом пленках повышается, а проницаемость для воды снижается. Эти данные подтверждают перспективность применения ТГ для регуляции механических свойств и проницаемости плёнок, содержащих белки. [13]. В свою очередь, обработка ферментом хитозан-овальбуминовых плёнок снижает их растворимость в воде; одновременно увеличиваются механическая прочность, барьерные свойства плёнок по отношению к газам и пару, а также снижается степень набухания [14]. Аналогичные результаты были продемонстрированы при обработке препаратом ТГ рыбьего желатина – потенциальной альтернативе желатину млекопитающих [15]. В частности, было показано, что под действием фермента значительно увеличивается разрывное усилие при одновременном снижении эластичности получаемых плёнок; отмечено также увеличение барьерных свойств плёнки по отношению к различным газам, тогда как на проницаемость для водяного пара обработка плёнки препаратом ТГ действия не оказывала.

По данным разных авторов обработка плёночного материала препаратами ТГ давала разные результаты в зависимости от используемого белка в составе пленки, а также наличия таких композитных материалов, как хитозан или пектин. Однако практически во всех случаях наблюдалось улучшение барьерных и механических характеристик плёнок, а также снижение прозрачности. Так, в случае использования концентрата сывороточного белка, соевого изолята и их смесей в различных соотношениях наблюдалось снижение проницаемости, как для кислорода, так и для водяного пара, однако удлинение при разрыве в этих условиях увеличивалось [16]. В то же время при использовании смеси желатина

и казеина паропроницаемость в некоторых случаях снижалась [17]. Снижение паропроницаемости, а также уплотнение полимерной структуры наблюдались и при обработке препаратом ТГ пленок, созданных на основе казеината натрия [18]. На основании изложенного можно заключить, что совершенствование состава, свойств и расширение путей применения пищевых и упаковочных материалов требуют дальнейшего изучения. Пленки, полученные на основе белка, могут служить экологичной альтернативой для существующих в настоящее время аналогов. Применение для производства плёнок белков, входящих в состав отходов производства, будет снижать себестоимость продукции, повышать рентабельность производств и конкурентоспособность отечественных продуктов питания.

Заключение

Сравнительный анализ состава и свойств различных пищевых плёнок обосновывает перспективное направление исследований по разработке новых биodeградируемых упаковочных материалов с заданными структурно-механическими свойствами. В качестве основы материала предлагается использовать малоценные белки с применением ферментного препарата в качестве сшивающего агента, позволяющего регулировать технологические и барьерные свойства упаковочного материала. Исследования состава и свойств биополимеров смешанного состава являются направлением дальнейшей работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Серёгин, С.Н. О государственной политике в области развития биоэнергетики в Российской Федерации [Текст] / С.Н. Серёгин // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – №12. – С. 8.
2. Сизенко, Е.И. Неотложные задачи пищевой и перерабатывающей промышленности [Текст] / Е.И. Сизенко // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – №6. – С. 8.
3. Lin et al. Effect of particle morphology on the properties of nanoZnO/polypropylene composites // *Advanced Composite Letters*. – 2009. – 8(3). – P. 77.
4. Nafchi et al. Antimicrobial, rheological, and physicochemical properties of sago starch films filled with nanorod zinc oxide // *J. of Food Engineering*. – 2012. – 113(4). – P. 511.
5. Bourtoom T. Review Article. Edible protein films: properties enhancement // *International Food Research Journal*. – 2009. – 16. – P. 1.
6. Robert J. Whitehurst and Maarten van Oort. *Enzymes in Food Technology*. 2nd ed. – Blackwell Publishing Ltd. – 2010.
7. Шлейкин, А.Г. Эволюционно-биологические особенности трансклутаминазы [Текст]: структура, физиологические функции, применение / А.Г. Шлейкин, Н.П. Данилов // *Журнал эволюционной биохимии и физиологии*. – Т. 47. – №1. – 2011. – С. 3.
8. Shleikin A.G., Krasnikova L.V., Danilov N.P. Substrate specificity of transglutaminase. Influence of transglutaminase on milk whey protein cross-linking // *Food technology operations. New Vistas, monography* / eds. W. Kopeć and M. Korzeniowska. – Wrocław. – 2009. – P. 101.
9. Shleikin A., Danilov N. Modification of food products properties by use of transglutaminase. Original Research // *Procedia Food Science*. – 2011. – 1. – P. 1568.

10. Шлейкин, А.Г. Влияние трансклутаминазы на связывание сывороточных белков [Текст] / А.Г. Шлейкин, Н.П. Данилов, Л.В. Красникова // Пищевая промышленность. 2009. – №7. – С. 9.
11. Ahmed et al. Polymerization and Gelation of Whey Protein Isolates at Low pH Using Transglutaminase Enzyme // J. Agric. Food Chem. – 2004. – 52. – P. 4456.
12. Cordoso et al. Effect of dietary fibre and microbial transglutaminase addition on the rheological and textural properties of protein gels from different fish species // J. of Food Engineering. – 2012. – 113. – P. 520.
13. Prospero Di Pierro et al. Chitosan-Whey Protein Edible Films Produced in the Absence or Presence of Transglutaminase: Analysis of Their Mechanical and Barrier Properties // Biomacromolecules. – 2006. – 7. – P. 744.
14. Pierro P. Transglutaminase – catalyzed preparation of chitosan – ovalbumin films // Enzyme and Microbial Technology. – 2007. – 40. – P. 437.
15. Yi J. B. et al. Influence of Transglutaminase-Induced Cross-Linking on Properties of Fish Gelatin Films. J. of Food Science JFS E: Food Engineering and Physical Properties. – 2006. –71. – P. 9.
16. Bruno M. Engineering Properties of Edible Transglutaminase Cross-Linked Caseinate – Based Films // Food and Biopr. Tech. – 2008. – 1. – P. 393.
17. Mariniello L, Di Pierro P, Esposito C, Sorrentino A, Masi P, Porta R. Preparation and mechanical properties of edible pectin - soy flour films obtained in the absence or presence of transglutaminase // J. of Biotech . – 2003. – 102. – P. 191.
18. Mariniello L, Porta R. Transglutaminases as Biotechnological Tools / Eds. Mehta K, Eckert R. Transglutaminases // Prog. Exp. Tum. Res. – Basel, Karger. – 2005. –38. – P. 174.

Материал поступил в редакцию 15.05.13.

A.G. Shleikin

*National Research University of Information Technology, Mechanics and Optics,
Saint-Petersburg, Russia*

DEVELOPMENT OF A NEW GENERATION OF PACAGING COATINGS FOR FOOD PRODUCTS

The literature and own data dedicated for packaging materials used in the storage and preservation of food products and raw materials were analyzed. It was based the necessity of new technological solutions and put them into practice of the food manufacturing and processing industry. The currently used film forming materials for food packaging are made mainly from synthetic composites. The leading trend of scientific developments in this direction is the creation of biodegradable coatings with preservative properties. For this aim the protein containing polymers derived by help of transglutaminase are proposed.

Keywords: foods, packaging materials, synthetic films, biopolymers, transglutaminase.

