

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

№ 1 (43)
Қаңтар-наурыз
2014 ж.

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. 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 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 10.04.2014. Форматы 70x180/16. Шартты баспа
табағы 11,7. Тираж 300 дана. Тапсырыс 1132.

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

© М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, 2014

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

№ 1 (43)
Январь-март
2014 г.

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. 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 и компьютерная верстка Е.И. Атенов

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 10.04.2014. Формат 70×180/16. Усл. печ. л. 11,7. Тираж
300 экз. Заявка 1132.

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

© Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, 2014

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

№ 1 (43)

January-March
2014

Editor in chief I.I. Bekbasarov

Deputy Editor in Chief D.K. Jakiyaev

Editorial board: N.A. Abiev, K.I. Badanov, I.I. Bekbasarov,
T.P. Gerasimovich, N.A. Gorbatovskaya, D.K. Jakiyaev, 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 10.04.2014. Form 70×180/16. Cond. print. sh. 11.7. Edition 300 copies. Application 1132.

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, 2014

МАЗМҰНЫ / СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

Алимжанов А.М. Модель неоднородного упругопластически деформируемого массива горных пород с подземной выработкой	5
Байешов Б.Т., Сейтпахиева А.Т., Байешов Б.Б. Қазақстанның «Аспан қыздарына» арналған арнайы киімді ұлттық нақышта жетілдіру	11
Баранов Н.Н., Али Аль-Робай А.А. О давлении под подошвой фундаментов сооружений на покровной толще аллювиальных отложений	15
Бекбасаров И.И., Исаков Г.И., Садыков А.Б. Результаты исследований погружаемости, энергоемкости и несущей способности моделей свай с разной формой острия	18
Бекбасаров И.И., Исаков Г.И., Садыков А.Б. Результаты исследований погружаемости, энергоемкости и несущей способности моделей свай с разной продольной формой	23
Горбатовская Н.А., Калинин Н.К. Технологические основы переработки зерна риса отечественных сортов	28
Джамалбекова А.Д. Ақ бидай және жасымық ұндарының композитті қоспаларынан камырдың физикалық және құрылымдық-механикалық қасиеттерінің өзгеруі	33
Жақаш Ә.Т., Джакашева Э.А., Кудасва И.Р. Екінші ретті теңдеулердің орнықтылығы мен орнықсыздық облысы	39
Жақаш Ә.Т., Джакашева Э.А., Кудасва И.Р. Сызықты теңдеулер жүйесі үшін тиімді ырықтанатын есептерді шешу	44
Жетимекова Г.Ж., Турмуратова Д.А. Электрондық оқулықтарын пайдалану арқылы оқыту үрдісін жетілдіру	49
Каримова Г., Касымова М., Горбатовская Н.А. Технология лечебно-профилактических каш на основе сухого кобыльего молока	54
Левицкий И.А., Папко Л.Ф., Дяденко М.В. Стекловидные материалы для изделий волоконной оптики	59
Лугачев А.Е., Гуляев Р.А., Мардонов Б.М. Теоретические аспекты процесса увлажнения хлопка-сырца движущегося по наклонной плоскости лотка в агрегате УХК	67
Мусаева М.М., Ханходжаева Н.Р., Мукимов М.М. Разработка строения и способа получения трикотажа изнаночного двуластичного переплетения	72
Омаров А.М., Попова Н.В., Есендаулетова Ж.Т. Моделирование и реализация сетевой задачи на основе метода последовательного анализа	76
Отуншиева А.Е., Онлабекова А.Т. Тамақ өнімдері қауіпсіздігі менеджмент жүйесін енгізу негізінде сүт өнімдерінің қауіпсіздігі мен сапасын басқару	83
Павлюкевич Ю.Г., Мачучко С.К., Шабан В.К.	88

Термодинамический анализ образования муллита в керамических массах	
Садмбаев А.К., Кенжеходжаев М.Д., Самратов Д.К.	
Определение частоты свободных колебаний рабочего органа вибросепаратора с нелинейной характеристикой восстанавливающей силы	95
Сейтбекова Г.А., Омарова Н.А., Кадирбекова А.А.	
Изучение строения гетерополиядерного железохромового комплекса методами термического и рентгенофазового анализов	99
Сейтбекова Л.Р., Баяндиев Е.Н.	
Операторлы коэффициентті жартылай шенелмеген дифференциалдық оператордын резольвентасының қасиеттері	103
Тлесбаев Н.Н., Шолак Ә.Ә.	
Фосфогипсті аммоний тұзы ерітінділерімен ыдырату процесін зерттеу	107
Унайбаев Б.Б., Унайбаев Б.Ж., Ермолаева К.А.	
Методология застройки обширных территорий Казахстана, сложенных засоленными грунтами	111
Шолак А.А., Иргебаева Ш.	
Влияние температуры и нормы расхода серной кислоты на степень разложения флотационного отхода	115
Шолак А.А., Тлесбаев Н.Н.	
О возможности использования производственного отхода фосфогипса в качестве вторичного сырья	121
Наш юбиляр	
<i>Семернину А.Н. – 60 лет</i>	125

УДК 539.3

А.М. Алимжанов

*Д-р ф.-м. наук, профессор
РГП «Институт механики и машиноведения им. акад. У.А. Джолдасбекова»
КН МОН РК, г. Алматы*

МОДЕЛЬ НЕОДНОРОДНОГО УПРУГОПЛАСТИЧЕСКИ ДЕФОРМИРУЕМОГО МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД С ПОДЗЕМНОЙ ВЫРАБОТКОЙ

В настоящей работе разработана модель неоднородного упругопластически деформируемого горного массива, в котором механические (прочностные и деформационные) характеристики породы являются непрерывными и дифференцируемыми функциями координат и параметров нагружения, а физические свойства массива описываются двухзвенной ломанной на диаграмме напряжение-деформация (наклонная и горизонтальная части соответствуют линейно-упругому и идеально-пластическому состоянию), которая почти вертикально изменяет свое положение в процессе нагружения. Данная модель может послужить основой для расчета НДС и прочности пород приконтурной зоны содержащихся в неоднородном массиве подземных выработок.

Ключевые слова: горный массив, модель неоднородного упругопластически деформируемого горного массива, подземная выработка.

При расчетах подземных сооружений на прочность или устойчивость вводится предположение об однородности окружающего массива. Между тем во многих случаях механические свойства пород приконтурной зоны подземных сооружений распределены неравномерно (изменяются по координатам). Зачастую неоднородность пород приконтурной зоны связана с горно-строительным производством (буровзрывные работы, использование камуфлетных взрывов) или с эксплуатацией (наличие кольматационного экрана, воздействие агрессивных соединений или пластовых флюидов). На больших горизонтах элементы сооружений работают в условиях предельных значений действующих нагрузок. В связи с этим возникает необходимость рассмотрения модели неоднородного упругопластически деформируемого горного массива, позволяющего рассчитывать напряженно-деформированное состояние (НДС) и прочность пород приконтурной зоны содержащихся в массиве выработок.

1 Основные положения модели неоднородного упругопластически деформируемого массива горных пород

Рассмотрим модель неоднородного упругопластически деформируемого горного массива со следующими предположениями:

1) Механические (прочностные (σ_s) и деформационные (E)) характеристики породы являются непрерывными и дифференцируемыми функциями координат x_i ($i \leq 3$) и параметров нагружения χ_j , устанавливающих зависимость механических свойств от граничных условий, как это принято в работах [1, 2]

$$\sigma_s = \sigma_s(x_i, \chi_j), \quad E = E(x_i, \chi_j). \quad (1)$$

2) Физические свойства массива описываются двузвенной ломанной на диаграмме напряжение-деформация $\sigma_1 - \varepsilon_1$ (наклонная и горизонтальная части соответствуют линейно-упругому и идеально-пластическому состоянию), которая в процессе нагружения непрерывно изменяет свое положение (согласно (1)). Условие пластичности f (изотермическое и квазистатическое нагружение) и ассоциированный закон пластического деформирования имеют вид

$$f(\sigma_{ij}, \sigma_s(x_i, \chi_j)) = 0, \quad \varepsilon_{ij} = g \frac{\partial U}{\partial \sigma_{ij}} \quad (2), (3)$$

а закон Гука в упругой области записывается в виде

$$\varepsilon_{ij}^e = E(x_i, \chi_j)^{-1} \left((1 + \mu) \sigma_{ij} - \mu \delta_{ij} \sigma_{kk} \right) \quad (4)$$

Здесь σ_{ij} , ε_{ij} – компоненты тензоров напряжений и деформаций, $U(\sigma_{ij})$ – пластический потенциал, в качестве которого принимается функция f , g – некоторый множитель, E – модуль упругости, μ – коэффициент Пуассона, δ_{ij} – символ Кронекера.

3) Имеют место уравнения равновесия и совместности деформаций

$$\sigma_{ij,j} = 0, \quad \varepsilon_{ij} = \frac{1}{2} \left[\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right]. \quad (5)$$

Здесь u_i – компоненты вектора перемещений.

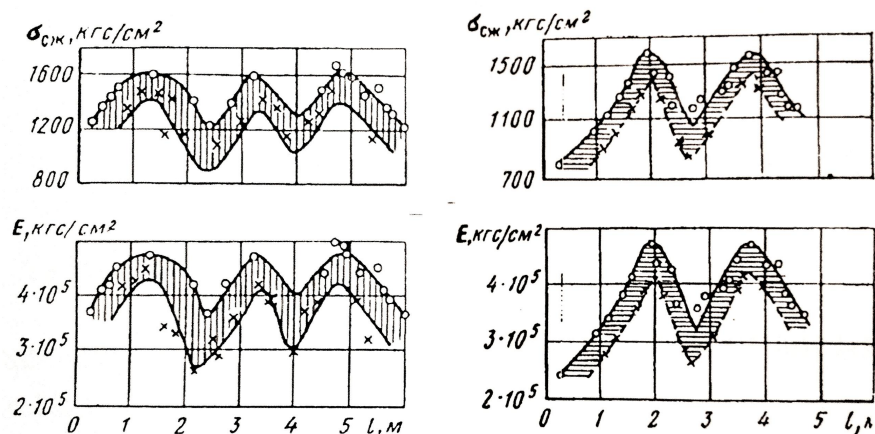
4) Прочностные (σ_s) и деформационные (E) свойства массива распределены прямо или почти прямо пропорционально, в каждой точке имеют место соотношения

$$\sigma_s(x_i, \chi_j) = cN(x_i, \chi_j)E(x_i, \chi_j). \quad (6)$$

Здесь c – некоторая константа материала, $N(x_i, \chi_j)$ – близкая к единице функция «отклонения». Согласно (6) диаграмма $\sigma_1 - \varepsilon_1$ изменяется в направлении, близком к вертикальному. Из (6) следует, что любое положение диаграммы $\sigma_1 - \varepsilon_1$ определяется различными значениями предельного напряжения σ_* , но некоторым фиксированным значением предельной упругой деформации ε_* .

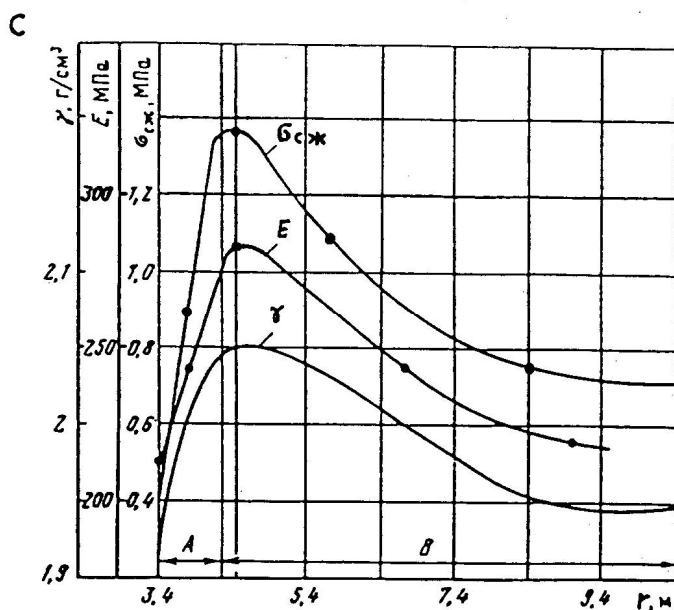
1) предположение позволяет решать задачу аналитическими методами; 2) – 3) предположения - моделируют рассматриваемый массив с помощью статических, геометрических и физических уравнений; 4) предположение выделяет негомогенные тела (прямо пропорциональное распределение) и исключает из рассмотрения гетерогенные тела (непропорциональное

распределение) как системы с внутренними напряжениями. В ряде работ [3-6] выявлен широкий класс неомогенных геоматериалов (алевролиты, аргилиты, известняки, песчаники, сланцы, глины, суглинки), получивших такие свойства в ходе горно-строительного производства или во время эксплуатации (рис. 1).



а)

б)



в)

- а) Песчаник на глубине 200м, $E = 300 \sigma_s$;
 б) Песчанистый сланец на глубине 200м, $E = 300 \sigma_s$;
 в) Скифская глина на глубине 156м, $E = 250 \sigma_s$.

Рис. 1. Примеры геоматериалов, слагающих неоднородный горный массив, с прямо пропорциональным распределением прочностных $\sigma_{сж}$ и деформационных E свойств

2 Основные соотношения модели неоднородного упругопластически деформируемого массива горных пород

Энергия упругой деформации в точках рассматриваемого массива будет, согласно (4), пропорциональна деформационным свойствам

$$W^e = E(x_i, \chi_j)^{-1} \left((1 + \mu) \sigma_{ij} \sigma_{ij} - \mu (\sigma_{kk})^2 \right). \quad (7)$$

При изотермическом квазистатическом нагружении условие пластичности f (2) можно представить в виде

$$f(\sigma_{ij}, \sigma_s(x_i, \chi_j)) = \bar{f}(\sigma_{ij}) - h(\sigma_s(x_i, \chi_j)),$$

где $\bar{f}(\sigma_{ij})$ – однородные функции порядка n своих аргументов.

Если условие прочности f совпадает с пластическим потенциалом, то в точках массива работа пластических деформаций пропорциональна прочностным свойствам:

$$\sigma_{ij} d\varepsilon_{ij}^p = dg \cdot n\bar{f}(\sigma_{ij}) = dg \cdot nh(\sigma_s(x_i, \chi_j))$$

или

$$\sigma_{ij} d\varepsilon_{ij}^p \sim \sigma_s(x_i, \chi_j) \quad (8)$$

где: $d\varepsilon_{ij}^p$ – компоненты тензора приращений пластических деформаций; dg – положительный скалярный множитель.

Введем понятие регулярной поверхности пластичности Σ^P в шестимерном пространстве напряжений, внутри которой $f < 0$. Согласно (2), (8), изолинии прочностных свойств $\sigma_s = \text{const}$ определяют в пространстве напряжений последовательность поверхностей Σ^P и выступают в роли параметра сопротивления неоднородного массива. При этом фазовое пространство тензора напряжений должно быть фиксированным при продвижении по нему поверхности Σ^P . Это налагает следующее условие на величину σ_s :

$$d\sigma_s = \frac{\partial \sigma_s}{\partial \chi_j} d\chi_j, \quad d\chi_j \neq 0, \quad dx_i = 0 \quad (9)$$

Приращение параметров $d\chi_j$ в (9) не является произвольным и отвечает определенному виду оптимального нагружения ($d\chi_j = d\chi_j^0$), например «шаровому» или пропорциональному.

На участках возрастания или постоянства прочностных свойств при выполнении условия (9) имеет место оптимальное активное нагружение. При этом справедлив ассоциированный закон (3) и имеют место соотношения

$$d\varepsilon_{ij}^p \neq 0, f = 0, df = \frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}} d\sigma_{ij} + \frac{\partial f}{\partial \sigma_s} d\sigma_s = 0, d^1f = \frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}} d\sigma_{ij} > 0. \quad (10)$$

Поверхность Σ^P в случае (10) равномерно расширяется как поверхность нагружения изотропно упрочняющегося упругопластического тела, но это вызвано не упрочнением горных пород, а их возрастающим сопротивлением.

Согласно (2), (9), разгрузка из состояния на Σ^P на участках возрастания или постоянства прочностных свойств определяется соотношениями

$$d\varepsilon_{ij}^p = 0, f = 0, df = d^1f < 0 \quad (11)$$

Поверхность Σ^P при разгрузке не изменяется.

На участках с убывающими значениями прочностных свойств пластическое деформирование будет неустойчивым. Оно определяется следующим образом:

$$\Delta\varepsilon_{ij}^p \neq 0, \int_0^{\Delta\sigma_{ij}} \frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}} d\sigma_{ij} < 0. \quad (12)$$

Компоненты ε_{ij}^p не являются определяющими параметрами условия пластичности (2), поэтому рассматриваемое явление (12) в отличие от процесса разупрочнения, сопровождается лишь неконтролируемым снижением уровня напряженного состояния, связанным с убывающим сопротивлением массива, когда поверхность Σ^P быстро и равномерно уменьшается до своего нового устойчивого состояния. При этом ассоциированный закон (3) не выполняется. Этот процесс является локальным, он не охватывает все тело, а ограничивается отдельным участком. В случае прекращения неустойчивого пластического деформирования, возможен процесс дальнейшего развития неупругой зоны.

При неоптимальном нагружении происходит необратимое искривление сетки изолиний прочностных свойств, при котором граница ЗНД характеризуется одним значением σ_s . Искривление фазового пространства тензора напряжений дает следующее условие для величины σ_s :

$$d\sigma_s = \frac{\partial \sigma_s}{\partial x_i} dx_i + \frac{\partial \sigma_s}{\partial \chi_j} d\chi_j, d\chi_j \neq 0, dx_i \neq 0 \quad (13)$$

Условие (13) в отличие от (9) определяется, прежде всего, приращением параметров нагружения $d\chi_j$. Приращения $d\chi_j$ в (13) являются произвольными, а приращения координат dx_i зависят от величины

отклонения между произвольными и соответствующими оптимальными приращениями $d\chi_j - d\chi_j^0$. При этом имеют место соотношения

$$f = 0, \quad df = 0. \quad (14)$$

Необратимое искривление сетки изолиний в той или иной степени охватывает весь массив. Это явление характеризует изменение структуры массива и сопровождающееся повышенным уровнем диссипации энергии, превышающем работу напряжений на пластических деформациях. Тогда можно записать

$$dQ > \sigma_{ij} d\varepsilon_{ij}^p \quad \text{или} \quad dQ = \sigma_{ij} d\varepsilon_{ij}^p + dQ_F \quad (15)$$

где: dQ – диссипация при неоптимальном нагружении; dQ_F – диссипация, связанная с необратимым искривлением сетки изолиний прочностных свойств.

В случае $dQ = dQ_F$ искривление сетки изолиний σ_s происходит без продвижения упругопластической границы по изолиниям σ_s . Соотношения (13) и (14) в этом случае остаются справедливыми.

Таким образом, рассматриваемая модель опирается на положения теории пластичности, но имеет особенности, обусловленные фактором неоднородности механических свойств материала.

Принятая модель может быть использована в расчетах различных неоднородных элементов конструкций и сооружений в строительстве, нефтегазовой, горнодобывающей и других отраслях промышленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алимжанов, М.Т. Упругопластическая задача, учитывающая неоднородность механических свойств материала [Текст] / М.Т. Алимжанов // Доклады АН СССР. – 1978, т.242. – № 6. – С. 1281-1284.
2. Алимжанов, М.Т. Устойчивость равновесия тел и задачи механики горных пород [Текст] / М.Т. Алимжанов. Алма-Ата: Наука, 1982. – 272 с.
3. Байконуров, О.А. К вопросу о взаимосвязи между прочностными и упругими свойствами джезказганских пород [Текст] / О.А. Байконуров, Н.П. Ерофеев. – Алма-Ата, 1976. – 137 с.
4. Борисовец, В.А. Неоднородности волнового характера в породах вблизи выработок, сооружаемых буровзрывным способом [Текст] / В.А. Борисовец // Шахтное строительство. – 1972. – №9. – С. 7-11.
5. Глушко, В.Т. Разрушение горных пород и прогнозирование проявлений горного давления [Текст] / В.Т. Глушко, В.В. Виноградов. – М.: Недра, 1982. – 192 с.
6. Савич, А.И. Упругие свойства пород в массиве вблизи горных выработок [Текст] / А.И. Савич // Изв. АН СССР, Физика Земли. – 1965. – №11. – С. 20-34.

Материал поступил в редакцию 30.04.14.

A.M. Alimzhanov

*RSE "Institute of Mechanics and Mechanical Engineering
named after acad. U.A. Dzholdasbekov" SC MES RK, Almaty***MODEL OF THE INHOMOGENEOUS ELASTIC-PLASTIC
DEFORMABLE ROCK MASSIF WHICH CONTAINED UNDERGROUND
WORKING**

In this paper we developed a model of non-homogeneous elastic deformable mountain range, in which the mechanical (strength and deformation) characteristics of the breed are continuous and differentiable functions of the coordinates and loading parameters, and physical properties of the array describes a two-tier breaks on the stress-strain diagram (inclined and horizontal parts correspond linearly and elastic-perfectly plastic state), which is almost vertically changes its position during loading. This model can serve as a basis for the calculation of VAT and the marginal zone of rock strength contained in a heterogeneous array of underground workings.

Keywords: mountain range, the model non-homogeneous elastic deformable rock mass winze.

УДК 675.04

Б.Т. Байешов¹, А.Т. Сейтпахиева², Б.Б. Байешов³*¹Техника ғылымдарының канд., ²Техника және технология магистрі, ³Студент
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қаласы***ҚАЗАҚСТАННЫҢ «АСПАН ҚЫЗДАРЫНА» АРНАЛҒАН
АРНАЙЫ КИІМДІ ҰЛТТЫҚ НАҚЫШТА ЖЕТІЛДІРУ**

Әуежайдағы стюардесса қыздарына арналған арнайы киімнің ерекшелігі, отандық әуежайдағы қазақ қыздарының стюардессаға, яғни «Аспан қыздарына» арналған арнайы киімді қазақи нақышта дайындап, қазақтың ұлттық ою-өрнектерін әлемге паш ету, сондай-ақ ұлттық құндылығымыздың осы салада айтарлықтай орын алатындығы көрсетілген.

Кілт сөздер: аспан қыздары, ою-өрнек, арнайы киімдер, ұлттық нақышта безендіру.

Қазіргі кездегі арнайы киімдер әр алуан және көп функционалды болып келеді. Жұмысшылар арнайы киімді күнделікті киетін болғандықтан ол көптеген қажеттіліктерді қамтамасыз етуі керек.

Киім адам денесін шаңнан, кірден, майдан қорғайды. Денені сыртқы факторлардың әсерінен жарақаттанудан сақтауға көмектеседі. Арнайы киімнің көмегімен жасанды микроклимат қамтамасыз етіледі, қажетті барлық ыңғайлы жағдайлар жасалады. Киімнің ішінде бірқалыпты температура және кішкене ылғалдылық болу керек. Арнайы киім үлкен эстетикалық талаптарға сай болуы тиіс, әдемі қалып бергені жөн, белгілі бір көңіл күйді қамтамасыз

етеді, нәтижесінде жұмысшының жұмысқа деген қабілеттілігін арттырады. Адамның денсаулығын сақтау мәселесінде арнайы киімнің мағынасы зор.

«Аспан қыздарына» арналған арнайы киімнің қасиеттері туралы көптеген жылдар жорамалап пікірлер айтылып келді. Жүн, жібек, мақта маталары адам денсаулығына пайдалы әсер етеді деген кесімді тұжырым беріледі. 20-шы ғасырдың 80-ші жылдары немістің профессоры В. Егора жүннен жасалған іш киімдер мен сыртқы киімдер денсаулыққа пайдалы және ұзақ өмір сүруді қамтамасыз етеді деп санаған. Арнайы киім жасалған материалдың гигиеналық қасиеттері матаның құрамымен анықталынады деген ғылыми жайт та қалыптасқан. Киімге арналған материалдардың құрамы дымқылдығына, жылу өткізгіштігіне, қалыңдығына, тоқылуына, техникалық шығарылуына байланысты едәуір өзгеруі мүмкін. Материалдар көлеміне, жылу сақтағыштық, ауа өткізгіштік, суға төзімділік сияқты қасиеттеріне байланысты да өзгеруі ықтимал. Осыған байланысты арнайы киімді дайындау мәселесі ғылыми жұмыстардың басты мақсаты болып табылады.

Эксперименталды әдіспен зерттеу барысында арнайы киімдер жасалатын шикізаттарға мынадай талаптар қойылады: төмен жылу өткізгіштігі, жеңіл болуы, жылу және су өткізгіштігінің жеткілікті деңгейде болуы және т.б. «Аспан қыздарына» арналған арнайы киім материалының физико-механикалық қасиеттеріне өте зор көңіл бөлінеді, ол адам ағзасына сыртқы орта факторларының әсер етуін және жылу алмасуын анықтайды. Киімнің қасиеттері материалдардың сапасына байланысты. Ыстық жерде материалдардың максималды ауа өткізгіштігі және ауа дымқылдық қасиеті болуы керек. Адам денсаулығын сақтауға бағытталған ауа мен ылғал өткізгіштігі, жылу сақтау қасиеті, кір жұқтырмаушылығы, киіске ыңғайлылығы, су сіңірмеушілігі және басқалары киімнің негізгі гигиеналық көрсеткіштері болып табылады.

«Аспан қыздарына» арналған арнайы киімнің гигиеналық қасиеті адам ағзасындағы қажетті жылу теңдігін, қан айналымын, қозғалған кездегі ыңғайлылығын қамтамасыз етуі қажет. Арнайы киім әрдайым киім астындағы қажетті микроклиматты қамтамасыз етуі тиіс.

«Аспан қыздарына» арналған арнайы киімнің гигиеналық қасиеті бәрінен бұрын материалдың физико-механикалық және химиялық қасиетіне байланысты болуы керек. «Аспан қыздарына» арналған арнайы киімдерді дайындауда жұмысшыларды тек қана әртүрлі қауіпті және зиянды факторлардан қорғап қана қоймай, сонымен қатар олардың жылы нормалы күй жағдайын сақтауды және де адамның жұмысқа деген қабілеттілігін арттыруды қарастыру қажет. «Аспан қыздарына» арналған арнайы киімнің гигиеналық қасиеттері үлкен дәрежеде материалдардың қасиеттерімен анықталады. Егер арнайы киім тығыздық беттері жоғары, қатты материалдардан дайындалған болса, онда ол киіммен жұмыс істеу ыңғайсыз. Бұл жағдайда арнайы киімнің келешек эргономикалық жетілгендік дәрежесін бағалау үшін жобалау кезінде зерттеулер жүргізу қажет. Бұйымның эргономикалық бағалау сапасының қасиеттеріне келесі факторлар жатады: бұйым түстерінің антропометриялық бөлімінің орналасу сипаттамасы, физиологиялық, психологиялық, психофизиологиялық талаптарға сәйкестігі, бұйымды қолдану ыңғайлылығы және адамға физикалық және психикалық әсерлерді жеңілдету мүмкіндігі. Метаболизм барысында адам терісі арқылы ылғал мен көмірқышқыл газы бөлінеді. Жақсы арнайы киім бұған жол бермеуі тиіс және адамға механикалық жайсыз әсерлер көрсетпеуі дұрыс.

Арнайы киімнің эксплуатациялық қасиеті кию мезгілі және химиялық тазалауға, жууға төзімділігі болып табылады. «Аспан қыздарына» арналған арнайы киімнің эргономикалық қасиеті оның өлшемі, формасы, түстік гаммасы антропометриялық, физиологиялық, психологиялық талаптарға сай келуі. Осындай көрсеткіштер физикалық және психикалық жайлы жағдайларды қамтамасыз етуі керек.

Арнайы киімге функционалды, эргономикалық, эстетикалық және эксплуатациялық талаптар қойылады.

Функционалдық талаптарға киімнің композициялық үлгісі, жобалануы, матасы және кейіпіне сәйкес келуі жатады. Сонымен қатар бұйымның үлгісі, матасы, түсі жұмысшылардың талабына сай болуы керек.

«Аспан қыздарына» арналған арнайы киімге қойылатын эстетикалық талаптары сәнділікке байланысты. Қандай мақсатқа тігілген арнайы киім болса да ыңғайлы және әдемі болуы тиіс.

«Аспан қыздарына» арналған арнайы киімнің эстетикалық талаптары жұмысшылардың рухани қажеттіліктеріне және сән үлгілеріне сай болғаны жөн.

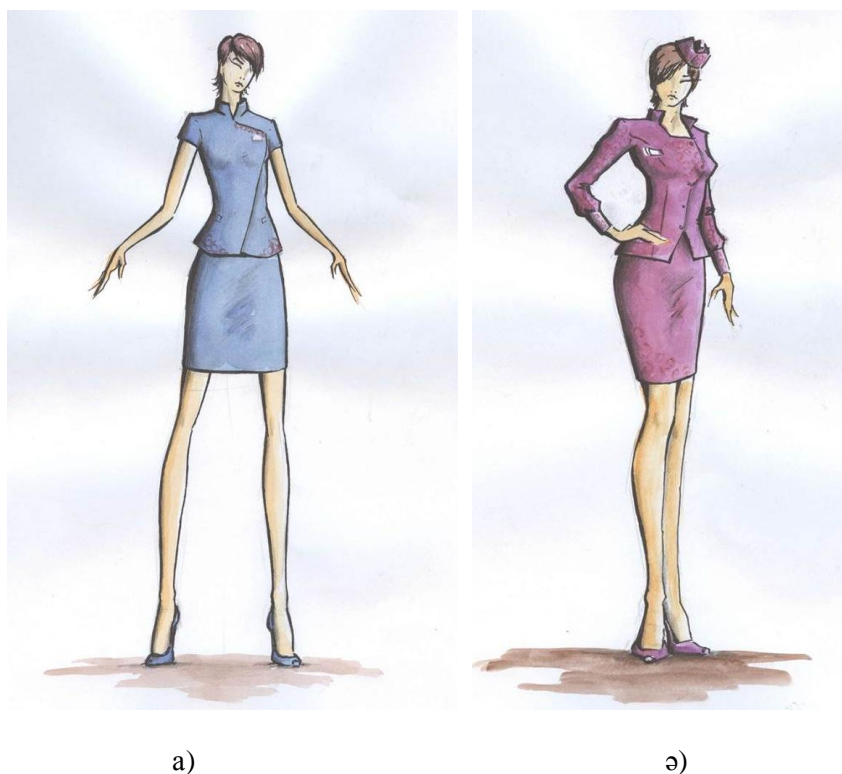
Эксплуатациялық талаптарға формасы, матасы, конструкциясы, тігістері және бөлшектері жатады. «Аспан қыздарына» арналған арнайы киімнің эксплуатациялық қасиеттері қажалуға, химиялық тазалауға, жиі жууға төзімді болып келеді. Киімнің жаңа үлгілерін жобалау барысында матасы және конструкциясы орынды таңдалып және функционалды элементтері дұрыс пайдаланылуы керек.

«Аспан қыздарына» арналған арнайы киімнің өдірістік талаптарын конструктивті-технологиялық және экономикалық деп топтастыруға болады. «Аспан қыздарына» арналған арнайы киімнің конструктивті-технологиялық талаптарын, тігін бұйымдарының конструктивті технологиясы, еңбек шығындары және бұйымды дайындау мерзімімен анықталады.

«Аспан қыздарына» арналған арнайы киімді дайындау кезінде әртүрлі текстиль материалдардың түрлері қолданылады, оларға мақта маталары, зығыр, жүн маталар, тоқыма және бейматалар жатады. Арнайы киім жаңа талшықтардан, сәндік фактуралардан және түстерден құралады. Материалдардың көптігінің киімдер үшін тәжірибелік мағынасы оларды классификациялауға және бір немесе бірнеше нақты көрнекті белгілері бойынша материалдар түрлеріне топтастыруға болады.

Мысалы, 1-ші а) суретте, көрсетілгендей біз ұлттық нақыштарды алдыңғы бойдың көкірек тұсында және жейденің етек жиегінде қолданылуын ұсынып отырмыз. Ал, 1-ші ә) суретте белдемшенің етек жиегінде және жейденің жеңдері мен кеудесінде ұлттық нақыштарды қолданып отырмыз. Сонымен қатар, ою-өрнектерді бас киімді безендіруде де қолдануға болады.

Қорыта келсек, біздің «Аспан қыздарына» ұсынып отырған үлгілерімізді өзекті деп санаймыз, себебі ұлттық халықаралық әуежайлардағы қызмет көрсететін қызметкерлердің арнайы киімдерін қазақи нақышта жетілдіріп, қазіргі заман талабына сәйкестендіру бүгінгі күннің өзекті мәселелерінің бірі екені даусыз.



Сурет 1. Ұлттық нақыштармен өрнектелген арнайы киім үлгісі

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Мачинская, Ю.В. Проектирование и оценка конструктивных параметров изделий в эргономическом дизайне специальной одежды [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Мачинская Ю.В. – С-Петербург, 2009. – 20 с.
2. Афиногентова, Н.В. Исследование и разработка спецодежды [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Афиногентова, Н.В. – М., 2004. – 25 с.
3. Аруин, С.А. Эргономическая биомеханика [Текст] / С.А. Аруин. – М.: Эргономика, 1989.
4. Байешов, Б.Т. История и теория дизайна [Текст]: учеб. пос. / Б.Т. Байешов. – Тараз: Тараз университеті, 2010.

Материал редакцияға 17.03.14 түсті

В.Т. Bayeshov, А.Т. Seytrahieva, В.В. Bayeshov

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

IMPROVEMENT OF SPECIAL CLOTHES FOR THE KAZAKHSTAN NATIONAL ORNAMENT STEWARDESS

In the article the Kazakh national ornaments for special clothing stewardesses. Features art design special clothes for flight attendants using Kazakh ornament, as well as traditions of Kazakh costume, showing national values in a given field are shown.

Keywords: stewardess, ornament, special clothes, national style.

УДК 624.131

Н.Н. Баранов¹, А.А. Али Аль-Робай²*Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь***О ДАВЛЕНИИ ПОД ПОДОШВОЙ ФУНДАМЕНТОВ СООРУЖЕНИЙ
НА ПОКРОВНОЙ ТОЛЩЕ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ**

Представлены результаты расчетов допускаемого и расчетного давлений по нормам, используемых в строительной практике Ирака. Характеристики грунтов приняты по данным изысканий для строительных площадок района Аль-Дивания (Месопотамия). Выявлены различия в полученных значениях давлений для глинистых и песчаных грунтов, что связывается с субъективным характером назначения коэффициента запаса без учета влияющих факторов.

Ключевые слова: грунт, давление, фундамент, прочность, устойчивость, трения, сцепление, коэффициент запаса.

Среди существующих и проектируемых сооружений в Ираке преобладают двух-трехэтажные постройки на плитных (ленточных и отдельных) фундаментах с несущими стенами. Высокие сооружения (5-6 этажей и более) встречаются редко (рис. 1). Фундаменты под малоэтажные здания устраивают в открытых котлованах. На выбор такого типа конструкций среди прочих повлияли, главным образом, климатические условия. Температура в летний период составляет в среднем до 45°C...50°C, а в зимний – до 10°C - 20°C (иногда ночью снижается до 0°C – (-3°C)).



Рис.1. Город Аль-Дивания, центральная часть

При определении размеров подошвы фундаментов проектировщики руководствуются условием непревышения контактным давлением значений величин, при которых может произойти потеря прочности и устойчивости

грунтов под подошвой фундаментов. В связи с этим основания сооружений рассчитываются по двум группам предельных состояний. Расчет по первой группе рассматривает условия обеспечения прочности и устойчивости с целью недопущения сдвига и выпирания грунта из-под подошвы фундамента, т.е. полного исчерпания несущей способности. Вторая группа предельных состояний включает расчеты по деформациям с целью ограничения перемещений фундамента и надфундаментных конструкций.

В строительной практике Ирака определение ограничивающих значений величин контактного давления выполняют по разным методикам. При этом используются отдельные положения американских и британских стандартов, а также нормы бывшего СССР.

Допускаемое давление по проф. Е. Майергофу [1] находят из величины предельного давления соответствующего окончанию формирования упругого ядра, развитию сплошных зон предельного равновесия, сдвигу и выпору из-под подошвы. Предельное давление, поделенное на коэффициент запаса K_3 , равным $K_3 = 2$ для песчаных грунтов и $K_3 = 3$ для глинистых грунтов считается допускаемым [2]. Следует отметить, что принятые значения K_3 носят в определенной мере субъективный характер. При использовании формулы для предельного давления необходимо соблюдение условия $d/b \leq 1$, т.е. глубина заложения d не должна превышать ширину фундамента b .

Расчетное давление (по нормам бывшего СССР) определяется исходя из рассмотрения грунта как находящегося практически в упругой стадии. Под подошвой фундамента формируется упругое ядро, а развитие зон предельного равновесия носит локальный (ограниченный) характер. На величину расчетного давления наряду с физическими и прочностными характеристиками, размерами подошвы b и глубины d влияют и такие факторы как вид грунта и жесткость конструкции.

Таким образом, методика определения допускаемого и расчетного давлений имеют различия в исходных предпосылках. Допускаемое давление рассматривается как уменьшенное в 2-3 раза предельное (первая группа предельных состояний). Расчетное давление соответствует упругой стадии работы, когда грунт уплотняется (деформируется), а зоны предельного равновесия ограничены и практически не влияют на прочность основания в целом (вторая группа предельных состояний).

Так как методики определения допускаемого и расчетного давлений отличаются, нами проведено сравнение значений их величин для глинистых и песчаных грунтов. Исходные характеристики грунтов приняты по данным инженерно-геологических изысканий, выполненных в 2009 году фирмой "A1-Mawal com. For Soil Investigations" в связи с освоением для строительства новых площадей в районе г. Аль-Дивания. На рисунке 2 представлены разрез и гранулометрические составы исследованных аллювиальных грунтов. По данным лабораторных анализов образцов преобладают глины с содержанием фракций менее 0,002 от 32% до 69-71% (по массе). Реже встречаются суглинки и супеси. Песчаные грунты чаще представлены двумя видами – мелкие и пылеватые. Значения характеристик представлены в таблице [3].

Расчеты выполнены для глубин заложений d равных 0,5 м, 1 м, 2 м и 3 м при таких же размерах подошвы b . При этом приняты характеристики грунтов:

- глинистый грунт: $\gamma = 17 \text{ кН/м}^3$, $\varphi = 20^\circ$, $c = 30 \text{ кПа}$, $\gamma = 17 \text{ кН/м}^3$, $\varphi = 10^\circ$, $c = 20 \text{ кПа}$;

- песчаный грунт: $\gamma = 19 \text{ кН/м}^3$, $\varphi = 35^\circ$, $c = 0$, $\gamma = 19 \text{ кН/м}^3$, $\varphi = 28^\circ$, $c = 0$.

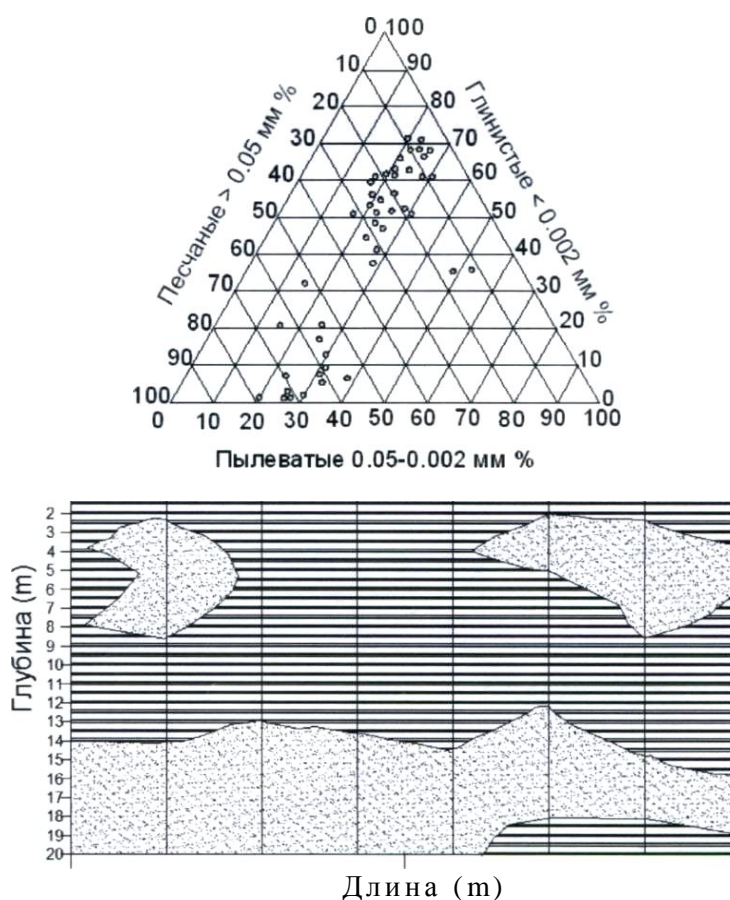


Рис. 2. Строение грунтовой толщи в районе Аль-Дивания

Сравнение результатов показало, что для глинистых грунтов с низкими прочностными характеристиками допускаемое давление было ниже расчетного в 1,3-1,5 раза. С увеличением значений φ и c разница сокращалась и значения давлений становились практически равнозначными. В песчаных грунтах допускаемое давление превышало расчетное в 1,5-1,7 раза, а с увеличением угла внутреннего трения до 35° в 2,7-3,1 раза.

Выводы:

- 1) различия в значениях величин давлений в глинистых грунтах, имеющее место при низких значениях трения и сцепления, сокращаются и уравниваются с их ростом;
- 2) в песчаных грунтах значения допускаемых давлений значительно больше расчетных и разница увеличивается по мере роста угла внутреннего трения;
- 3) выявленные различия в значениях величин могут быть связаны с субъективным характером назначения коэффициента запаса, значения которого следует принимать дифференцированно (вид грунта, жесткость конструктивной схемы сооружений).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Joseph E. Boweles. 1997. *S. E. Foundations analysis design*. Fifth Editions. Mc Craw-Hill Companies, Inc. International Edition, 1997, pp. 135, pp. 222.

2. Gilbest Gedeon, P. E. 1992. Design capacity of soils. In *CED engineering*. 1992, pp. 4-16.
3. Аль-Робай Али, А. А. Строительные свойства пойменных отложений реки Дивании (рукав Евфрата, Средний Ирак) [Текст] / А. А. Аль-Робай Али // Международный научно-технический журнал Наука и техника. – 2012. – №5. – С. 51-55.

Материал поступил в редакцию 20.01.14.

N. N. Baranov, A. A. Ali Al-Roba'y

Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

ON THE PRESSURE UNDER THE BASE FOUNDATIONS OF BUILDINGS ON THE COVER THICK ALLUVIAL DEPOSITS

The results of calculations and the design pressure allowable by the standards used in the construction practice in Iraq. Characteristics of soils taken according to surveys for construction sites of Al-Diwaniyah (Mesopotamia). The differences in the obtained values of pressure for clay and sandy soils, which is related to the subjective nature of the purpose of the safety factor without influencing factors.

Keywords: soil, pressure, foundation, strength, stability, friction, cohesion, the safety factor.

УДК 624.159.5

И.И. Бекбасаров¹, Г.И. Исаков², А.Б. Садыков³

¹Д-р техн. наук, профессор, ²Магистр строительства, ³Инженер
^{1, 3}Таразский государственный университет им. М.Х Дулати, г. Тараз
²Жамбылский областной акимат, г. Тараз

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОГРУЖАЕМОСТИ, ЭНЕРГОЕМКОСТИ И НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ МОДЕЛЕЙ СВАЙ С РАЗНОЙ ФОРМОЙ ОСТРИЯ

В статье приводятся результаты экспериментальных исследований погружаемости, энергоемкости и несущей способности моделей свай с разной формой острия. Представлены корреляционные зависимости, устанавливающие взаимосвязь геометрических параметров моделей свай с параметрами их забивки.

Ключевые слова: грунт, лоток, модель, свая, острие, удар, забивка, глубина погружения, ходограмма, удельная энергоемкость, объем погружения, отказ, испытания, несущая способность.

Опыты проводились в лабораторных условиях с применением моделей свай, имеющих призматическую форму с квадратным поперечным сечением и разной формой острия. Сведения о грунтовом лотке, лабораторном оборудовании, моделях свай и методике исследований приведены в работе

[1]. Забивка моделей свай производилась при постоянном и одинаковом режиме приложения ударной нагрузки.

Результаты исследований представлены в таблице 1 и на рисунках 1 и 2.

Таблица 1

Результаты забивки моделей свай с разной формой острия

Вид (номер) модели	Глубина погружения модели, мм	Удельная энергоемкость забивки модели, Дж/см ³
Свая с клиновидным острием и углом заострения 89°2' (6)	201	0,30
Свая с пирамидальным острием и углом заострения 61°56' (7)	209	0,28
Свая с закругленным нижним концом (8)	225	0,27
Свая с клиновидным острием и углом заострения 33°32' (4)	227	0,26

Из результатов экспериментов, относящихся к моделям с клиновидными заострениями нижнего конца видно, что модель сваи с меньшим углом заострения при одинаковых энергетических затратах ударника погружается на большую глубину. Так модель сваи 4 с углом заострения 33° 32' по сравнению со свайей 6, имеющий угол заострения 89° 02', погрузилась в грунт на 26 мм больше (или на 12,9 % больше). Глубина погружения модели сваи 4 на 2 мм (0,88%) превышает глубину погружения модели сваи 8 (имеющей закругленную форму острия) и на 18 мм (8,61%) – превышает глубину погружения модели сваи 7 (имеющую пирамидальную форму острия). Таким образом, наилучшей погружаемостью обладает модель сваи 4 с клиновидной формой острия и углом заострения 33°32'. К данной свае по погружаемости в грунт близка модель сваи 8 с закругленной формой острия. Как видно по погружаемости в грунт модель сваи 7 с традиционной пирамидальной формой занимает предпоследнее место среди сравниваемых моделей свай.

Из таблицы 1 следует, что удельная энергоемкость процесса забивки модели сваи 4 самая наименьшая среди сравниваемых моделей свай и составляет 0,26 Дж/см³. Удельная энергоемкость данной модели ниже удельной энергоемкости моделей свай 8, 7 и 6 соответственно на 3,7, 7,14 и 13,33%. Данные, относящиеся к моделям свай 4 и 6, косвенно подтверждают результаты исследований Бутова В.П. и Гончарова Б.В. об уменьшении усилия вдавливания сваи с уменьшением угла его заострения [2].

В целом, по погружаемости в грунт и удельной энергоемкости забивки наиболее эффективным является свая с клиновидной формой острия и углом заострения 33° 32', а менее – свая с клиновидной формой острия и углом заострения 89° 02'. Уместно отметить, что по погружаемости и удельной энергоемкости к свае с клиновидной формой острия и углом заострения 33° 32', достаточно близка свая с закругленной формой острия.

Ходограммы забивки моделей свай с разной формой нижнего конца описываются следующими полиномиальными функциями 3 степени (рис. 1 и 2):

$$h_p = an^3 - bn^2 + pn + m, \quad (1)$$

$$h_p = u\mathcal{E}^3 - y\mathcal{E}^2 + l\mathcal{E} + s, \quad (2)$$

где: h_p – глубина погружения модели сваи в грунт, мм; a, b, p, m – коэффициенты, принимаемые по таблице 2, мм; n – количество ударов ударника; u, y, l, s – коэффициенты, принимаемые по таблице 3, мм; \mathcal{E} – потенциальная энергия погружения модели сваи, Дж.

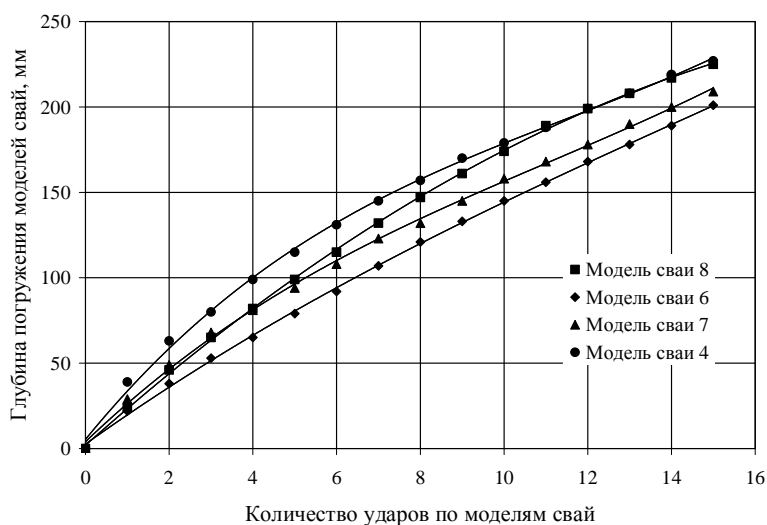


Рис.1. Зависимость глубины погружения моделей свай от количества ударов

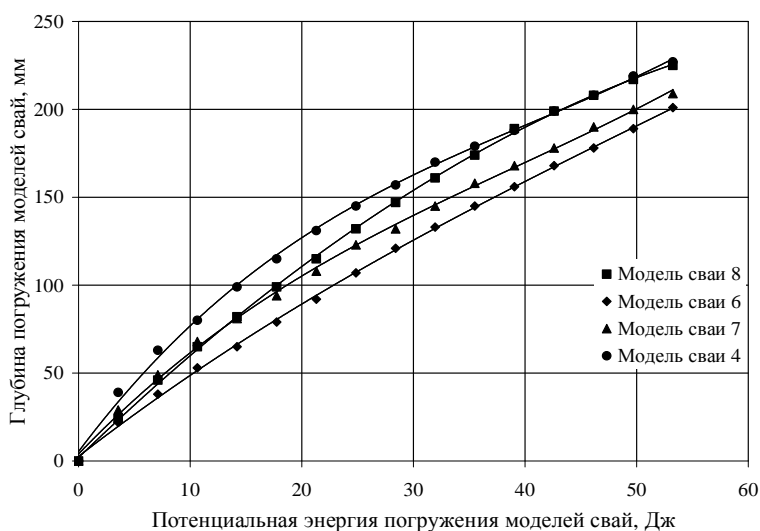


Рис.2. Зависимость глубины погружения моделей свай от энергии их забивки

Таблица 2

Значения коэффициентов a, b, p, m в формуле (1)

Номер модели сваи	Значения коэффициентов, мм				Величина достоверности аппроксимации данных R^2
	a	b	p	m	
6	0,0093	0,4244	17,47	2,6424	0,9995
7	0,0357	1,1798	23,478	3,9905	0,9989
8	-0,0009	0,4491	21,845	1,9551	0,9997
4	0,0518	1,7844	29,993	5,3842	0,9986

Таблица 3

Значения коэффициентов u, y, l, s в формуле (2)

Номер модели сваи	Значения коэффициентов, мм				Величина достоверности аппроксимации данных R^2
	u	y	l	s	
6	0,0002	0,0337	4,921	2,6424	0,9995
7	0,0008	0,0936	6,6136	3,9905	0,9989
8	-2E-05	0,0356	6,1535	1,9551	0,9997
4	0,0012	0,1416	8,4487	5,3842	0,9986

Зависимости (1) и (2) можно использовать для прогноза глубины погружения моделей при больших энергетических параметрах забивки, чем это было принято в наших экспериментах. При этом грунтовые условия и режим приложения забивки моделей должны быть аналогичными.

По результатам динамических испытаний моделей свай определены значения их статической несущей способности. Для расчета несущей способности моделей свай использованы формулы, представленные в работах [3-5]. Результаты выполненных расчетов представлены в таблице 4.

Таблица 4

Результаты расчетов по определению несущей способности моделей свай

Номер модели	Исходные данные			Сила, $F_{гр}$, Н	Несущая способность, F_c , Н
	Q, Н	H, м	S_c , мм		
6	24,52	0,145	12,1	249,2	207,35
7			9,2	327,8	271,86
8			8,3	367,5	304,45
4			7,2	418,6	346,39

Из таблицы 4 следует, что погружаясь на большую глубину модель сваи 4 с клиновидной формой острия и углом заострения $33^\circ 32'$ обладает и большей несущей способностью. Так ее несущая способность соответственно на 13,79, 27,41 и 67,05% превышает несущую способность моделей свай 8, 7 и 4. Как видно по несущей способности менее эффективна модель сваи 6 с клиновидной формой и углом заострения $89^\circ 02'$, а несущая способность

модели сваи 7 с традиционной пирамидальной формой острия занимает предпоследнее место среди сравниваемых моделей свай.

На основе рассмотренных результатов экспериментальных исследований можно сделать следующие выводы:

- форма острия свай оказывает влияние на глубину их погружения, удельную энергоёмкость забивки и несущую способность;
- наибольшая глубина забивки, наименьшая удельная энергоёмкость и наибольшая несущая способность характерны для сваи с клиновидной формой острия с углом заострения $33^{\circ} 32'$, а наихудшие значения тех же параметров – для сваи с клиновидной формой острия с углом заострения $89^{\circ} 02'$.

Касаясь влияния формы острия на энергоёмкость забивки свай следует отметить, что результаты исследований опровергают данные Колесника Г.С., Рыжкова И.Б., Еникеева В.М. и Назарова С.Н. о том, что форма острия свай не оказывает влияние на энергетические затраты молотов по их погружению [6].

Результаты экспериментов рекомендуется использовать на стадии проектирования свайных фундаментов для выбора оптимальной формы острия забивных призматических железобетонных свай с квадратной формой поперечного сечения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бекбасаров, И.И. О методике экспериментальных исследований с применением моделей забивных свай разных форм и размеров [Текст] / И.И. Бекбасаров, Г.И. Исаков // Материалы республиканской научно-практической конференции магистрантов, докторантов и молодых преподавателей на тему «Наука и современность – 2012». – Тараз: Тараз университеті, 2012. – Том 2. – С.125-129.
2. Буров, В.П. О влиянии угла заострения на усилие погружения сваи [Текст] / В.П. Буров, Б.В. Гончаров // Вопросы фундаментостроения: тр. НИИПромстроя. – Уфа, 1976, выпуск 18. – С.111-114.
3. Бекбасаров, И.И. О решении задачи по определению сопротивления грунта при ударном внедрении в него модели сваи [Текст] / И.И. Бекбасаров, Г.И. Исаков // Научно-теоретический журнал / Механика и моделирование процессов технологии. – Тараз: Тараз университеті. – 2012. – № 1. – С. 12-18.
4. Бекбасаров, И.И. Об определении сопротивления грунта внедрению модели сваи при ударе [Текст] / И.И. Бекбасаров, Г.И. Исаков // Материалы международной научно-практической конференции «Уркумбаевские чтения. Водные ресурсы и пути их рационального использования в современных условиях». – Тараз: Тараз университеті, 2012. – С. 363-368.
5. Бекбасаров, И.И. О методе определения несущей способности модели сваи по результатам ее забивки в грунт [Текст] / И.И. Бекбасаров, Г.И. Исаков // Материалы международной научно-практической конференции «Уркумбаевские чтения. Водные ресурсы и пути их рационального использования в современных условиях». – Тараз: Тараз университеті, 2012. – С. 368-370.

6. Бартоломей, А.А. Ресурсосберегающие технологии возведения фундаментов из свай заводской готовности [Текст] / А.А. Бартоломей, Б.В. Бахолдин, Б.В. Гончаров [и др.]. – М.: Стройиздат, 1990. – 111 с.

Материал поступил в редакцию 10.01.14.

I.I. Bekbasarov¹, G.I. Isakov², A.B. Sadykov³

^{1,3}Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz

²Zhambyl regional administration, Taraz

RESEARCH RESULTS OF DIVES, ENERGY INTENSITY AND CARRYING ABILITY OF MODELS PILES DIFFERENT SHAPE OF THE TIP

The article presents the results of experimental studies of dives, energy intensity and carrying ability of models of piles with different shape of the tip. Correlations establishing the relationship of geometric parameters of the models with the parameters of their piles are presented.

Keywords: soil, tray, model, pile, tip, blow, pile, depth of dive, hodogram, energy density, volume dive, failure, testing, carrying ability.

УДК 624.159.5

И.И. Бекбасаров¹, Г.И. Исаков², А.Б. Садыков³

¹Д-р техн. наук, профессор, ²Магистр строительства, ³Инженер
^{1,3}Таразский государственный университет им. М.Х Дулати, г. Тараз
²Жамбылский областной акимат, г. Тараз

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОГРУЖАЕМОСТИ, ЭНЕРГОЕМКОСТИ И НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ МОДЕЛЕЙ СВАЙ С РАЗНОЙ ПРОДОЛЬНОЙ ФОРМОЙ

В статье приводятся результаты экспериментальных исследований погружаемости, энергоемкости и несущей способности моделей свай с разной продольной формой. Представлены корреляционные зависимости, устанавливающие взаимосвязь геометрических параметров моделей свай с параметрами их забивки.

Ключевые слова: грунт, лоток, модель, свая, острие, удар, забивка, глубина погружения, ходограмма, удельная энергоемкость, объем погружения, отказ, испытание, удельная несущая способность.

Опыты проводились с применением моделей свай, имеющих разную форму продольного сечения. Сведения о грунтовом лотке, лабораторном оборудовании, моделях свай и методике исследований приведены в работе [1]. Забивка моделей свай производилась при постоянном и одинаковом режиме приложения ударной нагрузки.

Общий вид моделей свай показан на рисунке 1.



Рис.1. Общий вид моделей свай с разной формой продольного сечения

Результаты исследований представлены в таблице 1 и на рисунках 2 и 3.

Из результатов экспериментов видно, что модель сваи 17 с 2 треугольными уширениями имеет наибольшую глубину забивки, что на 31,44% больше, чем глубина погружения модели сваи 13 с 5 треугольными уширениями. Третьей по погружаемости в грунт является призматическая свая 7, глубина погружения которой на 1,6% больше глубины погружения сваи 12 с 5 прямоугольно - треугольными уширениями. Как видно, погружаемость двух последних сравниваемых моделей практически одинаковая.

Таблица 2

Результаты забивки моделей свай с разной продольной формой

Вид (номер) модели	Глубина погружения модели, мм	Удельная энергоемкость забивки модели, Дж/см ³
Свая с 2 треугольными уширениями (17)	255	0,25
Свая с 5 треугольными уширениями (13)	194	0,30
Свая с 5 прямоугольно-треугольными уширениями (12)	182	0,28
Свая призматическая (7)	185	0,23

Несколько иная картина имеет место по удельной энергоемкости забивки моделей. Так наименьшей удельной энергоемкостью обладает модель призматической сваи 7, а наибольшей энергоемкостью – модель сваи с 5 треугольными уширениями ствола. Таким образом, удельная энергоемкость модели призматической сваи 7 соответственно на 8,69, 30,43 и 21,73% меньше удельной энергоемкости моделей 17, 13 и 12.

Ходограммы забивки моделей свай описываются следующими полиномиальными функциями 3 степени (рис. 2 и 3)

$$h_p = an^3 - bn^2 + pn + m, \quad (1)$$

$$h_p = g\mathcal{E}^3 - f\mathcal{E}^2 + d\mathcal{E} + x, \quad (2)$$

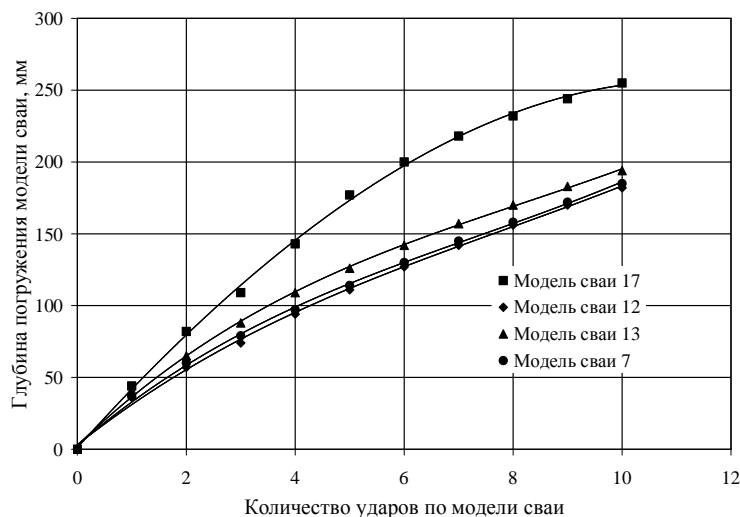


Рис.2. Зависимость глубины погружения моделей свай от количества ударов

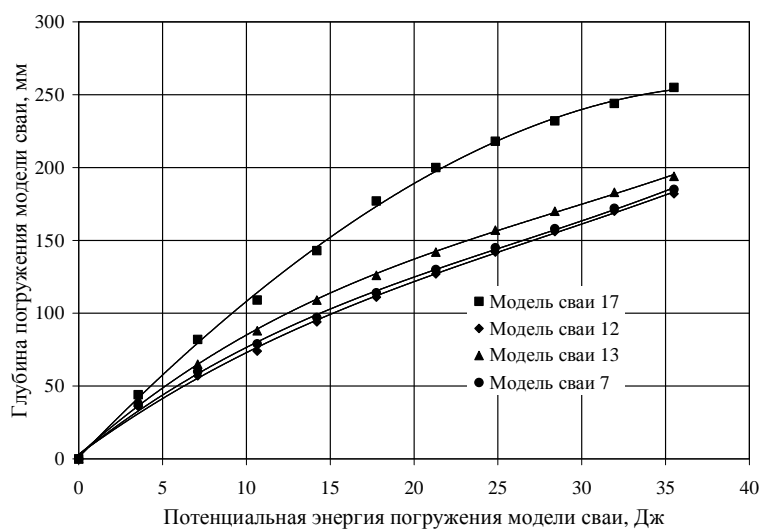


Рис.3. Зависимость глубины погружения моделей свай от энергии их забивки

где: h_p – глубина погружения модели сваи в грунт, мм; a, b, p, m – коэффициенты, принимаемые по таблице 2; n – количество ударов ударника; g, f, d, x – коэффициенты, принимаемые по таблице 3; \mathcal{E} – потенциальная энергия погружения модели сваи, Дж.

Таблица 2

Значения коэффициентов a, b, p, m в формуле (1)

Номер модели сваи	Значения коэффициентов				Величина достоверности аппроксимации данных R^2
	a	b	p	m	
17	-0,0301	1,3899	42,147	1,0979	0,999
12	0,0878	2,0653	29,887	3,1608	0,9985
13	0,1183	2,905	36,472	2,6923	0,9991
7	0,1173	2,5944	32,547	2,8042	0,9989

Таблица 3

Значения коэффициентов g, f, d, x в формуле (2)

Номер модели сваи	Значения коэффициентов				Величина достоверности аппроксимации данных R^2
	a	b	p	m	
17	0,0007	0,1103	11,872	1,0979	0,999
12	0,002	0,1639	8,4187	3,1608	0,9985
13	0,0026	0,2305	10,274	2,6923	0,9991
7	0,0026	0,2059	9,1682	2,8042	0,9989

Зависимости (1) и (2) можно использовать для прогноза глубины погружения моделей при больших энергетических параметрах забивки, чем это было принято в наших экспериментах. При этом грунтовые условия и режим приложения забивки моделей должны быть аналогичными.

На основе результатов динамических испытаний моделей свай определены значения их статической несущей способности. Для расчета несущей способности моделей свай использованы формулы, представленные в работах [2-4]. Результаты выполненных расчетов представлены в таблице 4.

Таблица 4

Результаты расчетов по определению несущей способности моделей свай

Номер модели	Исходные данные			Сила, $F_{гр}$, Н	Несущая способность, F_c , Н
	Q, Н	H, м	S_c , м		
17	24,52	0,145	13,1	230,8	192,25
12			12,2	250,0	208,00
13			11,3	270,9	225,16
7			13,1	230,8	192,25

Из таблицы 4 следует, что наибольшей несущей способностью из сравниваемых моделей свай обладает модель сваи 13 с 5 треугольными уширениями. Так несущая способность модели сваи 13 на 7,62% больше несущей способности модели сваи 12 с 5 прямоугольно-треугольными уширениями. Как видно второй по несущей способности является модель сваи 12 с 5 прямоугольно-треугольными уширениями. Модель призматической сваи 7 и модель сваи 17 с 2 треугольными уширениями

имеют одинаковую несущую способность, и она самая низкая в наших опытах. Превышение несущей способности модели сваи 13 над несущей способностью моделей свай 7 и 17 составляет 17,11%.

Учитывая, что модели свай разные по массе, поперечным размерам и площади боковой поверхности их сравнение выполнено и по удельной несущей способности, рассчитанного в виде отношения несущей способности моделей к объему их погружения. Выявлено, что и максимальной удельной несущей способностью обладает модель сваи 13 с 5 треугольными уширениями (1,82 Н/см³). Близка к ней по данному параметру модель сваи 12 с 5 прямоугольно-треугольными уширениями (1,79 Н/см³). Наименьшая удельная несущая способность характерна для модели призматической сваи 7 (1,27 Н/см³). Несколько выше от нее по удельной несущей способности модель сваи 17 с 2 треугольными уширениями (1,37 Н/см³).

На основе рассмотренных результатов экспериментальных исследований можно сделать следующие выводы:

- форма продольного сечения свай оказывает значительное влияние на их погружаемость в грунт, удельную энергоемкость забивки и несущую способность;

- наибольшая глубина забивки характерна для свай с 2 уширениями ствола, а наименьшая – для свай с 5 прямоугольно-треугольными уширениями ствола;

- наименьшей удельной энергоемкостью обладает призматическая свая, а наибольшей – свая с 5 треугольными уширениями ствола;

- наибольшая несущая способность характерна для свай с 5 треугольными уширениями ствола, а наименьшая – для призматической сваи и свай с 2 уширениями ствола.

Результаты экспериментов рекомендуется использовать на стадии проектирования свайных фундаментов для выбора оптимальной формы продольного сечения забивных железобетонных свай.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бекбасаров, И.И. О методике экспериментальных исследований с применением моделей забивных свай разных форм и размеров [Текст] / И.И. Бекбасаров, Г.И. Исаков // Материалы республиканской научно-практической конференции магистрантов, докторантов и молодых преподавателей на тему «Наука и современность – 2012». – Тараз: Тараз университеті, 2012. – Том 2. – С.125-129.
2. Бекбасаров, И.И. О решении задачи по определению сопротивления грунта при ударном внедрении в него модели свай [Текст] / И.И. Бекбасаров, Г.И. Исаков // Научно-теоретический журнал / Механика и моделирование процессов технологии. – Тараз: Тараз университеті. – 2012. – № 1. – С. 12-18.
3. Бекбасаров, И.И. Об определении сопротивления грунта внедрению модели сваи при ударе [Текст] / И.И. Бекбасаров, Г.И. Исаков // Материалы международной научно-практической конференции «Уркумбаевские чтения. Водные ресурсы и пути их рационального использования в современных условиях». – Тараз: Тараз университеті, 2012. – С. 363-368.
4. Бекбасаров, И.И. О методе определения несущей способности модели сваи по результатам ее забивки в грунт [Текст] / И.И. Бекбасаров, Г.И.

Исаков // Материалы международной научно-практической конференции «Уркумбаевские чтения. Водные ресурсы и пути их рационального использования в современных условиях». – Тараз: Тараз университеті, 2012. – С. 368-370.

Материал поступил в редакцию 10.01.14.

I.I. Bekbasarov¹, G.I. Isakov², A.B. Sadykov³

^{1,3}Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz

²Zhambyl regional administration, Taraz

RESEARCH RESULTS OF DIVES, ENERGY INTENSITY AND CARRYING ABILITY OF MODELS PILES DIFFERENT LONGITUDINAL SHAPE

The article presents the results of experimental studies of dives, energy intensity and carrying ability of models of piles with different longitudinal shape. Correlations establishing the relationship of geometric parameters of the models with the parameters of their piles are presented.

Keywords: soil, tray, model, pile, tip, blow, pile, depth of dive, hodogram, energy density, volume dive, failure, testing, carrying ability.

УДК 664.782 (574)

Н.А. Горбатовская¹, Н.К. Калинчук²

¹Канд. техн. наук, профессор, ²Канд. техн. наук, доцент
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА РИСА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СОРТОВ

Приведены отечественные сорта риса, произрастающие в Казахстане. Изучены основные показатели качества зерна риса и геометрические характеристики, которые определяют технологические достоинства зерна. Представлены результаты изучения взаимосвязи показателей качества и технологических свойств зерна риса Казахстана. Исследования представляют большой интерес и необходимы не только для развития науки о зерне, но и для подбора различных технологических режимов переработки зерна риса на крупяных предприятиях.

Ключевые слова: трещиноватость, стекловидность, масса 1000 зёрен, коэффициент формы, сферичность, выход рисовой крупы, выход целого ядра, выход дроблёного ядра.

Самой распространенной зерновой культурой на земном шаре является рис, потребительский спрос на который ежегодно возрастает.

Технологические свойства зерна риса, потребительская оценка рисовой продукции во многом определяется сортовыми особенностями риса-зерна.

Изучение показателей качества проводилось на отечественных сортах зерна риса Опытный, Суак, Пак Ли, Уштобинский, произрастающих в бассейнах рек Или, Каратал. Показатели качества зерна риса: линейные размеры, массу 1000 зерен, пленчатость, трещиноватость, стекловидность определялись по ГОСТам и общепринятым методикам. Качественная характеристика зерна риса приведена в таблице 1.

Таблица 1

Качественная характеристика зерна риса

Показатели	Един. измер.	Сорт зерна риса			
		Опытное	Уштобинское	Суак	Пак Ли
Масса 1000 зерен	г	30,50	30,80	29,60	30,40
Пленчатость	%	18,00	20,10	19,20	18,70
Трещиноватость	%	44,00	58,00	60,00	52,00
Стекловидность: - общая	%	90,00	94,00	92,00	90,00
-полустекловидные зерна		48,00	48,00	35,00	41,00
Сорная примесь	%	0,14	0,30	0,20	0,22
Зерновая примесь	%	4,22	2,30	2,20	3,05

Важное значение для определения технологических свойств зерна риса имеют показатели геометрической характеристики: линейные размеры, коэффициенты формы, сферичность, приведённые в таблице 2.

Таблица 2

Геометрическая характеристика зерна риса

Показатели	Обозначение	Размерность	Сорт зерна риса			
			Опытный	Уштобинский	Суак	Пак Ли
Длина	ℓ	мм	7,25	7,60	4,96	6,69
Ширина	a	мм	3,61	3,59	3,14	2,77
Толщина	b	мм	3,09	2,98	2,86	2,64
Объём	V	мм ³	42,05	42,28	23,16	25,44
Площадь внешней поверхности	Fз	мм ²	70,74	71,87	45,90	51,07
Сферичность	ψ	-	0,82	0,81	1,04	0,96
Коэффициент формы	ℓ/a	-	2,35	2,55	1,72	2,53
	ℓ/b	-	2,02	2,12	1,95	2,14
	a/b	-	0,86	0,83	0,86	0,95
Комплексный коэффициент формы	Кф	-	4,06	4,49	3,08	5,17

Из таблицы 2 следует, что наибольшая длина зерновки характерна для сорта Уштобинский (7,6 мм), а наименьшая – для сорта Суак (4,96 мм).

Вариационные кривые изменчивости линейных размеров зерна риса по длине и ширине для сортов риса Опытный и Уштобинский показаны на рисунках 1, 2.

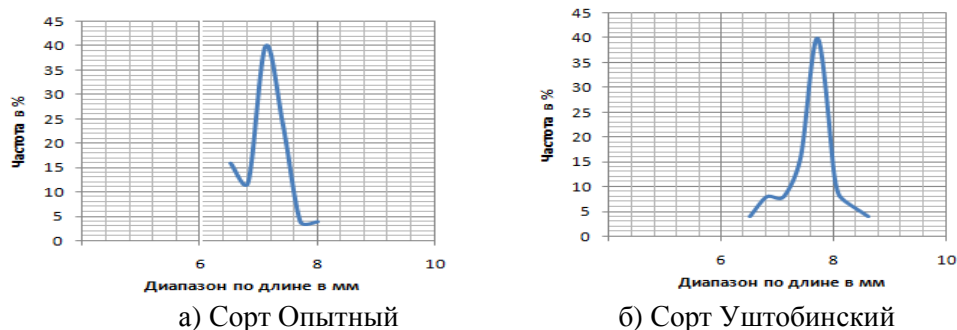


Рис. 1. Вариационные кривые изменчивости линейных размеров зерна риса по длине

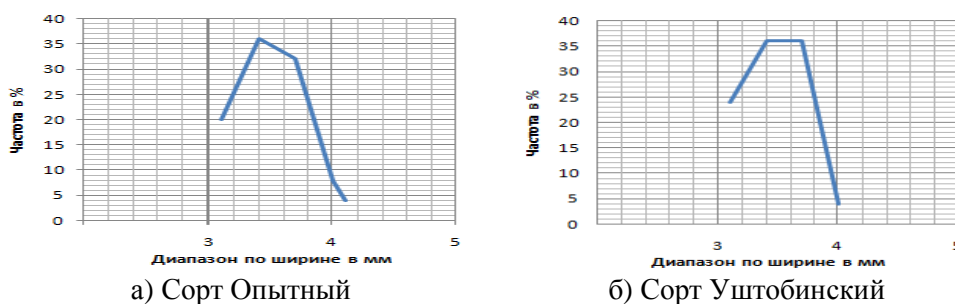


Рис. 2. Вариационные кривые изменчивости линейных размеров зерна риса по ширине

Из рисунка 2 видно, что для сорта Уштобинский длина зерновок варьирует в пределах 6,4 – 8,7 мм. Наибольшая частота случаев (40%) наблюдается для диапазона 7,6 – 7,8 мм. Для сорта Опытный частота случаев 40% соответствует диапазону по длине 7,0 – 7,2 мм.

Вариационные кривые изменчивости линейных размеров зерна риса по ширине показали, что для обоих сортов частота случаев 36% находится в диапазоне 3,3 – 3,5 мм.

Изучение линейных размеров исследуемых сортов показало, что в составе зерна риса сорта Уштобинский наблюдается наибольшее количество удлиненных зерновок.

Линейные размеры зерна недостаточно характеризуют его геометрические особенности, необходимо также знать особенности формы зерна.

Отношение длины к ширине l/b исследуемых сортов варьирует в пределах 1,95 – 2,14 мм. По классификации Гущина исследуемые сорта зерна риса относятся к китайско-японской ветви – широкие толстые зерновки, более округлые в поперечном сечении.

Наиболее ценным по технологическим понятиям является зерно риса с большим показателем сферичности. Полученный показатель сферичности зерновок риса исследуемых сортов находится в пределах 0,81 – 1,04.

Показатель сферичности Ψ представляет собой отношение площади равновеликого по объёму шара $F_{ш}$ к площади внешней поверхности зерна F_3 .

Расчётные формулы [4]

$\Psi = \frac{F_{ш}}{F_3}$	$F_{ш} = 4\pi r_v^2$	$r_v^2 = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}}$
$F_3 = 4\pi R(\ell + 3R)$	$V = K \cdot a \cdot b \cdot \ell$ где $K=0,52$ (для риса)	$R =$

Образование трещин в зерновках риса происходит в процессе уборки, хранения, при транспортировке и подготовке зерна к переработке. Трещиноватость зерна риса определяется также структурно-механическими свойствами и зависит от сортовых особенностей зерна [2]. Трещины располагаются перпендикулярно к продольной оси зерновки, количество их колеблется от одной до трёх (иногда до четырёх). Результаты исследования трещиноватости отечественных сортов риса приведены на рисунке 3.

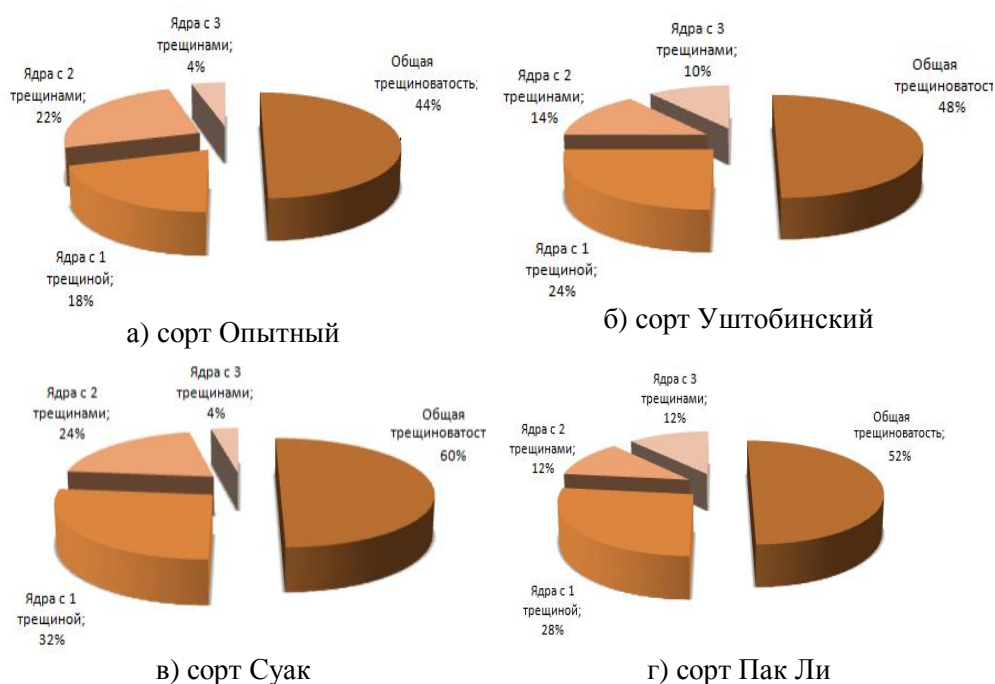


Рис. 3. Общая трещиноватость зерна риса и содержание ядер с разным количеством трещин

Сорта риса Уштобинский и Пак Ли характеризуются повышенным содержанием ядер с тремя трещинами (10-12%). Как правило, такие ядра в процессе производства крупы в первую очередь увеличивают содержание дроблёнки.

На лабораторной установке ЛУР-1 была определена комплексная технологическая оценка зерна риса исследуемых сортов – общий выход крупы, выход целого и дроблёного ядра.

Рассмотренные показатели качества зерна риса в совокупности влияют на комплексную технологическую оценку, представленную в таблице 3.

Таблица 3

Сорт	Общий выход крупы	В том числе	
		выход целого ядра	выход дроблёного ядра
Опытный	87,2	65,0	22,2
Уштобинский	90,4	49,6	40,8
Суак	87,2	67,0	20,2
Пак Ли	87,9	66,9	21,0

Известно, что увеличение стекловидности и уменьшение трещиноватости приводит в процессе производства рисовой крупы к снижению выхода дроблёного ядра [3]. Эти показатели качества для исследуемых сортов отличаются незначительно.

Масса 1000 зерен является показателем качества, прогнозирующий увеличение общего выхода крупы. Наибольший общий выход крупы (90,4%) характерен для сорта Уштобинский, для которого масса 1000 зёрен составила 30,8 г, но и большая дробимость ядра (40,8%) наблюдалась для этого сорта.

Общая трещиноватость зерна сорта Уштобинский незначительно отличается от других сортов, однако зерновки данного сорта являются наиболее удлиненными, средняя длина зерновки – 7,6 мм. Наименьший выход дроблёного ядра (20,2%) наблюдался для сорта Суак, средняя длина зерновок для которого составила 4,96 мм, а сферичность ядра была наибольшей – 1,04.

Таким образом, изучение показателей качества отечественных сортов риса необходимо для разработки режимов ведения технологического процесса производства рисовой крупы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Налеев, О.Н. Повышение эффективности производства риса [Текст] / О.Н. Налеев, А.О. Налеев, А.Д. Сапарбаев. – Алматы: НЦП перерабатывающей и пищевой промышленности, 2005.
2. Калинин, Н.К. Микротвердость риса-зерна различных фракций крупности [Текст] / Н.К. Калинин // Зерноперерабатывающая и пищевая промышленность. – Алма-Ата, 1974, вып.3.
3. Кешаниди, Х.Л. Технологическая оценка риса-зерна [Текст] / Х.Л. Кешаниди, Е.Д. Казаков. – М.: Агропромиздат, 1985.
4. Егоров, Г.А. Технология муки, крупы и комбикормов [Текст] / Г.А. Егоров, Е.М. Мельников, В.М. Максимчук. – М.: Колос, 1984.

Материал поступил в редакцию 21.02.14.

N.A. Gorbatovskaya, N.K. Kalinchuk

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

TECHNOLOGICAL BASICS OF PROCESSING RICE GRAIN OF DOMESTIC VARIETIES

Domestic rice varieties grown in Kazakhstan are given. Basic indicators of quality grain rice and geometric characteristics that determine technological dignity grain are examined. The results of the study of the relationship of quality and technological properties of rice grain in Kazakhstan are presented. 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 processing grain rice cereal plants.

Keywords: fracturing, vitreous, mass of 1000 grains, form coefficient, sphericity, yield of rice, whole kernel yield, yield crushed core.

ӘОЖ 664. 6/7

А.Д. Джамалбекова

Магистрант

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

АҚ БИДАЙ ЖӘНЕ ЖАСЫМЫҚ ҰНДАРЫНЫҢ КОМПОЗИТТІ ҚОСПАЛАРЫНАН ҚАМЫРДЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ-МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ӨЗГЕРУІ

Бидай ұнының физикалық және құрылымдық-механикалық қасиеттеріне ақ бидай және жасымық ұнынан жасалған композитті қоспаның әсерінің зерттеу нәтижелері ұсынылған. Ақ бидай және жасымық ұнынан жасалған композитті қоспасын енгізудің қолайлы мөлшерлемесі анықталды және ол 30%-ды құрайды, ол нан мен қамырдың сапа көрсеткіштерін нашарлатпайды, керісінше, дайын өнімнің тағамдық құндылығын жоғарылатады.

Кілт сөздер: ақ бидай және жасымық ұнынан жасалған композитті қоспа, желімтектің мөлшері және сапасы, ұнның күші, ұнның және қамырдың газ түзу және газды ұстау қабілеті.

Қазіргі таңда тамақтану туралы ғылымменұн ассортименіне және оны алу технологиясына көзқарасты өзгертетін көптеген мәліметтер алынды. Ол алынған мәліметтердің мәні бүтін дәндерден тартылған ұнды қолдануды кеңейтуде; басқа дақылдардан (бидай мен қара бидайдан басқалары), мысалы арпа, сұлы, жасымық және басқалардан ұнды алуда; химиялық құрамы байытылған ұнды алуда.

Табиғи өсімдік шикізатын қолдану тек нан-тоқаш өнімдерінің ассортиментін кеңітіп қана қоймай, сонымен қатар, дайын өнімдердің сапасы мен тағамдық құндылығын жоғарылатуға мүмкіндік береді. Химиялық құрамы бай, және құрылымдық компоненттері нан өндірісінің биотехнологиялық процестерін күшейтетін, шикізатты үнемдеуге мүмкіндік беретін, сонымен қатар дайын өнімдердің тағамдық және биологиялық құндылығын жоғарылататын шикізаттың жаңа түрлерін іздеу қазіргі таңда өзекті мәселе болып отыр.

Қоршаған орта жағдайының нашарлап бара жатқанына байланысты халықты сапасы жоғары азық-түлікпен қамтамасыз ету күллі әлемдік мәселе болып отыр [1].

Көптеген мемлекеттерде, соның ішінде Қазақстанда, нан негізгі азық-түліктің бірі болып табылады. Сол себепті емдәмшілер нан-тоқаш өнімдеріне

ерекше көңіл бөледі, өйткені олар жоғары энергетикалық құндылығымен және жақсы сіңімділігімен сипатталады.

Наубайхана өндірісінде дәстүр бойынша жоғары, бірінші және екінші сұрып бидай ұнын қолданады. Алайда, дәнді наубайханалық ұнға тартудың дәстүрлі технологиясы бойынша дайын өнімде дәннің барлық биохимиялық нәрлі қорынан 10%-дан артығы қалмайды, және ол бізді үйлестірілген тағаммен қамтамасыз етпейді.

Бидай ұнынан жасалған нан-тоқаш өнімдерінде ақуыздың құрамы төмен, сол себепті рецептураға тағамдық және биологиялық құндылығын жоғарылататын байытқыштарды енгізу қажет. Нан-тоқаш және кондитер өнімдерінің тағамдық және биологиялық құндылығын арттыру үшін рецептураға жоғары ақуызды бөрі бұршақ ұнын, соя және ас бұршақ дәндерінен жасалған ақуызды концентраттарды, сонымен қатар жарма өндірісінің өнімдерін (сұлы, арпа ұнын) енгізудің көптеген әдістері жасап шығарылған, бірақ бидайдың арғы тегі – ақ бидайға жөнді назар аударылмаған [2].

Ақ бидай бидайдың жабайылау сұрыбы болып табылады және басқа дәнді дақылдармен салыстырғанда ақуызы ең көбі, яғни ол 27%-37%-ды құрайды, ал бидайда 12-14% ақуыз бар. Оның құрамында 56,0-59,5% көмірсулар, 1,9-2,4% майлар, 1,8-2,0% минералды заттар, 10,7-11,8% тағамдық талшықтар бар. Ақ бидайдың құрамында кәдімгі бидайға қарағанда темірдің, протеиннің және В тобының дәрумендері көбірек болады. Желімтек мөлшерінің аз болуына байланысты глютенге аллергиясы бар адамдар өз емдәмдеріне ақ бидайды қосуына болады.

Сонымен қатар, көне бұршақ тұқымдас дақылдардың бірі жасымыққа да ғылыми қызығушылық туындайды. Жасымық дәндерінде 24-35% ақуыз, 48-53% көмірсулар, 0,6-2% майлар, 2,3-4,4% минералды заттар бар, және ол дәрумендердің қайнар көзі болып табылады. Жасымықтың құрамында майлардың аз болуына байланысты ол емдәмдік тағамдарды дайындауда табылмас өнім.

Ақ бидайдан және жасымықтан өнеркәсіптерде ұн өндіреді, ол нан-тоқаш өнімдерінің өндірісінде оны табиғи байытқыш ретінде қолдануға мүмкіндік береді [3].

А.С. Ахметов атындағы «Наноинженерлі зерттеу әдістері» атты инженерлі бейінді ғылыми-зерттеу зертханасында ақ бидай және жасымық ұнынан композитті қоспасының рецептурасы жасалынды және оның бидай қамырына әсері зерттелінді.

Композитті қоспаға ақ бидай және жасымық ұны 80% және 20% арақатынасында қосылады, ол отандық және шетелдік зерттеушілері мен ғалымдарының бірінші сұрып бидай ұнына ақ бидай ұнын 30-35% және жасымық ұнын 10%-ға дейін енгізу керек деген кеңестерін ескере отырып жасалған. Бұл дақылдарды таңдауға олардың химиялық құрамы және адам ағзасына пайдалы қасиеттері себепші болды.

Ақ бидай және жасымық ұнынан жасалған композитті қоспасының ұнның наубайханалық қасиеттеріне және қамырдың сапасына әсері келесі көрсеткіштер бойынша зерттелген: желімтектің саны мен сапасы; ұнның және қамырдың газ түзу және газды ұстау қабілеті.

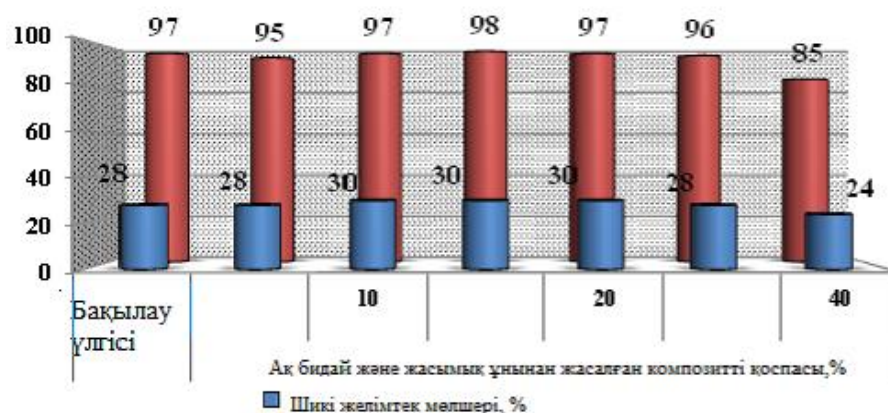
1-кестеде ақ бидай және жасымық ұнынан жасалған композитті қоспасының ұнның және қамырдың сапасына әсері көрсетілген. Алынған мәліметтер Бақылау үлгісінің (бірінші сұрыпты бидай ұнынан) нәтижелерімен салыстырылған.

Кесте 1

Ақ бидай және жасымық ұнынан жасалған композитті қоспасының әртүрлі мөлшерлемесі қосылған ұнның және қамырдың сапа көрсеткіштері

Сапа көрсеткіштері	Бақылау үлгісі	Ұнның әртүрлі сұрыптарынан жасалған композитті қоспасы					
		5	10	15	20	30	40
Ылғалдылығы, %	12,7	12,8	12,8	12,7	12,7	12,6	12,0
Қышқылдылығы, град	3,5	3,6	3,6	3,7	3,8	4,0	4,2
Шикі желімтектің мөлшері, %	28	28	30	30	30	28	24
Глютен-индекс	97	95	97	98	97	96	85
Ұнның газ түзу қабілеті, мл CO ₂ /100 г қамырға	1160	1282	1370	1510	1695	1670	1380
Газ ұстау қабілеті, мл/100 г ҚЗ	197	205	217	225	230	220	185
Қалып ұстау қабілеті, мм	38	32	30	31	33	36	40

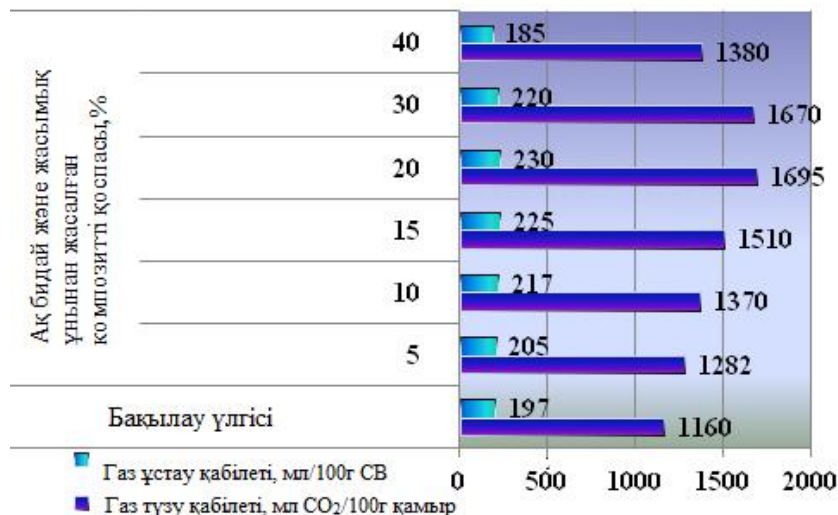
Желімтектің сандық-сапалық қасиеттерін зерттеу үшін бірінші сұрыпты бидай орнына ақ бидай және жасымық ұнынан жасалған композитті қоспасын 5, 10, 15, 20, 30 және 40% мөлшерінде қамырға қосып отырған (1-сурет).



Сурет 1 Ақ бидай және жасымық ұнынан жасалған композитті қоспасының әртүрлі мөлшерін енгізгендегі желімтек санының және сапасының өзгеруі

Ақ бидай және жасымық ұнынан жасалған композитті қоспаны енгізу шикі желімтектің жалпы шығымы мен серпімдіктің төмендеуіне алып келді. Жуу кезінде алынған мәліметтерге қарағанда желімтектің мөлшері көбейеді, ал глютен-индекс мөлшерлемесі 5%-дан 30%-ға дейін көбейсе 95-тен 96-ға дейін өзгереді. Композитті қоспаның 5%-ын енгізген кезде алдымен глютен-индекс 2%-ға төмендейді, содан соң 10-15% композитті қоспа енгізгенде 2-3%-ға жоғарылайды және 20-30% енгізген кезде глютен-индекс 1-1,5%-ға аздап төмендейді. Композитті қоспаны 40% мөлшерінде қосқан кезде глютен-индекс 12,4%-ға төмендейді.

2-суретте ақ бидай және жасымық ұнынан жасалған композитті қоспасының ұнның газ түзу және газды ұстау қабілетіне әсері ұсынылған, олар ұнның ферментативті қасиетін анықтауға арналған Реоферментометр құрылғысында анықталған.



Сурет 2. Ақ бидай және жасымық ұнынан жасалған композитті қоспасының ұнның газ түзу және газ ұстау қабілетіне әсері

Бұл диаграммаға сүйене отырып келесі қорытынды жасауға болады, ақ бидай және жасымық ұнынан жасалған композитті қоспасы ұнның газ түзу және газды ұстау қабілетіне әсер етеді.

Ақ бидай және жасымық ұнынан жасалған композитті қоспасын енгізген кезде газ түзу қабілеті Бақылау үлгісімен салыстырғанда, композитті қоспасының мөлшерлемесі 5%-дан 20%-ға дейінгі аралықта артса, 10,5-46,1%-ға дейін артады. Композитті қоспасынның 30-40% мөлшерлемесін енгізген кезде 20%-бен салыстырғанда газ түзу қабілеті 1,5-12,7%-ға төмендеді.

Ақ бидай және жасымық ұнынан жасалған композитті қоспа газ ұстау қабілетіне әсер етті. Композитті қоспаны 5-20% мөлшерінде қосқан кезде мөлшерлеменің өзгеріне қарай газ ұстау көрсеткіші 4-16,7% аралығында өседі. Композитті қоспаның 30%-ын қосқанда газ ұстау қабілеті 20%-бен салыстырғанда 4,3%-ға төмендеді, бірақ Бақылау үлгісімен салыстырғанда 11,7%-ға өсті. Композитті қоспаның 40%-ын енгізгенде Бақылау үлгісімен салыстырғанда 6%-ға төмендетті.

Ақ бидай және жасымық ұнынан жасалған композитті қоспаны енгізгенде қамыр илеу процесінің қарқындалуы байқалды, қамыр дайындаудың жалпы ұзақтығы 45-70%-ға төмендеді.

Нан өндірісінің процесінде қамырдың құрылымдық-механикалық қасиеттері үлкен мәнге ие.

Қамыр илеуден кейінгі және ашу кезінде, сонымен қатар, жатқызу кезінде белгілі бір құрылымдық-механикалық қасиеттерімен ұнның қамыр түзу қабілетін «ұнның көтеру күші» деген атаумен белгілеу ұсынылған.

Ұнның күшін сипаттау үшін шикі желімтектің немесе қамырдың реологиялық қасиеттерін анықтайды. Ұнның күшінің толық сипаттамасын

қамырдың реологиялық қасиеттерін анықтау арқылы білуге болады, себебі оның нәтижесіне ұнның химиялық құрамының барлық кешені әсер етеді [4].

Ақ бидай және жасымық ұнынан жасалған композитті қоспасының қамырдың реологиялық қасиеттеріне әсері Альвео-консистограф құрылғысында зерттелді.

Ақ бидай және жасымық ұнынан жасалған композитті қоспаны бірінші сұрыпты бидай ұнына жалпы көлемнен алғанда 5, 10, 15, 20, 30 және 40% мөлшерінде енгізді. Нәтижелері бақылау үлгісімен салыстырылды.

Қамырдың реологиялық қасиеттерін анықтауға арналған зерттеулердің нәтижесі 2-кестеде келтірілген.

Қамырдың серпімділігі мен созылғыштығы оның қамырдың сынама үлгісін көпіршікке үрлеу кезіндегі қамырдың деформациялануына жұмсалатын шектік жұмыспен сипатталады. Зерттеу жұмыстарын жүргізу нәтижесінде шектік жұмыстың сандық мәні анықталды (W , е.а.), қамырдың сынама пластинкаларында мөлшерлемесі 5%-дан 40%-ға өскен сайын бұл көрсеткіштің мәні төмендегенін растайды және ол нәтижелер 2 кестеде ұсынылған [5].

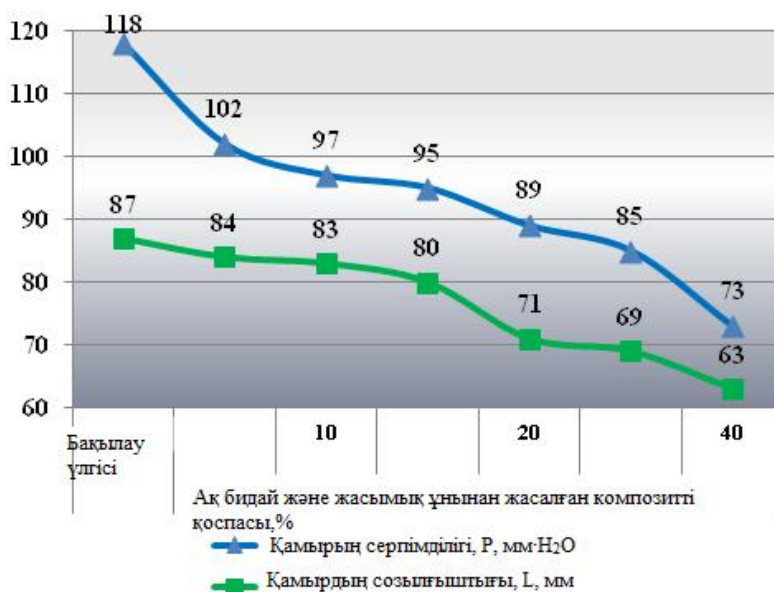
Зерттеу жұмыстарының нәтижесінде композитті қоспасы 5-40% мөлшерінде енгізілген қамыр сынамаларының иілгіштік коэффициентінің (I_e , %) сандық мәндері де анықталды.

Кесте 2

Бидай ұнына ақ бидай және жасымық ұнынан жасалған композитті қоспасы енгізілген қамырдың реологиялық қасиеттері

Көрсеткіштің аталуы	Бақылау үлгісі	Дән және бұршақ тұқымдас дақылдардан дайындалған ұнның арнайы сұрыптарынан жасалған композитті қоспасы енгізілген					
		5%	10%	15%	20%	30%	40%
Қамырдың серпімділігі, P , мм \cdot H ₂ O	118	102	97	95	89	85	73
Қамырдың созылғыштығы, L , мм	87	84	83	80	71	69	63
Ісіну индексі, G	20,8	20,4	20,3	19,9	18,8	18,2	17,7
Салыстырмалы жұмыс, W , е.а.	368	312	287	280	218	206	140
Серпімділіктің созылғыштыққа қатынасы, P/L	1,36	1,30	1,27	1,25	1,17	1,16	1,04
Иілгіштік коэффициенті, I_e , %	62,7	61,4	59,9	55,6	52,1	45,2	38,1

Нәтижелері екі ось бойынша деформациялану кезіндегі қамырдың созылуға барынша кедергісімен сипатталады (3-сурет).



Сурет 3. Ақ бидай және жасымық ұнынан жасалған композитті қоспасы енгізілген қамырдың реологиялық қасиеттері

Композитті қоспаның 30%-дан артық мөлшерін қосқан кезде иілгіштік және созылғыштық коэффициентінің бірден төмендейтіні байқалады. Қамырдың құрылымы үгілгіш, деформацияланудың болмашы мәнінде жыртылғыш. Қамырды дайындау кезінде бидай ұнының белгілі мөлшерін композитті қоспасымен алмастыру ақуызды-протеиназды кешенінің өзгерісіне және әдеттегідей, желімтек сапасының төмендеуіне алып келеді.

Жүргізілген зерттеулер нәтижесі бойынша композитті қоспаны 5-30% аралығында енгізу қамырдың және нанның физикалық-химиялық сипаттамаларының жағымды екенін көрсетеді. Ақ бидай және жасымық ұнынан жасалған композитті қоспаның 30%-ын енгізу қамырдың реологиялық қасиеттерін айтарлықтай төмендетпей, дайын өнімдердің тағамдық құндылығын арттыруға мүмкіндік береді. Демек, алынған өнімдер кеуектілік құрылымы біркелкі едәуір көлемге ие болады.

Ас – адамның арқауы демекші, тамақ сыртқы ортаның маңызды факторларының бірі болып табылады. Адам ағзасының қалыпты іс әрекеті тамақтанумен тікелей байланысты, сол себепті тамақтану тиімді әрі үйлестірілген болуға тиісті. Ақ бидай және жасымық ұнынан жасалған композитті қоспасы бар нанды функционалды бағыттағы тағам ретінде ұсынуға болады және мұндай өнімді күнделікті пайдалану адам ағзасы толық қанды жұмыс істеуі үшін қажетті нәрлі заттарды алуға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Шепелев, А.Ф. Товароведение и экспертиза зерномучных товаров [Текст]: учебник / А.Ф. Шепелев, И.И. Кожухова, А.С. Туров [и др.]. – Ростов-на-Дону: Март, 2001. – 64 с.
2. Полба [Электронный ресурс]. – Режим доступа www.polba-agro.ru.
3. Шпаар, Д. Зернобобовые культуры [Текст] / Д. Шпаар, Ф. Эллмер, А. Постников, Г. Тарануха [и др.]. – Минск: ФУАинформ, 2000.

4. Черных, В. Реологические характеристики пищевых продуктов [Текст] / В. Черных, А. Максимов // Хлебопродукты. – 2005. – №1. – С. 36-39.
5. Кострова, Л. Влияние крупы на реологические свойства теста [Текст] / Л. Кострова, Л. Козубаева, А. Захарова. // Хлебопродукты. – 2005. – №2. – С. 38-42.

Материал редакцияға 31.03.14 түсті.

A. Jamalbekova

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

PHYSICAL AND STRUCTURAL - MECHANICAL CHANGES PROPERTIES OF DOUGH BY PAYING COMPOSITE A MIXTURE OF FLOUR SPELTA AND LENTIL

Results of researching influence of the composite mixture of spelta and lentil flour on the physical and structural and mechanical properties of wheat dough are presented. The optimal dosage a composite mixture of Groats and lentil flour in an amount of 30% had defined which helps to improve the nutritional value of the finished product without deterioration of quality of dough and bread.

Keywords: composite mixture of spelta and lentil flour, quantity and quality of gluten, flour strength, gaseous and gas-retaining ability of flour and dough

ӨОЖ 531.36

Ә.Т. Жақаш¹, Э.А. Джақашева², И.Р. Кудаета³

*¹Техн. ғылымдарының канд., доцент, ²Аға оқытушы, ³Студент
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қаласы*

ЕКІНШІ РЕТТІ ТЕҢДЕУЛЕРДІҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫ МЕН ОРНЫҚСЫЗДЫҚ ОБЛЫСЫ

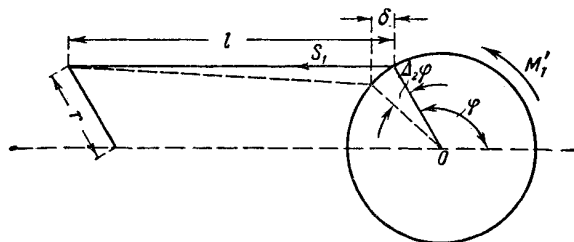
Сипаттамалық теңдеудің түбірлеріне жақын шешімдерін жаңа параметрлер енгізу арқылы табуға болады. Осындай салада көптеген техникалық сұрақтарда берілген дифференциалдық теңдеулердің параметрлерін кез келген мәнінде енгізу барысында, орнықтылық пен орнықсыздық орын ала ма деген сұрақ туады. Оны толық түсіну үшін жұмыста сызықты дифференциалдық теңдеулердің шешімдерінің орнықтылығын зерттеуге алып келетін динамикалық жүйелер қарастырылған.

Кілт сөздер: динамикалық жүйелер, орнықтылық, орнықсыздық облысы.

Қозғалыстың орнықтылық теориясы материалдық жүйеге әсер ететін факторларды зерттеумен айналысады. Ол факторлар күштер болып табылады. Әдетте күштер белгісіз. Олар кез келген уақытта әсер етеді, сондықтан материалдық жүйенің бастапқы шарттары аз шамаға өзгереді [1]. Яғни бастапқы шарттары координатадағы өлшемі мен жылдамдығы болып

табылады. Күш үзіліссіз әсер еткендіктен қозғалыстың дифференциалдық теңдеуі өзгешеленіп отырады.

Әдетте, аз шамада материалдық жүйеге әсер ететін факторлар басқа да дифференциалдық теңдеулер арқылы өрнектелмейді. Кейбір қозғалыстарға бұл әсер етулер тиімді болса, басқа дифференциалдық теңдеулерге тиімсіз болады. Сондықтан бірінші жағдайда – орнықты, ал екінші жағдайда – орнықты емес деп аталады. Оны толық түсіну үшін сызықты дифференциалдық теңдеулердің шешімдерінің орнықтылығын зерттеуге алып келетін динамикалық жүйелерді қарастырайық (1-сурет).



Сурет 1.

Тербелістің дифференциалдық теңдеуі келесі түрде болады [2]:

$$\frac{d^2 x}{d\tau^2} + \frac{1}{\omega^2} \psi(\tau) x = 0, \quad (1)$$

мұнда

$$\psi(\tau) = \frac{a + b \cos 2\tau + c \cos 4\tau}{p + q \cos 2\tau + r \cos 4\tau} \frac{J_1 + J_2}{J_1 J_2}.$$

Біз b, c, q, r коэффициенттері a, p қарағанда кіші деп есептейміз. Бұл функцияның периоды π -ге тең. (1) теңдеудің орнықтылық және орнықсыздық облысын ψ параметрінің өлшеміне қарай анықталады. Онда ψ -ді келесі түрде алайық:

$$\psi(\tau) = \frac{J_1 + J_2}{J_1 J_2} \left\{ \frac{a}{p} + \frac{b}{p} \cos 2\tau + \frac{c}{p} \cos 4\tau \right\} \times \\ \times \left\{ 1 - \left(\frac{q}{p} \cos 2\tau + \frac{r}{p} \cos 4\tau \right) + \left(\frac{q}{p} \cos 2\tau + \frac{r}{p} \cos 4\tau \right)^2 + \dots \right\}$$

және келесі белгілеулерді енгізсек

$$\frac{a}{p} \frac{J_1 + J_2}{J_1 J_2} = g_0, \quad \frac{b}{p} \frac{J_1 + J_2}{J_1 J_2} = g_1 \mu, \quad \frac{c}{p} \frac{J_1 + J_2}{J_1 J_2} = g_2 \mu,$$

$$\frac{q}{p} = g_3 \mu, \quad \frac{r}{p} = g_4 \mu,$$

мұнда, $a_j - g_0, g_1, g_2, g_3, g_4$ арқылы белгіленетін тұрақтылар. Осыдан

$$a_1 = \frac{g_1 - g_3 g_0}{g_0}, \quad a_2 = \frac{g_2 - g_4 g_0}{g_0}$$

екенін білеміз.

Бірінші орнықсыздықты табу үшін (2) теңдеуді қолданамыз. Сонда

$$\frac{g_0}{\omega^2} = 1 + a_1 \mu + a_2 \mu^2 + \dots \quad (3)$$

Қатарға жіктейміз:

$$x = x_0 + \mu x_1 + \mu^2 x_2 + \dots = A_0 \cos \tau + B_0 \sin \tau + \mu x_1 + \mu^2 x_2 + \dots$$

мұнда A_0 және B_0 - тұрақтылар, ал x_j - периодты функция. x_1 және x_2 алу үшін келесі теңдеуді қолданамыз:

$$\begin{aligned} \frac{d^2 x}{d\tau^2} + x_1 = & -(a_1 \cos 2\tau + a_2 \cos 4\tau)x_1 - \\ & -(a_3 \cos 2\tau + a_4 \cos 4\tau + a_6 \cos 6\tau + a_8 \cos 8\tau)x_1 - a_1 x_0 - \\ & - a_1 (a_1 \cos 2\tau + a_2 \cos 4\tau)x_0 - a_2 x_0 \end{aligned}$$

x_1 функциясы периодты болуы үшін теңдеудің оң жағында $\cos \tau$ және $\sin \tau$ функциялары кездеспесе болғаны. Коэффициенттерін нөлге теңестіру арқылы, біз A_0 және B_0 тұрақтыларын табатын сызықты және біртекті теңдеулер жүйесі шығады:

$$\left(\frac{a_1}{2} + a_1\right)A_0 = 0, \quad \left(\frac{a_1}{2} - a_1\right)A_0 = 0. \quad (4)$$

Жүйенің анықтаушысын нөлге теңестіру арқылы, a_1 үшін екі шешімі болады:

$$a_1 = -\frac{a_1}{2}, \quad a_1 = \frac{a_1}{2}.$$

Осы шешімдер арқылы (3) теңдеуді қатарға жіктеуге болады. Бұл шешімдерді қарастыра отырып, жинақталатын және орнықсыздықтың шегін табатын екі қатар аламыз.

Бірінші жағдай $a_1 = -\frac{a_1}{2}$. Бұл жағдайда (4) теңдеуде B_0 нөлге айналып кетеді. A_0 өлшемі 1-ге тең деп алсақ болады. Сонда жалпы түрде табатын формула

$$x_1 = A_1 \cos \tau + B_1 \sin \tau + \frac{a_1 + a_2}{16} \cos 3\tau + \frac{a_2}{48} \cos 5\tau \quad (5)$$

түрде болады. Бұл шешім периодты және A_1 және B_1 - тұрақтылары болады. Мұнда $x_0(0) = A_0 \neq 0$, онда $A_1 = 0$ деп алсақ болады. Қарастырып отырған жағдайда біздің алатынымыз

$$B_1 = 0, \quad a_2 = -\frac{(a_1 + a_2)^2}{32} - \frac{a_2^2}{96} + \frac{a_1^2}{4} - \frac{a_3}{2}$$

Екінші жағдай $a_1 = \frac{a_1}{2}$. Бұл жағдайда (4) теңдеуде $A_0 = 0$, $B_0 = 1$ болады. $A_0 = 0$ және $B_0 = 1$ болғандықтан біздің алатынымыз

$$A_1 = 0, \\ a_2 = -\frac{(a_1 + a_2)^2}{32} - \frac{a_2^2}{96} + \frac{a_1^2}{4} - \frac{a_3}{2}$$

Осыдан, ω бұрыштық жылдамдығының күдікті шешімдері келесі теңсіздікпен анықталады:

$$1 - \frac{a_1}{2} \mu + \frac{1}{96} (21a_1^2 - 4a_2^2 - 6a_1a_2 - 48a_3) \mu^2 + \dots \leq \frac{g_0}{\omega^2} \leq \\ \leq 1 + \frac{1}{2} a_1 \mu + \frac{1}{96} (21a_1^2 - 4a_2^2 + 6a_1a_2 + 48a_3) \mu^2 + \dots$$

Келесі электрлі контурдағы тербелістің екінші орнықсыздығын табайық. Тербелістің дифференциалдық теңдеуі келесі түрде болмақ

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{4L - R^2C_0}{4L^2C_0\omega^2} (1 + \mu \cos t') x = 0 \quad (6)$$

мұнда

$$\mu = \frac{4Lm}{4L - R^2C_0}.$$

μ өлшемі кіші деп есептейік. Ол үшін $t' = 2\tau$ болу керек. Осыдан (6) теңдеу мына түрге келеді:

$$\frac{d^2x_1}{d\tau^2} + \lambda^2 (1 + \mu \cos \tau) x = 0 \quad (7)$$

мұнда

$$\lambda^2 = \frac{4L - R^2 C_0}{4L^2 C_0 \omega^2}$$

$\lambda = 2$ болғанда орнықсыздық облысын табу үшін (7) теңдеуді колданамыз

$$\lambda^2 = 4 + a_1 \mu + a_2 \mu^2 + \dots$$

Енді формальды түрге келтіреміз

$$x = x_0 + \mu x_1 + \mu^2 x_2 + \dots$$

Периодты түрде жазсақ

$$x_0 = A_0 \cos 2\tau + B_0 \sin 2\tau .$$

Осыдан,

$$\begin{aligned} \frac{d^2 x_1}{d\tau^2} + 4x_1 &= -4x_0 \cos 2\tau - a_1 x_0 = \\ &= -2A_0 - 2A_0 \cos 4\tau - 2B_0 \sin 4\tau - a_1 (A_0 \cos 2\tau + B_0 \sin 2\tau) \end{aligned}$$

$$\frac{d^2 x_2}{d\tau^2} + 4x_2 = -4x_1 \cos 2\tau - a_2 x_0$$

$$\frac{d^2 x_3}{d\tau^2} + 4x_3 = -4x_2 \cos 2\tau - a_2 x_1 - a_2 \cos 2\tau x_0 - a_3 x_0 - a_1 x_2 - a_1 \cos 2\tau \cdot x_1$$

шығады. Сипаттамалық теңдеудің түбірлеріне жақын шешімдерін жана параметрлер енгізу арқылы табуға болады. Ары қарай сызықты дифференциалдық теңдеулердің шешімдерінің орнықтылығын зерттеу үшін кейінгі жақындауларды есептейміз. $\beta^2 + \gamma^2 \neq 0$ жағдайында B_k тұрақтылары және x_k, x_{k+2} -лан табылады. Осыдан, (7) теңдеудегі орнықсыз шешімдері болғанда μ -ға қатысты үшінші ретке дейінгі дәлдігі келесі теңсіздікпен анықталады:

$$4 - \frac{1}{3} \mu^2 + \dots \leq \frac{4L - R^2 C_0}{4L^2 C_0 \omega^2} \leq 4 + \frac{5}{3} \mu^2 + \dots$$

Яғни теңсіздікте орнықсыздық орындалуы үшін, келесі шарт орындалуы қажет

$$4L - R^2 C_0 > 0.$$

Есептеу барысында a_1, a_2, x_1 және x_2 мәндерін таптық. Осыдан орнықсыздық облысы келесі теңсіздікпен анықталады:

$$9 + \frac{81}{64}\mu^2 - \frac{729}{512}\mu^3 - \frac{235\,467}{327\,680}\mu^4 + \dots \leq \lambda^2 \leq$$

$$\leq 9 + \frac{81}{64}\mu^2 + \frac{729}{512}\mu^3 + \frac{235\,467}{327\,680}\mu^4 + \dots$$

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Адамов, Н.В. Обобщение одной теоремы Ляпунова [Текст] / Н.В. Адамов // ПММ, т. XII, вып. 5. – 1948.
2. Малкин И.Г. Теория устойчивости движения [Текст] / И.Г. Малкин. – М.: Наука, 1966.

Материал редакцияға 28.03.14. түсті.

А.Т. Zhakash¹, Е.А. Zhakasheva², I.R. Kudayeva³

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

STABILITY AND INSTABILITY FOR THE SECOND-ORDER EQUATIONS

Using of artificial introduction of a parameter, you can find approximate values of the roots of the characteristic equation. However, in many important technical issues such settings in the differential equations of the problem substantially and at the same time is required to determine whether there will be stability or instability. Not at a certain value of the parameter and its value at any.

Keywords: dynamical systems, stability, instability.

ӘОЖ 531.36

Ә.Т. Жақаш¹, Ә.А. Джакашева², И.Р. Кудаяева³

*¹Техн. ғылымдарының канд., доцент, ²Аға оқытушы, ³Студент
М.Х.Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., ҚР*

СЫЗЫҚТЫ ТЕНДЕУЛЕР ЖҮЙЕСІ ҮШІН ТИІМДІ ЫРЫҚТАНАТЫН ЕСЕПТЕРДІ ШЕШУ

Жұмыста жаңа айнымалылар енгізу арқылы сызықтық теңдеулер жүйесі үшін ырықтанатын есептерінің шешімін табу формасы қарастырылған. Көптеген механика және техника есептерінде нақты аргумент берілген кезде нақты шешімдерін табу аса маңызды емес, тек аргумент өзгерген жағдайда шешімінің өзгеруі маңызды.

Кілт сөздер: Сызықтық теңдеулер жүйесі, тиімді басқару, ырықтану.

Көп дифференциалдық теңдеулер мен теңдеулер жүйесі элементар функциялар арқылы өрнектелмейді. Сондықтан осы теңдеулерді шешу барысында интегралдау әдісі қолданылады. Бұл әдіс арқылы тек бір дербес

шешімін табуға болатындықтан жеткіліксіз болып табылады. Басқа да дербес шешімдерін алу үшін барлық есептеулерді қайта жүргізу керек болған. Механика ертеден келе жатқан ғылым және шешімдерінің орнықтылығын табу ең маңызды мәселе болғандықтан, қазіргі таңда механикалық жүйелердің орнықтылық теориясы аса көп зерттелетін сала.

Сызықтық теңдеулер жүйесінің ырықтау есептерінің шешімін табу формасы екі әдіспен шешіледі. Бірінші әдісте c_{ij} теңдеулерінің шешімдерін Ляпуновтың тиімді функциясынан табамыз [1].

$$V^0(x_1, \dots, x_n) = \sum_{i,j=1}^n c_{ij} x_i x_j \quad (1)$$

және

$$c_{ij} = \lim_{t \rightarrow +\infty} c_{ij}^*(t) \quad \text{болғанда} \quad (2)$$

мұнда $c_{ij}^*(t)$ - дифференциалдық теңдеулер жүйесінің дербес шешімдері

$$\frac{dc_{ij}^*}{dt} = \sum_{k=1}^n (p_{ki} c_{kj}^* + p_{kj} c_{ki}^*) - \sum_{k,s=1}^n \frac{\Delta_{ks}}{\Delta} \left(\sum_{i=1}^n c_{ij}^* q_{kj} \right) \left(\sum_{m=1}^n c_{mi}^* q_{ms} \right) + a_{ij} \quad (3)$$

бастапқы шарттарды қанағаттандырады

$$c_{ij}^*(0) = 0 \quad (i, j = 1, \dots, n) \quad (4)$$

Енді тепе-тең моментінде орнықсыз орналасқан математикалық маятниктің ырықтау есептерінің шешімін табу әдісін қарастырайық.

Ол үшін сәйкес келетін уақыт, координаталар мен күштерді таңдап алып, қозғалыстың теңдеуін жалпы түрде жазайық:

$$\frac{dx_1}{dt} = x_2, \quad \frac{dx_2}{dt} = \sin x_1 + x_3, \quad \frac{dx_3}{dt} = u,$$

мұнда $x_1 = \varphi$ - маятниктің ауытқу бұрышы, $x_2 = \dot{\varphi}$, x_3 - маятникке қойылған момент.

Ары қарай бірінші жақындаудың теңдеуін құрайық:

$$\frac{dx_1}{dt} = x_2, \quad \frac{dx_2}{dt} = x_1 + x_3, \quad \frac{dx_3}{dt} = u. \quad (5)$$

Бұл теңдеулер жүйесі үшін келесі критерилерді қабылдап, тиімді ырықтаудың II есебін қарастырайық:

$$I_u = \int_{t_0}^{\infty} [x_1^2(t) + x_2^2(t) + x_3^2(t) + u^2(t)] dt \quad (6)$$

Берілген есептің шешімін табу үшін келесі матрицаны енгіземіз:
 $W = \{Q, PQ, P^2Q\}$. Біздің жағдайда

$$P = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad Q = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

және осыдан

$$W = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

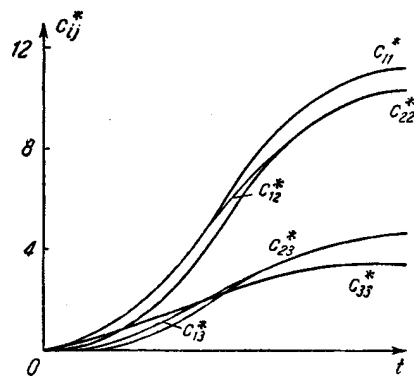
W матрицасының рангысы (5) теңдеулер жүйесінің ретіне тең. Сондықтан, қарастырып отырған есептің шешімі бар. (1) теңдеудегі коэффициенттер келесі түрде болады:

$$\left\{ \begin{array}{l} 2c_{12} - c_{13}^2 + 1 = 0, \\ 2c_{12} - c_{23}^2 + 1 = 0, \\ 2c_{23} - c_{33}^2 + 1 = 0, \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} c_{11} + c_{22} - c_{13}c_{23} = 0, \\ c_{23} + c_{12} - c_{33}c_{13} = 0, \\ c_{13} + c_{22} - c_{33}c_{23} = 0, \end{array} \right. \quad (7)$$

c_{ij} - (7) теңдеулер жүйесінің шешімі болсын. (2) теңдеуге қатысты

$$c_{ij} = \lim_{t \rightarrow +\infty} c_{ij}^*(t) \quad (i, j = 1, 2, 3)$$

мұнда $c_{ij}^*(t)$ - дифференциалдық теңдеулер жүйесінің шешімі.



Сурет 1.

1-суретте (8) теңдеудің есептеуші машинада есептелінген қисықтың графигі көрсетілген. Сызықты және сызықсыз дифференциалдық теңдеулер жүйелерінің шешімдерін Ляпуновтың жалпыланған көрсеткіштерін енгізу арқылы зерттеу, сонымен қатар зерттеу нәтижесін компьютерлік математиканың Maple математикалық жүйелерін қолдана отырып, c_{ij} шешімі табылады:

$$\begin{aligned}c_{11} &= 11.1333, & c_{12} &= 10.3333, \\c_{22} &= 10.1333, & c_{11} &= 4.6116, \\c_{33} &= 3.1974, & c_{23} &= 4.6116.\end{aligned}$$

Келесі тиімді басқарудың коэффициенттері арқылы сызықтық теңдеулер жүйесі үшін ырықтанатын есептерінің шешімін табайық.

$$\frac{dx_1}{dt} = x_1, \quad \frac{dx_2}{dt} = \alpha x_1 + \beta x_3 + bu, \quad \frac{dx_3}{dt} = u. \quad (8)$$

$$I_u = \int_{t_0}^{\infty} [x_1^2(t) + x_2^2(t) + x_3^2(t) + u^2(t)] dt \quad (9)$$

болатындай $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \gamma = \frac{1}{2}$ деп алайық. Бұл мысал үшін канондық түрі мынадай болмақ

$$\frac{dx_1}{dt} = x_2, \quad \frac{dx_2}{dt} = \alpha x_1 + \beta x_3 + b^2 \psi^2 + b \psi^3, \quad \frac{dx_3}{dt} = b \psi_2 + \psi_3$$

$$\frac{d\psi_1}{dt} = x_1 - a \psi_2, \quad \frac{d\psi_2}{dt} = x_2 + \psi_1, \quad \frac{d\psi_3}{dt} = x_3 - b \psi_2$$

Сипаттамалық анықтаушы келесі формуламен анықталады

$$D(\lambda) = (\lambda^2 - 1) \left[(\lambda^2 - a)^2 - \lambda^2 b^2 - \beta^2 \right] \quad (10)$$

$D(\lambda)$ көпмүшесін $d_1(\lambda)$ және $d_2(\lambda)$ полиномдарының көбейтіндісі ретінде алсақ болады:

$$D(\lambda) = (\lambda^3 + a_1 \lambda^2 + a_2 \lambda + a_3) (\lambda^3 - a_1 \lambda^2 + a_2 \lambda - a_3)$$

мұнда $\lambda^3 + a_1 \lambda^2 + a_2 \lambda + a_3 = d_1(\lambda)$. a_1, a_2, a_3 -коэффициенттері келесі формулалармен анықталады:

$$\begin{aligned}a_1 &= 1 + \sqrt{2a + b^2 + 2\sqrt{\alpha^2 + \beta^2}}, \\a_2 &= \sqrt{\alpha^2 + \beta^2} + \sqrt{2a + b^2 + 2\sqrt{\alpha^2 + \beta^2}}, \\a_3 &= \sqrt{\alpha^2 + \beta^2}. \\ \lambda^3 + a_1 \lambda^2 + a_2 \lambda + a_3 &= 0\end{aligned}$$

теңдеуінің барлық түбірлері теріс нақты сандар.

$$\begin{vmatrix} p_{11} + q_1 v_1 - \lambda, & p_{12} + q_1 v_2, & \dots, & p_{1n} + q_1 v_n \\ p_{21} + q_2 v_1, & p_{22} + q_2 v_2 - \lambda, & \dots, & p_{2n} + q_2 v_n \\ \dots, & \dots, & \dots, & \dots \\ \dots, & \dots, & \dots, & \dots \\ p_{n1} + q_n v_1, & p_{n2} + q_n v_2, & \dots, & p_{nn} + q_n v_n - \lambda \end{vmatrix} = (-1)^n d_1(\lambda) \quad (11)$$

$u^0 = v_1 x_1 + v_2 x_2 + v_3 x_3$ екенін біле отырып және (11) теңдеуге апарып қойсақ, алатынымыз:

$$\begin{vmatrix} -\lambda & 1 & 0 \\ a + b v_1 & b v_2 - \lambda & \beta + b v_3 \\ v_1 & v_2 & v_3 - \lambda \end{vmatrix} = -\lambda^3 - a_1 \lambda^2 - a_2 \lambda - a_3$$

Осыдан, λ дәрежесіне сәйкес коэффициенттерін салыстыра отырып, v_1, v_2, v_3 қатысты сызықты теңдеулер жүйесін құрамыз:

$$-b v_2 - v_3 = a_1, \quad -b v_1 - \beta v_2 = a_2 + a, \quad -\beta v_1 + a v_3 = a_3.$$

Осы жүйені шешіп, тиімді басқарудың коэффициенттерін табымыз:

$$v_1 = \frac{b a (a_1 + \alpha) - \beta (a_1 \alpha + a_3)}{\Delta},$$

$$v_2 = \frac{b (a_3 + \alpha a_1) - \beta (a_2 + \alpha)}{\Delta},$$

$$v_3 = \frac{b \beta (a_2 + \alpha) - \beta a_1 - a_3 b^2}{\Delta}.$$

$$\text{Мұнда } \Delta = \beta^2 - a b^2.$$

$$\alpha = -\frac{\mu}{r_0^3}, \quad \beta = \frac{2\sqrt{\mu r_0}}{r_0^3}, \quad b = \frac{k}{r_0}, \quad k = \frac{c_r}{c_\varphi} \text{ екенін біле отырып,}$$

$$\Delta = \frac{\mu(4 + k^2)}{r_0^5} \text{ аламыз. Егер } c_\varphi \neq 0 \text{ болса, онда } \Delta \text{ кез келген мәнінде } r_0$$

нөлге тең болмайды. Осыдан, кез келген r_0 және $c_\varphi \neq 0$ болғанда тиімді ырықтау есебінің шешімі болады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Малкин, И.Г. Теория устойчивости движения [Текст] / И.Г. Малкин. – М.: Наука, 1966.

2. Уваренков, И.М. Курс математического анализа [Текст] / И.М. Уваренков, М.З. Малер. – М.: Просвещение, 1976.

Материал редакцияға 28.03.14 түсті.

A.T. Zhakash¹, E.A.Zhakasheva², I.R. Kudayeva³

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

PRACTICAL SOLUTIONS TO PROBLEMS OF OPTIMAL STABILIZATION FOR LINEAR SYSTEMS

The burden recently received a large development in the theory of optimal processes controlled dynamic systems. Among the problems of optimal control takes place on the stabilization azhnoe given motion. We have studied the problem of stabilization of controlled movements and methods for solving them.

Keywords: systems of linear equations, optimal control, stabilization.

ӘӨЖ 004.9

Г.Ж. Жетимекова¹, Д.А. Турмуратова²

*¹Техника ғылымдарының магистрі, аға оқытушы, ²Оқытушы,
Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті,
Қарағанды қаласы*

ЭЛЕКТРОНДЫҚ ОҚУЛЫҚТАРЫН ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ ОҚЫТУ ҮРДІСІН ЖЕТІЛДІРУ

Мақалада білім беру жүйесінде электрондық оқулықтарды пайдалану арқылы оқыту үрдісін жетілдіру сұрақты мен қағидалары қарастырылған. Электрондық оқулықтарды пайдалану арқылы білім беру жүйесінің көмегімен студенттердің меңгеретін дағдысы, біліктілігі мен құзыреттіліктері қарастырылған. Оқыту материалдарына электрондық басылымдар, электрондық оқулықтар, мультимедиялық оқу құралдары мен әр түрлі құрылғыларға жазылған электрондық жазбалар жатады. Электрондық оқытудың нормативтік-құқықтық жасақтамасы бірқатар нормативтік құжаттарға өзгерістер мен толықтырулар енгізуді; жана нормативтік-құқықтық құжаттар дайындауды талап етеді.

Кілт сөздер: білім беру, электрондық оқулық, электрондық оқу басылымы, ақпараттандыру.

Қазақстан Республикасындағы білімді ақпараттандыру жүйесі «Қазақстан Республикасы орта білім жүйесін ақпараттандыру» мемлекеттік бағдарламасы және «Қазақстан Республикасы ұлттық ақпараттық инфрақұрылымын қалыптастыру мен дамыту» мемлекеттік бағдарламалары негізінде қалыптасып, даму процесін жалғастырып келе жатыр. Білім беру жүйесін ақпараттандыру ісі – білім беру жүйесін түбегейлі түрде өзгертті. Мұндай жағдай алдыңғы сапқа оқыту материалдарын электрондық құралдар арқылы беруді көздейді.

Жалпы орта білім беру ұйымдарында электрондық оқытудың құралдарын пайдалануды оқу жүктемесінің 30%-на дейінгі көлемінде ұсынады. Электрондық оқыту білімдік процесс субъектілерінің бір бірімен және оқу-танымдық іс-әрекеттердің алуан түрлері мен лездік кері байланыс есебінен ақпараттық білімдік ортамен оқушылардың интерактивтік өзара әрекеттестігі ретінде жүзеге асырылады. Электрондық оқыту жағдайында оқушы цифрлық білімдік ресурстар мен қолданбалы бағдарламалық өнімдердің көмегімен қажетті білімдерді, біліктер мен машықтарды ала отырып, оқыту мазмұнының үлкен бөлігін белсенді түрде және өз беттерімен игереді.

Оқыту материалдарына электрондық басылымдар, электрондық оқулықтар, мультимедиялық оқу құралдары мен әртүрлі құрылғыларға жазылған электрондық жазбалар (аудио, видео, құндақтар) жатады. Әрбір жалпы және кәсіби білім беретін пәндерден оқу-әдістемелік материалдардың мәліметтік базалары электрондық оқулықта жинақталып, қолда бар компьютерлік техника арқылы сабақта қолданылуы талап етіледі. ХХІ ғасырда қоғам қажеттілігін қанағаттандыру үшін білім беру саласында төмендегідей міндеттерді шешу көзделіп отыр. Олар: білім сапасын көтеру, компьютерлендіру, интернет, компьютерлік желі, электронды пошта және телекоммуникацияны пайдалану, электронды оқу құралдары, электронды оқу басылымдары мен электронды оқулықтарды даярлау.

Білім беруді ақпараттандырудың Президенттік бағдарламасы электрондық оқулықтарды жасауға себепші болды. Бүгінгі күнде мектептегі білім берудің мазмұнының 80%-ы және кәсіби білім берудің 20%-ы түрлі сандық интерактивті мультимедиялық білім беру ресурстарын (СИМБР): электронды оқулықтарды (ЭУ); мультимедиялық оқыту бағдарламасын (МОБ); виртуалды саяхаттарды (BC); электронды дидактикалық құралдарды (ЭДК) және т.б. жасау жолымен сандық форматқа көшірілгені белгілі.

Жоғары кәсіптік білім беру саласында еңбек нарығының мұқтаждығын, елдің индустриалдық-инновациялық даму міндеттерін және тұлғалық мұқтаждықты қанағаттандыратын сапа деңгейіне қол жеткізу, жоғары білім беру мазмұны мен құрылымын Болондық процестің параметрлеріне сәйкес келтіру арқылы еуропалық аймаққа кіріктіруді қамтамасыз ету мақсаты қойылады. ЖОО-ның кеңжолақты Ғаламторға қатынас құруы 100%, университеттік порталдардың құрылуы (ЖОО-ның 2015 жылға 50%, 2020 жылға 100%) қамтамасыз етілетін болады. Республикалық ЖОО-ның аралық электрондық кітапханасына ЖОО-ың қосылуы олардың техникалық дайындығының шамасына қарай (2015 жылы – 80%, 2020 жылы – 100%) жүзеге асырылатын болады.

2015 жылға электрондық оқытуға білім беру ұйымдарын 50% қамту, ал 2020 жылға бұл көрсеткішті 90% жеткізу жоспарлануда.

Қойылған мақсаттың жетістігі оқыту сапасын, білім беруді басқару тиімділігін, сыртқы ортамен ақпараттық кірігуді арттырады және:

- білім беруді басқару жүйесін автоматтандыру үшін;
- білімдік процесті технологияландыру үшін;
- отандық цифрлық білімдік ресурстарды (ЦБР-ды) дайындау үшін жағдайлар жасайды.

Электрондық оқытудың нормативтік-құқықтық жасақтамасы бірқатар нормативтік құжаттарға өзгерістер мен толықтырулар енгізуді; жаңа нормативтік-құқықтық құжаттар дайындауды талап етеді. 2015 жылға электрондық оқыту жүйесінде жұмыс істеу үшін жоғарғы, техникалық және

кәсіптік білім берудің МБС-на – педагог кадрларды дайындау бөлігіне, орта білім берудің МБС-на – электрондық оқыту жүйесін міндетті пайдалану бөлігіне толықтырулар енгізілетін болады.

Білім беру ұйымдарындағы электрондық оқыту жүйесі туралы ережелер білім беру ұйымдарындағы электрондық оқытудың мақсатына, мазмұнына, құралдарына, формалары мен әдістеріне қойылатын нормалар мен талаптардың жүйесін, ақпараттық-қатынастық технологиялар саласында оқушылар мен педагогтарды дайындау деңгейіне қойылатын талаптар жиынтығын тағайындайды, білім беру ұйымдарында ақпараттық-қатынастық технологияларды пайдалану көлеміне қойылатын талаптарды анықтайды.

Білім беру жүйесіне электрондық оқытуды енгізу нормативтік құқықтық, инфрақұрылымдық, бағдарламалық-контенттік және кадрлық-әдістемелік негіздерді қамтамасыз ететін тұтас өзара байланысты міндеттер кешенін шешуді ұйғарады.

Электрондық оқу құралы – білім алатын өнім, бірақ дәстүрлі оқулықтан айырмашылығы бұл оқулықты тек компьютер көмегімен ғана көріп шығуға болады. Электрондық оқу құралы кәдімгі оқулықтар сияқты барлық талаптарға сай болуы керек. Электрондық оқулық оқушы үшін дайын материал. Электрондық оқу құралын әзірлеу барысында оны мәтіндік ақпараттан гөрі графиктік ақпаратпен және электрондық құралдарды анимация элементтерімен, суреттермен, видеолармен көбірек қамту керек, себебі олар оқу барысында ақпаратты тез сақтауға көмектеседі. Электрондық оқу құралдары текстік материалдардан басқа міндетті түрде жақсы ұйымдастырылған графикалық материалдардан да құралуы тиіс. Мұндай оқу құралының тек дизайн жағынан емес, оқушы тез қабылдайтын материалдардан тұруы керек. Электрондық оқулықтағы анимация, диаграмма, видеоклиптер, тест тапсырмасы мен структуралық құрылымы жағынан оқушыларды өзіне тартып қана қоймай оқушының есінде қалуына үлкен ықпал етеді.

Электронды оқулық мына жағдайларда тиімді:

- әдетте тез арадағы кері байланысты қамтамасыз етеді;
- керекті ақпаратты тез табуға көмегін тигізеді;
- гипертекст пен сілтемелерді бірнеше рет қолдануға болады.

Электронды оқулықтарды жасау құралдарын келесі топтарға бөлуге болады:

- дәстүрлі алгоритмдік тілдер;
- жалпы берілудің құралдық құрылғылары;
- мультимедиа жүйелері;
- гипермәтіндік және гипермедиа құралдары.

Оқу құралының мазмұны мынадай:

- білім алу мазмұнында барлық компоненттерді жүзеге асыру;
- пән бойынша білім алу стандартына сәйкес келу;
- материалдарды таңдаудың негізгі принциптері;
- материалдар мазмұнының ғылымилығы;
- материалдар мазмұнының ыңғайлылығы;
- материалдарда тәрбиелік және даму элементтерінің болуы.

Жалпы, электрондық оқулықтарды дайындау үшін HTML (HyperText Markup Language), FrontPage Express, Microsoft Publisher программалары және Delphi, Visual Basic, C++, JavaScript және т.с.с. программалау тілдері қолданылады.

Бүгінгі таңда студенттер үшін электрондық оқулық жоғары оқу орындарында оқыған жылдардың барлығында да өздері толықтырып отыра алатын және нәтижелік емтиханға дайындалуға көмектесетін мәліметтер қоры болып келеді. Электрондық оқулықтармен жұмыс істеу әрбір оқушының өз мүмкіндігін есепке ала отырып, оқып үйрену ісін жеке-дара жүргізуі болып саналады.

Оқытушы үшін электрондық оқулық бұл күнбе-күн дамытылып отыратын ашық түрдегі әдістемелік жүйе, оны әрбір оқытушы өз педагогикалық тәжірибесіндегі материалдарымен толықтыра отырып, ары қарай жетілдіре алады.

Электрондық оқулықтарды дайындаудың бір жүйеге келтірілген заңдылығы болуы керек. Осыған байланысты электрондық оқулықтарды дайындауда мынадай дидактикалық шарттарды ескеру керек:

- белгілі бір пәнге байланысты дайындалған электрондық оқулықтың сол пәннің типтік бағдарламасына сәйкес болуын;

- электрондық оқулықтар курста оқытылатын тараулар мен тақырыптарға қатысты лекция конспектісін қамтитын негізгі; зертханалық және практикалық тапсырмаларды орындауға арналған қосымша; материалға қатысты анықтама, библиографиядан тұратын көмекші; аралық және қорытынды бақылау сұрақтарынан тұратын тест; материалдарды дайындауда пайдаланылған әдебиеттер тізімдері бөлімдерін қамтуын;

- электрондық оқулықтың кәдімгі оқулықтар мазмұнын қайталамауын, яғни берілетін тақырыпқа қатысты ақпараттың нақты әрі қысқа берілуін ескеру керек;

- белгілі бір тақырыпқа қатысты материал 2-3 экрандық беттен артық болмауы тиіс. Егер мәтін көлемі бірнеше экрандық бетті қамтитын болса, онда экранда пайда болатын оң жақ тік, төменгі көлденең жылжыту сызықтарын электрондық оқулықты пайдаланушының көп пайдалануына тура келеді. Мұның өзі пайдаланушының материалға қатысты ойын бөледі және мәтінді жоғары-төмен, оңға-солға жылжыта беру пайдаланушының шыдамдылығына да әсер етеді;

- бір қатардағы мәтін 62-65 таңбадан аспауы тиіс. Себебі, материалды баспаға шығару қажет болса, ол А4 көлемді параққа дұрыс түсетіндей болуы керек;

- оқулықты шектен тыс иллюстрациялық, анимациялық тұрғыдан көркемдеу пайдаланушыға кері әсерін тигізуі мүмкін, бірақ, кейбір пәндерге, атап айтқанда, физика, химия, биология сияқты пәндерге қатысты процестерді анимациялап көрсету, тіпті, кинофильмдер мен диафильмдер үзінділерін MPEG, AVI типті файлдар ретінде сақтап, оларды гипермәтінді формат арқылы электрондық оқулыққа кірістіру оқулықтың көркемдік, әдістемелік деңгейін арттырады (сурет 1).

Сондықтан, электрондық оқулықты құруда бағдарламалық құралдарды қолданудың тиімді жақтары ретінде келесілерді атап өтуге болады:

- оқушының өз бетімен жұмыс істеуін ұйымдастыру мүмкіндігі, яғни таным үрдісінің жоғарлауына септігін тигізеді;

- жаңа ақпараттық технологиялардың түрлерін белсенді қолдану;

- әртүрлі типті ақпараттарды біріктіре пайдалануға мүмкіндік алуы;

- тиімді интерактивтік интерфейсті жобалау ерекшелігі;

- білімді жетілдіру мақсатында оқушы өз уақытын үнемдеуі;

- деңгейіне байланысты әрбір оқушымен жеке жұмыс жүргізуіне мүмкіндік туғызады;

- алған білім дағдыларын тест жүйесімен тексеруді ұйымдастыру мүмкіндігі.



Сурет 1. Бағдарламалық құралдардың жіктелуі

Электронды оқулықты пайдаланудың тиімді жолдары:

- 1) Оқушының уақытын тиімді пайдалануға мүмкіндік жасайды;
- 2) Электронды оқулық көмегімен информатика пәнінің негіздерін оқу кезінде көптеген мәліметерді алып, оқып үйренуіне болады;
- 3) Кез келген тақырыптың күрделілігімен, қиын бөлімдерінде қосымша тапсырмаларды, видеоклиптер, аудиохабарларды кең көлемде қолдана алады;
- 4) Жаңа тақырыптарды жылдам әрі нақты түсіндіре алады;
- 5) Тақырыпты қалай меңгергенін тест тапсырмалары орындау арқылы тез көре алады;
- 6) Әр бөлім ішінде қарастырылып отырған жаңа сөздерге түсіндермелер қарастырылған;
- 7) Мұғалім үшін жеке оқушымен жұмыс жүргізуіне барлық жағдайлар қарастырылған;
- 8) Оқушының ақыл-ой өрісін, дүниетанымын кеңейтуге көп ықпал жасайды.

Электрондық әдістемелік жүйе (Method Management System – MMS) – бұл қазіргі заманғы интерактивтік педагогикалық технологияға мұғалімдерді оқытуда кәсіптік біліктіліктер мен машықтарды жетілдіру бойынша педагогтардың өзіндік жұмысына әдіснамалық және ғылыми-әдістемелік басшылық жасауға бағыттталып ұйымдастырылған және құрылымдалған пәнаралық ақпараттың жылдам, ашық, дамитын, технологиялық базасы. Білім беруді ақпараттандырудың мемлекеттік саясатын жүзеге асыру тек осы процеске барабар педагог кадрларды дайындау, олардың әдістемелік іс-әрекеті мен біліктіліктерін арттыруды ұйымдастыру шарты кезінде ғана тиімді болады, өйткені ақпараттық технологияларды практикаға енгізу дәрежесі мен сапасы, атап айтқанда мұғалімдерге байланысты болады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Халықова, К. Электрондық оқулық – оқыту тиімділігін арттыру құралы ретінде [Мәтін] / К. Халықова, Г. Қашағанова // Ұлт тағылымы. – Алматы. – 2007. – №1/(2).
2. Информатика және компьютерлік техника [Мәтін]: қазақ тілі терминдерінің сапалық ғылыми түсіндірме сөздігі.– Алматы: Мектеп, 2002.

3. Халықова, Г. Электронды оқулықты дайындаудың талаптары [Мәтін] / Г. Халықова [және т.б.] // Халықаралық ғылыми-әдістемелік конференциясының еңбектері. – Шымкент. – 2004. – 469 б.
4. Трухин А.В. Об использовании виртуальных лабораторий в образовании [Текст] / А.В. Трухин. – Томск: Томский гос. Ун-т систем управления и радиоэлектроники.
5. Бидайбеков, Е. Ы. Internet / Intranet технологии в образовании [Текст]: учеб. пос. / Е.Ы. Бидайбеков, С.Н. Конаева, Г.А. Абдулкаримова. – Алматы, 2006.

Материал редакцияға 27.03.14 түсті

G.ZH. Zhetimekova, D.A Turmuratova

*¹Master of equipment, senior teacher, ²Teacher
E.A. Buketov Karaganda State University*

IMPROVING EDUCATIONAL PROCESS THROUGH ELECTRONIC TEXTBOOKS

The article discusses the rules and improve the educational process in the education system through electronic textbooks. Through the use of the educational system of electronic textbooks examined students learned the skills, knowledge and competence. By electronic materials include electronic publications , electronic textbooks , multimedia learning tools and electronic records stored on different devices. Regulatory provovaya equipment e-learning requires some changes and additions to the regulations and the development of new legal documents .

Keywords: education, electronic textbook, electronic textbook, information.

УДК 613.22:637.12'61

Г. Каримова¹, М. Касымова², Н.А. Горбатовская³

*¹Магистрант, ²Инженер, ³Канд. техн. наук, проф.
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз*

ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ КАШ НА ОСНОВЕ СУХОГО КОБЫЛЬЕГО МОЛОКА

В статье описаны технология получения муки для детского питания и лечебно-профилактических каш для детей на основе сухого кобыльего молока. Обосновано применение сухого кобыльего молока в разработке детского питания для детей, страдающих непереносимостью белка коровьего молока. Составлены соответствующие технологические схемы получения муки для детского питания и лечебно-профилактической каши на основе сухого кобыльего молока.

Ключевые слова: кобылье молоко, сухое кобылье молоко, каши лечебно-профилактические для детского питания, мука для детского питания, технология детского питания.

Создание технологий производства качественно новых пищевых продуктов, в том числе продуктов лечебно-профилактического назначения, развитие и модернизация отечественного производства с использованием отечественного сырья является основной стратегической задачей, которую ставит перед собой наше государство [1].

Решающим фактором формирования здоровья человека с самого его рождения является полноценное питание. Обеспечение исключительно грудного вскармливания до 4-6 месяцев жизни является гарантом иммунологической защиты, гармоничного, физического и интеллектуального развития ребенка. Ухудшение питания детей характеризуется неадекватностью питания, его дороговизной и снижением качества продуктов, недостатком или недоступностью для большинства детей специализированных продуктов.

Несмотря на то, что в Казахстане на протяжении последних лет складываются благоприятные условия для развития рынка детского питания, данный рынок представлен в основном продукцией зарубежного производства.

Количество детей в Казахстане составляет около 5 млн. Установлено, что на сегодняшний день 30% детей в возрасте до 1 года находятся на искусственном и смешанном вскармливании [2]. Есть среди них дети, страдающие непереносимостью белка коровьего молока, которые нуждаются в продуктах функционального и лечебно-профилактического питания. В продуктах питания предусматривают возможность замены традиционных продуктов, не рекомендуемых для отдельной группы детей по медицинским показаниям.

Использование отечественного молочного сырья – кобыльего молока, является правильным решением продовольственной безопасности и развития производства продуктов детского питания лечебно-профилактического назначения. Кобылье молоко – это экологически чистый, натуральный продукт, который исторически связан с казахским народом, и в современное время имеет особое значение в детском питании.

Разработка детского питания на основе кобыльего молока является актуальной задачей, представляющей научное и практическое значение для реализации положений Концепции здорового образа жизни и питания населения Республики Казахстан и решения вопросов безопасности и качества продуктов питания.

Цель исследований – создание детского питания лечебно-профилактического назначения на основе сухого кобыльего молока для детей, страдающих непереносимостью белка коровьего молока, и обеспечение населения Республики Казахстан экологически чистым продуктом отечественного производства.

Для разработки лечебно-профилактической каши на основе кобыльего молока было использовано сухое кобылье молоко, полученное в ТОО «ИГЕРУ» (г. Семей, Казахстан) [3]. Сухое молоко в ТОО «ИГЕРУ» получают методом сублимационной сушки. Сублимационная сушка в настоящее время является наиболее эффективным методом сушки сырья, при котором сохраняются все нативные свойства молока, обладающего хорошей восстанавливаемостью. Кобылье молоко обладает лечебными свойствами, благодаря своему химическому составу и поэтому важно из него получить сухое молоко с максимально сохраненными свойствами.

Разработаны три вида лечебно-профилактических каш на основе сухого кобыльего молока: с гречневой, рисовой и овсяной мукой для детского питания, которые не требуют дополнительной термической обработки.

Мука для производства продуктов детского питания получена из рисовой, гречневой и овсяной круп, с последующим их размол, просеиванием и обработкой.

Мука для детского питания получена по технологической схеме, представленной на рисунке 1.

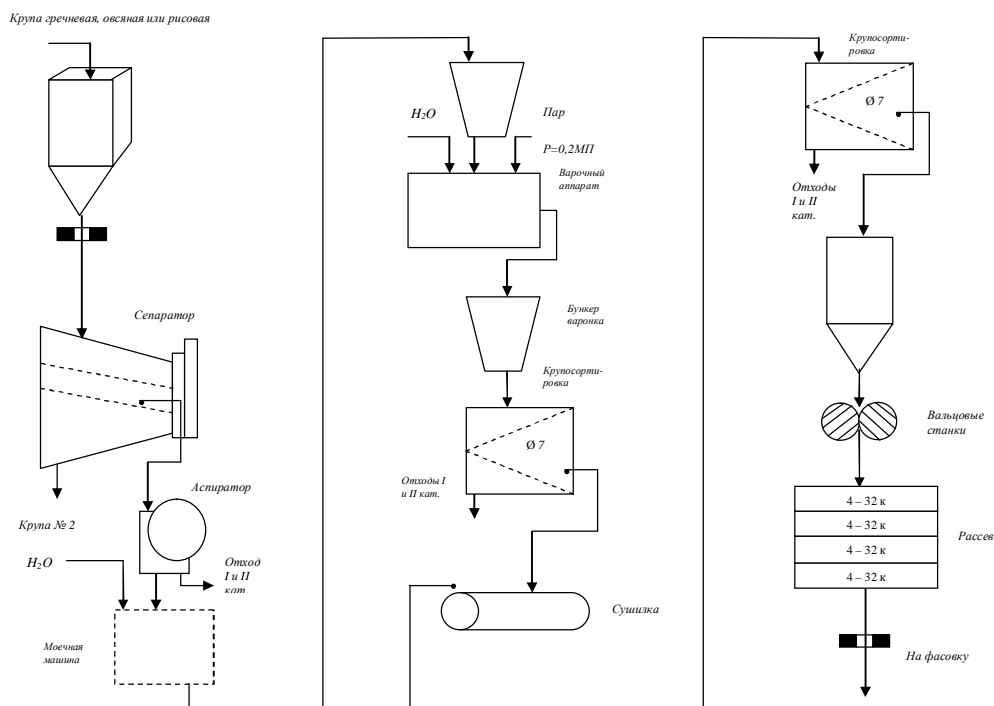


Рис. 1. Схема технологического процесса производства муки для детского питания

Технологический процесс производства муки для детского питания включает: очистку крупы путем однократного пропускания через зерноочистительный сепаратор (или рассев), аспиратор и магнитный сепаратор, пропаривание и плющение на вальцовых станках. Полученную крупу сушат и направляют на размол. Размол производят на вальцовых станках с промежуточным разделением продуктов помола и просеивают через сита и фасуют в мешки. Срок хранения муки – 6 месяцев [4].

Кашу вырабатывают путем смешивания сухого кобыльего молока, муки для детского питания (рисовой, гречневой или овсяной) и витаминами В₁, В₂, В₆, РР, С.

Технологический процесс каш на основе кобыльего молока включает следующие операции: выработка сухого кобыльего молока; выработка мучного компонента; приемка и подготовка сухих компонентов; дозирование и смешивание компонентов; фасование, упаковывание и хранение продуктов.

Компоненты, входящие в состав каши, просеивают через сито. Полученную муку для детского питания перед смешиванием предварительно обрабатывают. Это тепловая обработка муки, ее сушка, размалывание и

просеивание. Муку смешивают с водой в соотношении 1:1,5 рисовую, гречневую в соотношении 1:3 при температуре 40-45 и 35-40 °С соответственно и сушат на вальцовой установке при давлении пара в барабанах 0,3-0,6 МПа. Полученная сухая пленка размалывается и просеивается. Размер частиц 0,13-0,20 мм [5]. Мука, обработанная таким способом, не требует дополнительной термической обработки перед употреблением. Учитывая, что для сухого кобыльего молока нежелательна термическая обработка, выбрана именно данная технология дополнительной обработки муки.

Производство лечебно-профилактической каши для детей на основе кобыльего молока осуществляют согласно технологической схеме, представленной на рисунке 2. Сухие компоненты подают через взвешивающее устройство в бункер смеситель в следующем порядке: сухое кобылье молоко, мука и концентрат витаминов.

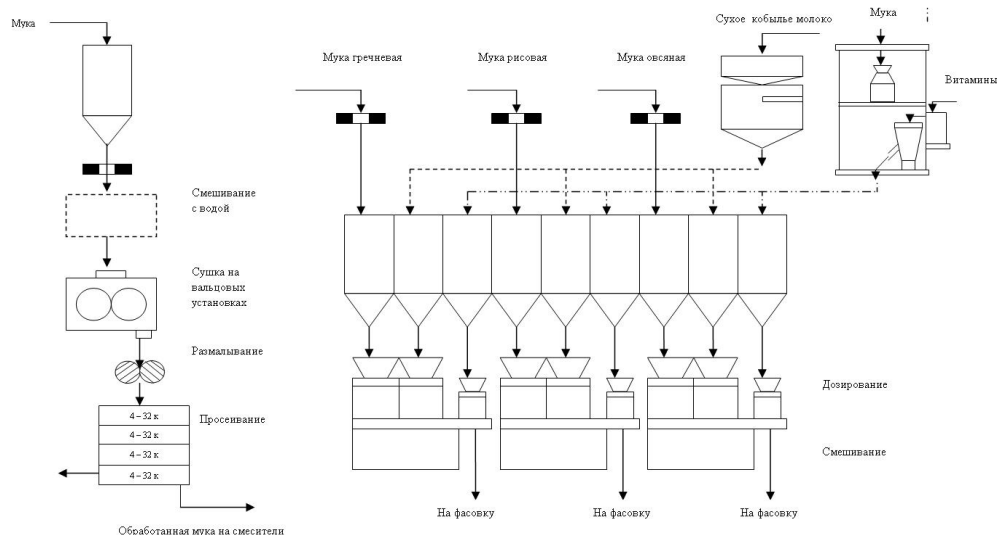


Рис. 2. Технологическая схема производства лечебно-профилактической каши для детей на основе кобыльего молока

Готовый продукт хранят при температуре 1-10 °С и относительной влажности воздуха не выше 75% не более 6 месяцев со дня выработки.

Для разработки детского питания учитывались основные принципы питания детей:

1. Соответствие калорийности рациона суточным энергозатратам;
2. Качественная адекватность питания;
3. Сбалансированное соотношение пищевых веществ.

При разработке детского питания, а именно лечебно-профилактических каш на основе сухого кобыльего молока, ставилась задача разработать рецептуру и количество вносимых компонентов, чтобы готовый к употреблению продукт удовлетворял суточную потребность детского организма в пищевых веществах и нутриентах. Таким образом, в результате получили рассчитанные [6] рецептуры лечебно-профилактических каш на основе сухого кобыльего молока (табл.).

Таблица

Рецептуры каши на основе сухого кобыльего молока

Ингредиенты	Лечебно-профилактическая каша на основе кобыльего молока		
	с гречневой мукой	с рисовой мукой	с овсяной мукой
Сухое кобылье молоко	30	49,97	30
Мука диетическая гречневая	69,9	-	-
Мука диетическая рисовая	-	49,97	-
Мука диетическая овсяная	-	-	69,9
Витамин В ₁	0,38 мг	0,38 мг	0,38 мг
Витамин В ₂	0,68 мг	0,68 мг	0,68 мг
Витамин РР	3,8 мг	3,8 мг	3,8 мг
Витамин С	56 мг	56 мг	56 мг
Химический состав рецептур, %			
Белок	15	13,0	15,0
Жир	2,0	2,0	5,6
Углеводы	68,4	71,0	65,0
Энергетическая ценность, ккал	334,5	336,3	354,2

Разработанные лечебно-профилактические каши на основе кобыльего молока предназначены для детей грудного возраста (до 1 года) и рекомендуется для детей от 6 месяцев, страдающих непереносимостью белка коровьего молока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стратегия «Казахстан-2050» [Текст]: послание Президента Республики Казахстан – Лидера Нации Н.А. Назарбаева народу Казахстана. – Астана: Акорда, 2013. – 28 с.
2. Курмангалиев, С. Проблемы детского питания [Текст] / С. Курмангалиев, Ж. Меренбаев // Пищевая и перерабатывающая промышленность Казахстана. – 2010. – №3-4.
3. Кумыс сухим пайком [Электронный ресурс] / Ю. Чернявская. – Режим доступа: www.yk.kz/news/show/11010.
4. Правила организации и введения технологического процесса на крупяных предприятиях [Текст] / ВНПО «Зернопродукт» (ВНИИЗ). – М., 1990.
5. Просеков, А.Ю. Технология молочных продуктов детского питания [Текст]: учебное пособие / А.Ю. Просеков, С.Ю. Юрьева. – Кемерово: Кемеровский технологический ин-т пищевой промышленности, 2005. – 278 с.
6. Муратова Е.И. Автоматизированное проектирование сложных многокомпонентных продуктов питания [Текст]: учебное пособие /

Е.И. Муратова, С.Г. Толстых, О.В. Дворецкий [и др.]. – Тамбов: ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. – 80 с.

Материал поступил в редакцию 15.03.14.

G. Karimova, M. Kassymova, N.A. Gorbatovskaya

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

PREVENTIVE TREATMENT TECHNOLOGY PORRIDGE ON A DRY MARE'S MILK

The article describes the technology of producing flour for baby food and preventive cereals for children based on dry mare's milk. The application of dry fermented mare's milk in the development of child nutrition for children with cow's milk protein intolerance is justified. Composed by appropriate technological schemes of flour for baby food and medical- preventive porridge on a dry mare's milk.

Keywords: mare's milk, dried mare's milk, oatmeal treatment and prevention for baby food, flour for baby food, baby food technology.

УДК 666.223.9

И.А. Левицкий¹, Л.Ф. Папко², М.В. Дяденко³

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

³Канд. техн. наук, ассистент

*Белорусский государственный технологический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

СТЕКЛОВИДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ ВОЛОКОННОЙ ОПТИКИ

Представлены результаты исследований стекол для жесткого оптического волокна, используемых в качестве световедущей жилы, светоотражающей и защитной оболочек. Стекла разработанных составов характеризуются высокой устойчивостью к кристаллизации в интервале температур 600–1100 °С, что позволяет стабилизировать процесс производства жесткого оптического волокна. Изделия волоконной оптики, полученные на основе синтезированных составов, характеризуются высокой разрешающей способностью и требуемой чистотой поля зрения.

Ключевые слова: жесткое оптическое волокно, световедущая жила, светоотражающая оболочка, защитная оболочка, показатель преломления, вязкость, энергия активации вязкого течения.

Многожильное оптическое волокно находит широкое применение при изготовлении волоконно-оптических элементов (пластин, твистеров, фоконов), применяемых в оптоэлектронных устройствах. Изготовление волоконно-оптических элементов осуществляется в три этапа: вытягивание одножильного жесткого оптического волокна, перетяжка пакета

одножильных волокон с целью формирования многожильного волокна и прессование пакета многожильных волокон.

Одножильное оптическое волокно состоит из световедущей жилы с показателем преломления не менее 1,80, светоотражающей оболочки, для которой показатель преломления не превышает 1,50, и интенсивно окрашенной защитной оболочки.

Рабочей характеристикой оптического волокна является его числовая апертура A , которая определяет пропускную способность волокна при передаче световой энергии на расстояние и должна составлять не менее 1,0 [1]:

$$A = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}, \quad (1)$$

где: n_1 – показатель преломления световедущей жилы; n_2 – показатель преломления светоотражающей оболочки.

Высокая разрешающая способность и требуемая чистота поля зрения волоконно-оптических изделий обеспечивается при согласовании стекол для световедущей жилы, светоотражающей и защитной оболочек по ряду оптических, термических и реологических свойств. Это предопределяет проведение комплексных исследований, направленных на разработку стекол для оптического волокна, обеспечивающих высокое качество волоконно-оптических изделий.

Геометрические параметры и качество одно- и многожильного оптического волокна зависят от реологических свойств стекол. Поскольку исследования вязкостных характеристик оптических стекол в ранее опубликованных работах не всегда отражались в достаточной степени, в настоящей работе данному аспекту уделено основное внимание.

Разработка стекол для световедущей жилы с показателем преломления не менее 1,80 проводилась на основе частного сечения системы $\text{BaO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{La}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2-\text{SiO}_2$ при содержании оксидов, мол. %: BaO 20–35; La_2O_3 5–20; TiO_2 0–15, SiO_2 35 B_2O_3 25 (рис. 1).

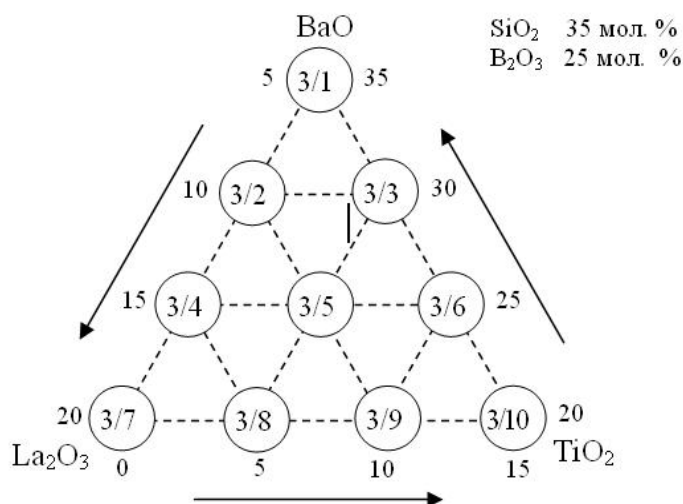


Рис. 1. Исследованная область составов стекол системы $\text{BaO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{La}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2-\text{SiO}_2$

Синтез опытных стекол проводился в электрической печи в платиновых тиглях при температуре 1300 ± 10 °С. Технология получения оптического волокна включает длительную выдержку стеклорасплава в платиновом сосуде в температурном интервале 900–1100 °С, что требует высокой устойчивости стекол к кристаллизации.

Кристаллизационная способность стекол определялась методом градиентной кристаллизации при 24-х часовой выдержке. Установлено, что устойчивость стеклообразного состояния снижается с ростом содержания оксидов лантана и титана. Основными кристаллическими фазами, которые выделяются при длительной термообработке стекол системы $\text{BaO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{La}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2-\text{SiO}_2$, по данным рентгенофазового анализа являются LaVO_3 , Ba_3SiO_5 , SiO_2 , $\text{TiB}_{0,024}\text{O}_2$ и TiO_2 в форме рутила. Рентгенофазовый анализ образцов стекол проводился на дифрактометре D8 Advance фирмы Bruker (Германия).

Показатель преломления исследуемых стекол, определяемый иммерсионным методом, изменяется от 1,769 до 1,785. По способности повышать показатель преломления оксиды располагаются следующим образом: $\text{BaO} \rightarrow \text{La}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{TiO}_2$.

Термомеханическая прочность оптического волокна определялась соотношением показателей температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР) стекол световедущей жилы, светоотражающей и защитной оболочек. По данным дилатометрии с использованием электронного дилатометра DIL 402 PC фирмы «Netzsch» (Германия) ТКЛР стекол системы $\text{BaO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{La}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2-\text{SiO}_2$ изменялся в пределах $(78,3-93,2) \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$. По способности повышать ТКЛР оксиды располагаются следующим образом: $\text{TiO}_2 \rightarrow \text{La}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{BaO}$.

Геометрические параметры жесткого оптического волокна и стабильность процесса вытягивания определяются температурной зависимостью вязкости в интервале значений 10^9-10^4 Па·с. Вязкость стекол исследовалась методом сжатия сплошного стеклянного цилиндра с применением вискозиметра PPV-1000 фирмы Orton (США).

Известно, что в жидком и твердом состоянии зависимость динамического коэффициента вязкости выражается уравнением Аррениуса [2]:

$$\eta = \eta_0 \cdot e^{(\Delta H_\eta / RT)}, \quad (2)$$

где: η_0 – постоянная Аррениуса, характеризующая число столкновений реагирующих молекул; ΔH_η – энергия активации вязкого течения, кДж/моль; R – универсальная газовая постоянная, кДж/(моль·К); T – абсолютная температура, К.

На рисунке 2 представлена температурная зависимость вязкости опытных стекол при замене оксида бария на оксид лантана в количестве от 5 до 20 мол. %.

Зависимость $\lg \eta = f(1/T)$ опытных стекол при повышении температуры до значений точки Литтлтона, соответствующей вязкости $10^{6,6}$ Па·с, практически линейна, при этом энергия активации вязкого течения возрастает с повышением количества оксида лантана. При содержании La_2O_3 в количестве 5–10 мол. % зависимость вязкости от температуры практически во всем исследуемом диапазоне может описываться уравнением Аррениуса, при этом энергия активации вязкого течения несколько возрастает при значениях выше температуры Литтлтона.

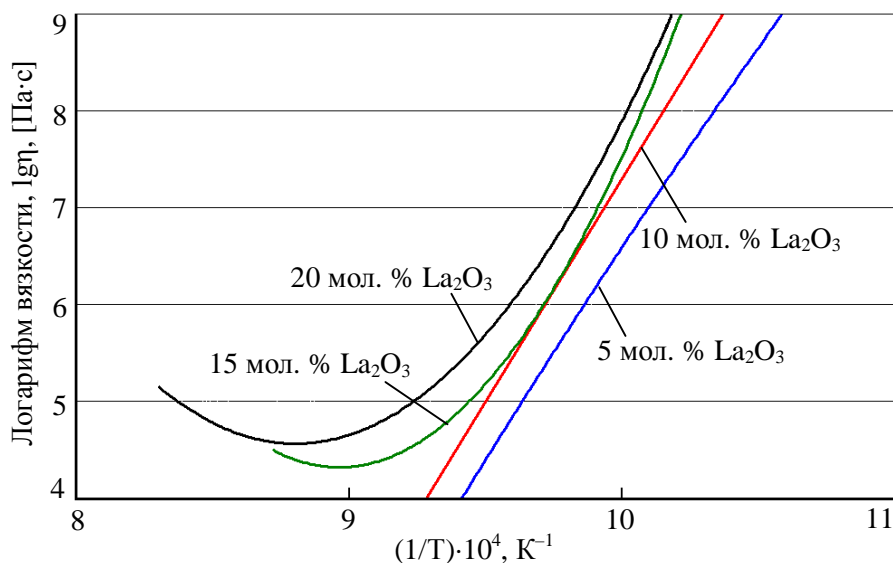


Рис. 2. Температурная зависимость вязкости стекол от содержания La_2O_3

Изменение характера температурной зависимости вязкости стекол при содержании оксида лантана 15 и 20 мол. % связано с их кристаллизацией при температурах свыше 800 С.

Эквимольная замена TiO_2 на BaO при постоянном содержании оксида лантана, составляющем 5 мол. %, оказывает сложное влияние на вязкость опытных стекол (рис. 3).

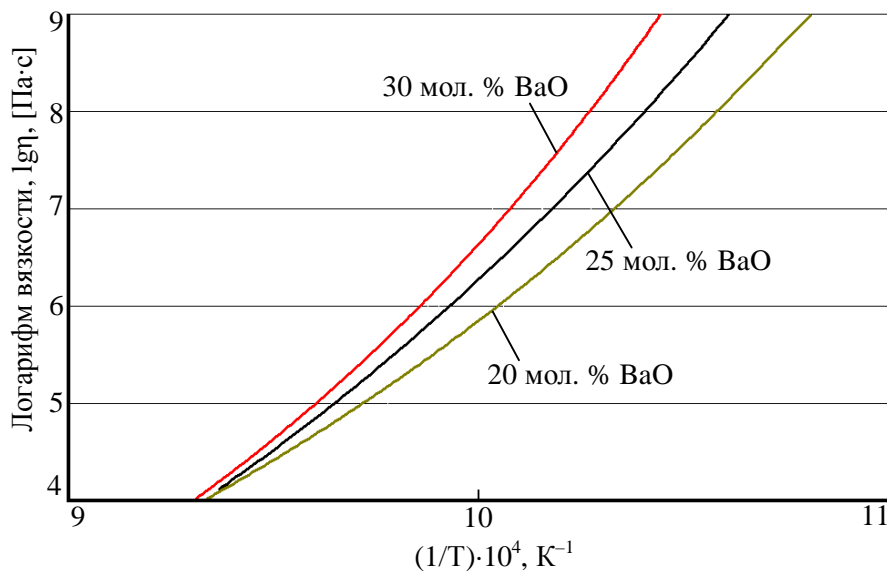


Рис. 3. Температурная зависимость вязкости опытных стекол от содержания BaO

Это проявляется в нелинейном характере зависимости $\lg \eta = f(1/T)$ в интервале значений 10^8 – 10^5 Па·с.

Существенное влияние на низкотемпературную вязкость (10^9 – 10^7 Па·с) оказывает рост содержания оксида бария. Ее значения возрастают на 1,5

порядка при повышении количества ВаО от 20 до 30 мол. %. Показатели высокотемпературной вязкости стекол в области значений 10^4 Па·с близки, что свидетельствует о практически равнозначном влиянии оксидов титана и бария на реологические характеристики стеклорасплава. Следовательно, при замене TiO_2 на ВаО в количестве от 20 до 30 мол. % возрастает градиент вязкости, что обуславливает увеличение скорости твердения стекла.

По результатам исследований стекол системы ВаО– B_2O_3 – La_2O_3 – TiO_2 – SiO_2 установлено, что при соотношении оксидов ВаО: La_2O_3 : TiO_2 , равном 2:1:1, их показатель преломления изменяется от 1,780 до 1,797. Опытные стекла проявляют признаки поверхностной кристаллизации при длительной термической обработке в течение 24 ч, поэтому для повышения устойчивости стеклообразного состояния апробировано введение комплексной модифицирующей добавки, содержащей ZrO_2 , Nb_2O_5 , WO_3 , Y_2O_3 , Gd_2O_3 в количестве по 1–4 мол. %.

Устойчивость модифицированных стекол к фазовому разделению при указанном режиме термообработки в интервале температур 600–1100 °С обеспечивается при введении комплексной добавки, включающей оксиды циркония, ниобия, вольфрама и иттрия в установленном соотношении при общем содержании модифицирующей добавки в количестве 10 мол. %.

Показатель преломления стекла модифицированного состава составляет 1,8038, ТКЛР – $77,8 \cdot 10^{-7} K^{-1}$, показатель ослабления – $0,0041 cm^{-1}$.

Для получения согласованных структур в системе «световедущая жила–светоотражающая оболочка» разработка стекол для оболочки проводилась исходя из показателей вязкости и термических свойств стекла световедущей жилы. Для синтеза стекол светоотражающей оболочки выбраны системы Na_2O – B_2O_3 – SiO_2 и K_2O – B_2O_3 – SiO_2 при следующем содержании оксидов, мол. %: SiO_2 65–80; B_2O_3 10–25; K_2O 10–25; Na_2O 10–25.

Синтез данных стекол проводился в газовой печи периодического действия в фарфоровых тиглях при максимальной температуре (1450 ± 10) °С.

Установлено, что стекла системы Na_2O – B_2O_3 – SiO_2 проявляют более выраженную склонность к кристаллизации, чем калийсодержащие. Устойчивость стеклообразного состояния боросиликатных стекол снижается с повышением содержания оксида кремния.

Значения показателя преломления калийсодержащих стекол изменяются в интервале 1,4890–1,5185. Натрийсодержащие стекла характеризуются более высокими значениями показателя преломления, составляющими 1,4912–1,5215. Для получения числовой апертуры оптического волокна $A > 1$ показатель преломления стекла светоотражающей оболочки не должен превышать 1,50, что достигается при содержании оксидов щелочных металлов не более 12,5 мол. %.

Известно [3], что для обеспечения термомеханической прочности оптического волокна требуется, чтобы значение ТКЛР стекла светоотражающей оболочки составляло $(60–70) \cdot 10^{-7} K^{-1}$. Это связано с необходимостью создания напряжений сжатия в оптическом волокне, которые достигаются при существенной разности ТКЛР стекол световедущей жилы и светоотражающей оболочки. В исследуемой системе показатели ТКЛР опытных стекол изменяются от $40 \cdot 10^{-7}$ до $80 \cdot 10^{-7} K^{-1}$. Показатели ТКЛР, составляющие $(60–70) \cdot 10^{-7} K^{-1}$, достигнуты при содержании компонентов, мол. %: Na_2O 15–20; K_2O 15–20; B_2O_3 15–20, SiO_2 70–75.

Экспериментально определено, что с ростом содержания оксида щелочного металла, вводимого взамен SiO_2 , происходит закономерное снижение вязкости во всем исследуемом температурном интервале.

Результаты исследования температурной зависимости вязкости боросиликатных стекол при замене B_2O_3 на оксиды щелочных металлов представлены на рисунке 4.

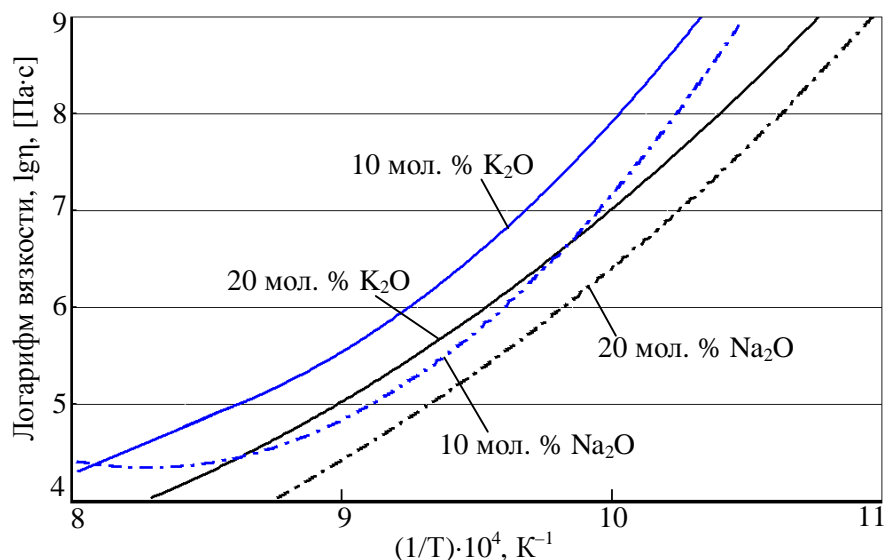


Рис. 4. Температурная зависимость вязкости опытных стекол от содержания Na_2O и K_2O

Как видно из рисунка 4, в интервале пластического состояния показатели вязкости натрийсодержащих стекол с равной концентрацией R_2O на 0,5–1 порядка ниже, чем калийсодержащих.

Рост содержания Na_2O в составе опытных стекол обуславливает уменьшение градиента вязкости. Так, температурный интервал изменения вязкости от 10^9 до 10^4 Па·с для стекла, содержащего 10 мол. % Na_2O , составляет 310°C , а стекла, содержащего Na_2O в количестве 20 %, — 235°C .

Энергия активации вязкого течения наиболее существенно возрастает в интервале значений вязкости от 10^9 до $10^{6,6}$ Па·с при уменьшении содержания Na_2O от 20 до 10 мол. %. Ход температурной кривой вязкости стекла при содержании Na_2O 10 мол. % в интервале температур 800 – 900°C существенно изменяется. Поскольку в данном составе содержится 25 мол. % B_2O_3 , следует полагать, что на характер кривой вязкости оказывает влияние фазовое разделение ликвационного типа, характерное для боросиликатных стекол.

Как отмечают авторы [4], формирование двухфазной ликвационной структуры существенно сказывается на показателях вязкости стекол и усложняет ее температурную зависимость.

Сопоставление данных по показателям вязкости стекол с равным содержанием K_2O и Na_2O , вводимых взамен B_2O_3 , позволяет сделать вывод о менее выраженном флюсующем действии оксида калия в сравнении с оксидом бора при соотношении $\text{K}_2\text{O}/\text{B}_2\text{O}_3$, близком к единице. Как известно [5], в структуре стекол систем $\text{K}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ и $\text{Na}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ присутствуют группировки $[\text{BO}_{4/2}]^{\text{R}}$ и $[\text{BO}_3]$, при этом доля каждой из них определяется содержанием оксида щелочного металла.

В связи с этим можно полагать, что при соотношении K_2O/B_2O_3 , близком к единице, возрастает доля группировок $[BO_{4/2}]K$, которые входят в ассоциаты с тетраэдрическими группировками $[SiO]_{4/2}$ и обуславливают повышение степени связности структуры.

В случае натрийсодержащих стекол наиболее активное снижение вязкости происходит при соотношении Na_2O/B_2O_3 менее 0,7. При росте данного соотношения, очевидно, возрастает содержание группировок $[BO_{4/2}]Na$, что обуславливает увеличение сил внутреннего трения вследствие образования боркремнекислородных группировок.

Установленные температурные зависимости вязкости стекол позволяют выбрать составы с ее широким температурным интервалом в области значений 10^9-10^4 Па·с, что является важным в технологии получения жесткого оптического волокна.

По результатам проведенных исследований определена область составов стекол для светоотражающей оболочки системы $K_2O-B_2O_3-SiO_2$, показатель преломления которых составляет 1,48–1,49, величина ТКЛР изменяется в пределах $(60-70) \cdot 10^{-7} K^{-1}$.

Регулирование вязкостных характеристик данных стекол и снижение их кристаллизационной способности достигается при совместном введении оксидов натрия и калия в соотношении от 1:5 до 1:1 при суммарном содержании 12 мол. %. По результатам градиентной термообработки в течение 24 ч установлено, что опытные стекла характеризуются высокой устойчивостью к кристаллизации при соотношении $Na_2O:K_2O$ от 1:5 до 1:2.

По результатам проведенных исследований осуществлен синтез стекла для светоотражающей оболочки на основе системы $Na_2O-K_2O-B_2O_3-SiO_2$ при соотношении $Na_2O:K_2O$, равном 1:3, с показателем преломления 1,4887, величиной ТКЛР $63,13 \cdot 10^{-7} K^{-1}$ и температурным интервалом изменения вязкости в диапазоне 10^9-10^4 Па·с, составляющим 380 °С.

Система $Na_2O-K_2O-B_2O_3-SiO_2$ явилась также основой для разработки стекла защитной оболочки, которая предназначена для предупреждения нежелательного попадания светового луча из светоотражающей оболочки в соседний световод или в окружающую среду. Отличительной особенностью таких стекол является обеспечение высокого уровня поглощения в диапазоне длин волн 380–780 нм, что достигается введением красителей CoO , NiO , Cr_2O_3 , Mn_2O_3 и Fe_2O_3 .

В отличие от стекла для светоотражающей оболочки, которое должно иметь как можно более низкий показатель преломления, для стекла защитной оболочки данный показатель не нормируется. Это позволяет регулировать реологические и термические свойства данного стекла путем введения оксидов-модификаторов, таких как BaO , CaO , MgO и Al_2O_3 .

ТКЛР стекол защитной оболочки при содержании B_2O_3 10–15 мол. % и Na_2O в количестве 10–15 мол. % находится в интервале $(74-80) \cdot 10^{-7} K^{-1}$, что обеспечивает согласование по данному показателю со стеклом световедущей жилы и является условием высокой термомеханической прочности жесткого оптического волокна.

Качество волоконно-оптических изделий во многом определяется соотношением показателей вязкости стекол для световедущей жилы, светоотражающей и защитной оболочек в температурных интервалах вытягивания волокна, а также спекания волокон при получении волоконно-оптических элементов. Поэтому оптимизация составов стекол для оболочек оптического волокна проводилась по данным критериям.

На рисунке 5 представлены температурные зависимости вязкости разработанных стекол для световедущей жилы, светоотражающей и защитной оболочек оптического волокна.

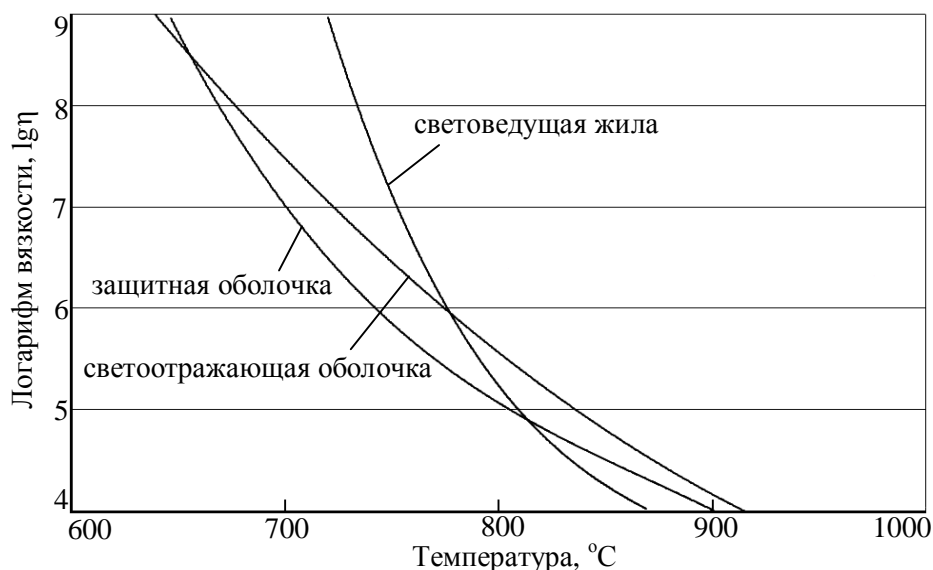


Рис. 5. Температурные зависимости вязкости стекол для оптического волокна

Установлено, что в области температур спекания оптических волокон (600–660 $^{\circ}\text{C}$) вязкость световедущей жилы выше вязкости стекла светоотражающей и защитной оболочек; в области температур вытягивания волокна (850–1100 $^{\circ}\text{C}$) показатели вязкости защитной оболочки на 0,1–0,3 порядка ниже показателей вязкости стекла светоотражающей оболочки. Температурный ход вязкости стекла для световедущей жилы отличается высоким градиентом вязкости в сравнении со стеклами для оболочек. Представленные на рисунке 5 температурные зависимости вязкости стекол выражают оптимальные значения вязкостных характеристик для световедущей жилы, светоотражающей и защитной оболочек и являются условием обеспечения требуемых геометрических параметров многожильного волокна.

Таким образом, разработаны стекла для световедущей жилы, светоотражающей защитной оболочек оптического волокна, устойчивые к кристаллизации в интервале температур вытягивания оптического волокна и согласованные по показателям преломления, величине ТКЛР, вязкостным характеристикам. Это позволяет изготовить на основе разработанных составов стекол изделия волоконной оптики с высокой разрешающей способностью и требуемой чистотой поля зрения и стабилизировать процесс их изготовления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стерлинг-младший, Д. Дж. Волоконная оптика [Текст] / Д. Дж. Стерлинг-младший. – М.: Издат. ЛОРИ, 1998. – 302 с.
2. Шелби, Дж. Структура, свойства и технология стекла [Текст] / Дж. Шелби. – М.: Мир, 2006. – 288 с.
3. Полухин, В. Н. Стекла для волоконной оптики [Текст] / В. Н. Полухин // Оптико-механическая промышленность. – 1968. – № 9. – С. 34–38.

4. Двухфазные стекла: структура, свойства, применение [Текст] / О.В. Мазурин [и др.]. – Л.: Наука, 1991. – 276 с.
5. Осипов, А.А. Спектроскопия и структура щелочноборатных стекол и расплавов [Текст] / А.А. Осипов, Л.М. Осипова, В.Н. Быков. – Екатеринбург–Миасс: Уро РАН, 2009. – 174 с.

Материал поступил в редакцию 01.01.14.

I.A. Levitskii, L.F. Papko, M.V. Dyadenko

Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus

GLASS MATERIALS FOR FIBER OPTIC PRODUCTS

Results of research of glass for the rigid optical fiber, used as light-guiding core, reflective and protective coats are presented. Glass of the developed compositions characterized by high stability to crystallization in an interval of temperatures 600–1100 °C, that allows to stabilize production of a rigid optical fiber. Fiber optics products received on the basis of synthesized glass compositions characterized by high resolution and required cleanliness of a vision's field.

Keywords: a rigid optical fiber, light-guiding core, reflective coat, protective coat, refractive index, viscosity, energy of viscous current activation.

УДК 677.21.021

А.Е. Лугачев¹, Р.А. Гуляев², Б.М. Мардонов¹

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

*¹Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,
г. Ташкент, Узбекистан*

²ОАО «Paxtasanoat Iltiy markaz», г. Ташкент, Узбекистан

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЦЕССА УВЛАЖНЕНИЯ ХЛОПКА-СЫРЦА ДВИЖУЩЕГОСЯ ПО НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ ЛОТКА В АГРЕГАТЕ УХК

Изучен процесс увлажнения движущегося по наклонному лотку потока хлопка-сырца. Установлена закономерность распределения влажности хлопка сырца по длине лотка.

Ключевые слова: увлажнение хлопка-сырца, волокно, влагоагент, агрегат УХК, закономерность распределения.

Качество получаемого волокна и другой хлопковой продукции (семян, линта) во многом определяется обеспечением требуемых параметров технологической влажности хлопка-сырца, волокна на каждом из процессов первичной переработки. На показатели качества негативно влияет как низкая (менее 5 %), так и высокая (более 8,5 %) влажность хлопкового волокна. Увеличение влажности хлопка-сырца перед дженированием с 4,2 % до 6,4 %

приводит к сохранению длины волокна, увеличению его разрывной нагрузки, и снижению на 2 % доли коротких волокон.

Низкая эффективность существующих способов увлажнения во многом объясняется недостаточной научной проработкой вопроса, отсутствием в должном объеме теоретических, а также и экспериментальных решений в данной области, а существующее оборудование по увлажнению хлопка-сырца и волокна до оптимальных параметров влажности на всех стадиях его первичной переработки требует совершенствования. Наиболее оптимальным местом, в технологическом процессе, для реализации процесса увлажнения хлопка-сырца, перед операцией джинирования, является зона выхода хлопка-сырца из-под поточной линии очистки УХК, где разрыхленный поток хлопка-сырца выгружается на наклонный лоток клиновидной формы, сужающийся по ходу движения, при этом плоскость лотка выполнена в виде жалюзийной решетки, в зазоры которой из-под лотка подается увлажненный влагоагент, который пронизывает движущийся поток хлопка-сырца, увлажняя его [1]. При движении потока хлопка-сырца по наклонному лотку клиновидной формы будет изменяться его поле скоростей и плотность, что окажет существенное влияние на влагообменные процессы в волокнистом материале.

Рассмотрим стационарное движение под действием силы тяжести потока хлопка-сырца по плоскости наклонного лотка переменного сечения. Через лоток по нормали к движению хлопка сырца подается увлажненный поток воздуха. Толщину потока хлопка сырца считаем постоянной и малой величиной. Изучим движение потока хлопка сырца и определим закономерности распределения скорости, плотности и влажности по длине лотка. Установим начало координат в начальном сечении лотка и направим ось Ox вдоль серединной линии лотка сверху вниз (рис.1).

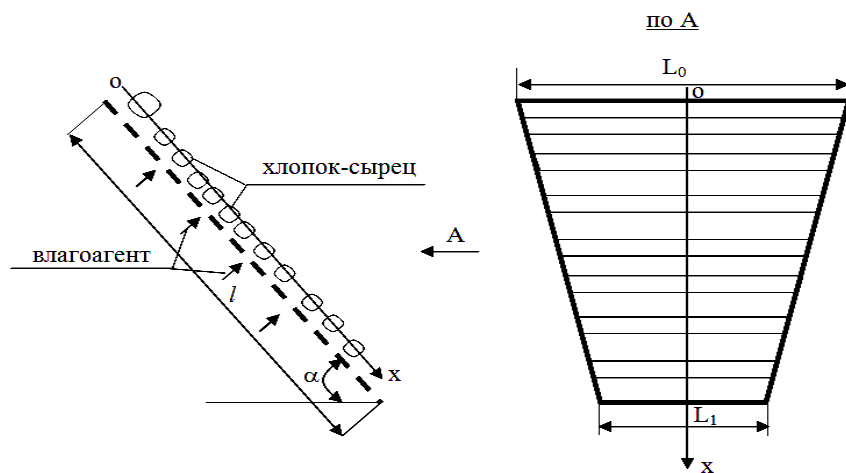


Рис.1. Схема движения потока хлопка-сырца по наклонному лотку

Считаем, что поперечное сечение лотка по переменной x сужается по линейному закону

$$S = S_0(1 - kx/l) \quad (1)$$

где: $S_0 = L_0 h_0$, $k = L_1 / L_0$, L_0, L_1 – ширина лотка в начальном и конечных сечениях; h_0 – толщина слоя потока хлопка сырца; l – длина лотка.

Движение считаем одномерным и сначала определим скорости потока $v(x)$, плотности $\rho(x)$ и давления $p(x)$ в произвольном сечении лотка. В случае стационарного и одномерного движения уравнение Эйлера для потока хлопка сырца, движущегося под действием силы тяжести, записывается в виде

$$\rho v S \frac{dv}{dx} = -\frac{d(Sp)}{dx} + \rho g S (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \quad (2)$$

где: α – угол между лотком и горизонтом; μ – коэффициент трения между потоком хлопка сырца и плоскости лотка.

Уравнение (2) содержит 3 неизвестные: скорость $v(x)$, плотность $\rho(x)$ и давление $p(x)$. Для замыкания уравнения (2) используем закон сохранения расхода потока в произвольном сечении лотка и зависимости между плотностью и давлением (уравнение состояния), которые выражаются формулами

$$\rho S v = \rho_0 S_0 v_0 = Q_0, \quad \rho = f(p) \quad (3)$$

где: ρ_0, v_0, S_0 – плотность, скорость и площадь поперечного сечения в начальном сечении лотка; Q_0 – расход материала.

Исключая с помощью (3) скорости и плотности, уравнение (2) можно записать относительно давления $p(x)$:

$$\frac{dp}{dx} = \frac{S^2 f(p)}{f^2(p) S^2 - Q_0^2 f'(p)} \left[\frac{Q_0^2 - p f(p) S^2}{f(p) S^3} \frac{dS}{dx} + f(p) g S (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \right] \quad (4)$$

Рассмотрим линейные законы $S = S_0(1 - kx/l)$, $f = \rho_0 + A(p - p_0)$. Вводим безразмерные величины по формулам $\xi = x/l$, $\bar{\rho} = \rho / \rho_0$, $\bar{p} = p / \rho_0 g l$, $\varphi = 1 - k\xi$, $\bar{\rho} = 1 + \bar{A}(\bar{p} - \bar{p}_0)$, $\bar{p}_0 = p_0 / \rho_0 g l$, $\alpha_0 = Q_0^2 / \rho_0^2 S_0^2 g l$, $\bar{A} = A g l / \rho_0$, $a = \sin \alpha - \mu \cos \alpha$. Тогда уравнение (5) приобретает вид

$$\frac{d\bar{p}}{d\xi} = \frac{\varphi^2(\xi) \bar{f}^2(\bar{p})}{\varphi^2(\xi) \bar{f}^2(\bar{p}) - \alpha_0 \bar{A}} \left[-k \frac{\alpha_0 - \bar{p} \bar{f}(\bar{p}) \varphi^2(\xi)}{\bar{f}(\bar{p}) \varphi^3(\xi)} + a \bar{f}(\bar{p}) \right] \quad (5)$$

Теперь рассмотрим процесс увлажнения потока хлопка сырца, движущегося в зоне увлажнения, где поддерживается постоянная влага w_c . Процесс считаем стационарным, закон влагопереноса конвективным, влагообмен между потоком хлопка сырца и внешней средой (воздухом) происходит по закону Ньютона. Обозначим через влагу $w(x)$ (в процентах) в

произвольном сечении потока. В этих предположениях уравнение переноса влаги записывается в виде [2]

$$Cv(x) \frac{dw}{dx} = \beta(w_c - w) \quad (6)$$

где: C – влагоемкость хлопка сырца; β – коэффициента влагообмена между хлопком сырцом и воздуха влажностью w_c .

Скорость потока выражается через давление по формуле

$$v = Q_0 / f(p)S(x),$$

В частности, если принимать зависимости $S = S_0(1 - kx/l)$, $f = \rho_0 + A(p - p_0)$, то имеем

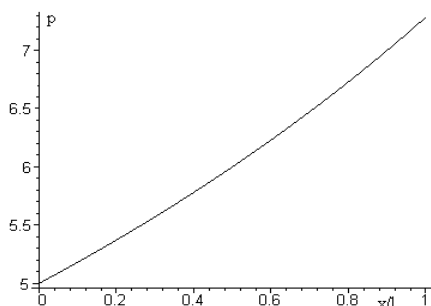
$$\frac{dw}{d\xi} = \beta_0(w_c - w)\varphi(\xi)\bar{f}(\bar{p}), \quad (7)$$

где $\beta_0 = \beta l \rho_0 S_0 / Q_0 C$ – безразмерный параметр.

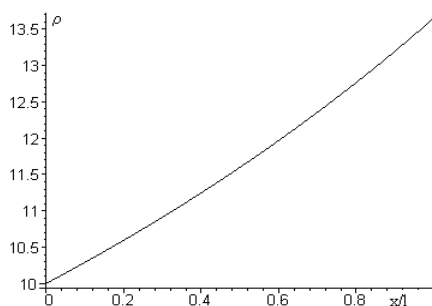
Равенства (6) и (7) образуют систему уравнения для определения давления влажности в потоке хлопка сырца, которая интегрируется при начальных условиях $\bar{p} = \bar{p}_0$, $w = w_0$ при $\xi = 0$.

На рисунке 2 представлены графики распределения давления, плотности, скорости и влаги по длине лотка. В расчетах принято: 6000 кг/час , $\rho_0 = 10 \text{ кг/м}^3$, $L_0 = 1.9 \text{ м}$, $L_1 = 0.4 \text{ м}$, $l = 2 \text{ м}$, $\alpha = 60(\text{град})$, $A_1 = 0.008 \text{ с}^2 / \text{м}^2$, $\beta_0 = 0.1$, $w_c = 100\%$, $\bar{p}_0 = 0.025$. На рисунке 3 показаны графики распределения влажности по длине лотка для двух значений влажности влагоагента.

Из анализа графиков, следует, что в принятых значениях исходных данных распределения параметров потока и его влажность близки к линейному закону.



а)



б)

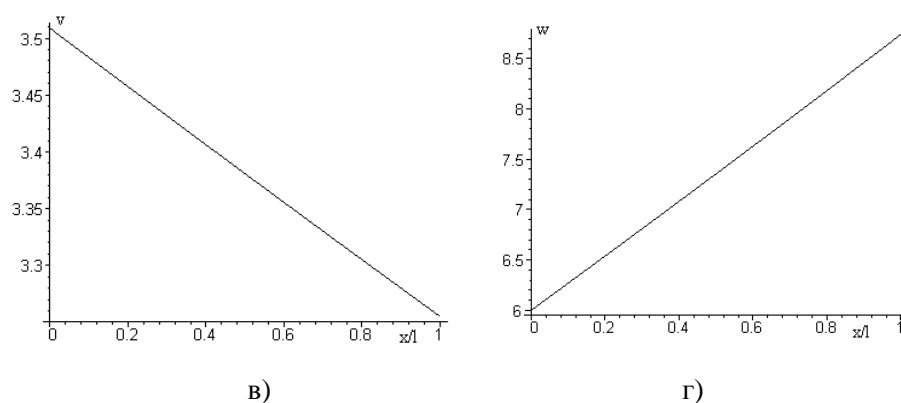


Рис.2. Распределение давления (а) плотности (б), скорости (в) и влажности (г) потока по длине лотка

$w_c = 30\%$

$w_c = 70\%$

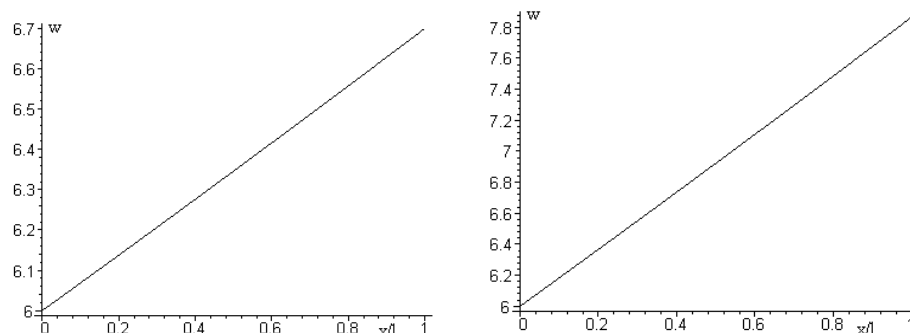


Рис.3. Распределение влажности w потока по длине лотка для двух значений w_c

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 00800 Республика Узбекистан, ХРК⁷ D 01 B 9/00. Устройство для увлажнения хлопка-сырца [Текст] / Кушакеев Я., Гуляев Р.А., Лугачев А.Е., Мардонов Б.М.; заявл. 28.02.12; опубл. 29.03.13, Бюл. №3. – 5 с.: ил.
2. Зарубин, В.С. Математическое моделирование в технике [Текст] / В.С. Зарубин. – М.: МВТУ, 2003.

Материал поступил в редакцию 15.03.14.

А.Е. Lugachev¹, Р. А. Gulyaev², В.М. Mardonov¹

¹ Tashkent institute of textile and light industry, Tashkent, Uzbekistan

² Open Joint-stock company «Paxtasanoat Ilmiy markazi», Tashkent, Uzbekistan

**THEORETICAL ASPECTS OF PROCESS OF MOISTURE OF RAW
COTTON MOVING ON THE SLOPING SURFACE OF “UHK”
AGGREGATE**

In article the method of definition of moisture in components of a clap-raw, moving in a humidifying zone is offered. It is established regularity of influences of the share maintenance of seeds in a clap-raw on the law of moisture distribution in fibres.

Keywords: moisture of raw cotton, a fibre, moisture agent, unit UHK, law of distribution.

УДК 677.025

М.М. Мусаева¹, Н.Р. Ханходжаева², М.М. Мукимов³

¹С.н.с.- соискатель. ²Канд. техн. наук, доц. ³Д-р техн. наук, проф.
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, г. Ташкент,
Узбекистан

**РАЗРАБОТКА СТРОЕНИЯ И СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ТРИКОТАЖА
ИЗНАНОЧНОГО ДВУЛАСТИЧНОГО ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ**

С целью уменьшения расхода сырья и улучшения качественных показателей двуластичного трикотажа предлагается его новая структура и способ получения. Особенностью предлагаемого трикотажа является то, что в петельном столбике трикотажа лицевые петли чередуются с изнаночными. Для выработки новой структуры на кругловязальной машине нет необходимости изменять ее конструкцию, производительность машины остаётся без изменения.

Ключевые слова: двуластичный трикотаж, интерлочное переплетение, петельный столбик, лицевая и изнаночная петли, кругловязальная машина.

Одна из важнейших задач на сегодняшний день, стоящих перед трикотажной промышленностью – повышение качества, улучшение и обновление ассортимента изделий, при этом уменьшая расход сырья на единицу продукции. Обновление ассортимента трикотажных изделий достигается путем разработки новых структур, позволяющих улучшить качественные показатели и потребительскую привлекательность изделий. Расход сырья в основном зависит от структуры переплетения, способа выработки трикотажного полотна и способа изготовления трикотажных изделий (раскройный, регулярный, полурегулярный). Уменьшение расхода сырья при выработке трикотажных изделий достигается применением пряжи меньшей линейной плотности, облегченных структур трикотажа, за счет рациональной раскладки лекал путём уменьшения межлекальных выпадов, применением полурегулярного и регулярного способов производства трикотажных изделий, которые способствуют значительному уменьшению отходов, улучшению качества продукции.

Совершенствование структуры трикотажа заключается в дальнейшем развитии теории трикотажных переплетений, создании новых видов трикотажа, разработке высокоэффективных процессов вязания трикотажа с оптимальными параметрами и свойствами.

В настоящее время ещё недостаточно используются технологические возможности вязальной техники для улучшения ассортимента изделий. Так, ассортимент верхних изделий из двуластичного полотна во многих случаях приводит к выработке однообразных по внешнему виду изделий. Между тем, используя различные варианты интерлочного переплетения, можно в значительной мере разнообразить ассортимент изделий выпускаемой продукции.

Максимальное использование технологических возможностей вязального оборудования для выработки новых структур трикотажа – путь дальнейшего расширения ассортимента трикотажных изделий и совершенствования их внешнего оформления. Поэтому вопросы, связанные с теорией узоробразования, особенно для машин интерлок, изделия с которых выгодно отличаются от изделий с других вязальных машин, приобретают в настоящее время исключительное значение. В связи с этим возрастает роль технологов, художников, дессинаторов и других работников, создающих полотна новых структур, узоров, улучшающих колористическое оформления изделий.

Двуластичный трикотаж представляет собой сочетание двух перекрещивающихся между собой ластиков, имеющих одинаковое строение с лицевой и изнаночной сторон. Такая структура послужила основанием для названия машины и трикотажа, так как «интерлок» в переводе с английского означает «перекрещивающийся». В настоящее время термин «интерлок» сохранился только за машинами данного типа, а вырабатываемое на них полотно в соответствии с его строением получило название двуластичного.

В двуластичном трикотаже петельные ряды одного ластика так переплетены с петельными рядами другого, что все петли наложены друг на друга изнаночными сторонами, в результате чего полотно с обеих сторон имеет только лицевые петли. Это придаёт ему своеобразный вид [1, 2].

Двуластичный трикотаж, обладая целым рядом свойств ластика и его производных, используется для изготовления высококачественных изделий. Первоначально машины интерлок применялись в основном в производстве бельевых изделий, высокие эксплуатационные качества которых достойно оценены потребителем. Сегодня двуластичное полотно нашло широкое применение для изготовления верхних изделий. Вопрос узоробразования в производстве полотна для верхних изделий играет чрезвычайно большую роль и представляет значительный интерес.

В отличие от других двойных полотен, двуластичное, благодаря своему строению, сохраняет внешний вид при растяжении в поперечном и продольном направлениях, так как изнаночные петли не видны на поверхности. Это является одним из его достоинств, поскольку в современных трикотажных изделиях орнаментация занимает важное место.

Основные достоинства двуластичного трикотажа следующие: мягкость на ощупь, большая эластичность, незначительная распускаемость, высокие теплозащитные свойства. Полотно легко растягивается и восстанавливает свою форму, изделия при носке хорошо облегают фигуру. Благодаря своеобразному переплетению нитей полотно имеет значительную пористость, хорошие гигиенические свойства – обладает достаточной воздухо- и светопроницаемостью, незакручиваемость при раскрое, что облегчает изготовление изделий, приятный внешний вид.

Длина петли в трикотаже двуластичного переплетения больше, чем в других широко применяемых для изготовления трикотажных изделий

переплетениях: ластичном или кулирной глади, выработанных из пряжи той же линейной плотности.

Недостатком этого трикотажа является то, что полученный трикотаж материалоемкий, т.е. для получения этого трикотажа требуется большой расход сырья.

С целью уменьшения расхода сырья и улучшения качественных показателей двуластичного трикотажа разработана новая структура и способ получения изнаночного двуластичного трикотажа, где в петельном столбике трикотажа лицевые петли чередуются с изнаночными [3]. Уменьшение расхода достигается за счет того, что двуластичный трикотаж, представляющий собой сочетание двух и более ластиков, как бы сложенных друг с другом таким образом, что в промежутке между каждыми петельными столбиками ластика одного вида размещается по одному и более петельных столбиков ластика другого вида (в зависимости от раппорта ластика), где петли протянуты одна сквозь другую так, что в петельных столбиках трикотажа происходит чередование лицевых и изнаночных петель.

В одном ряду двуластика дуги петель одного ластика находятся на одной, а дуги петель другого ластика на другой стороне трикотажа. В свободном состоянии двуластичный трикотаж имеет петельные ряды, наклоненные к плоскости полотна, в результате чего происходит увеличение объема и толщины трикотажа.

На рисунке 1 показана структура строения изнаночного двуластичного трикотажа, а на рисунке 2 – графическая запись получения изнаночного двуластичного трикотажа.

Изнаночный двуластичный трикотаж (рис. 1) содержит нить 1, из которой провязывают петельные ряды одного ластика, и нить 2, из которой провязывают петельные ряды другого ластика. В петельных столбиках каждого ластика лицевые петли 3 чередуются с изнаночными петлями 4.

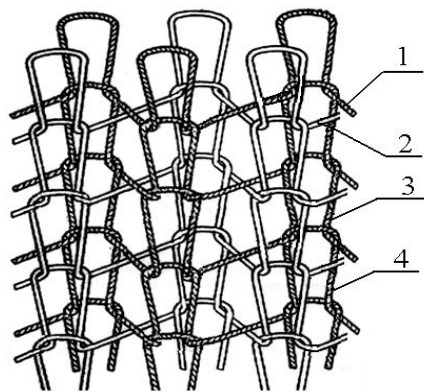


Рис.1. Структура строения изнаночного двуластичного трикотажа

Изнаночный двуластичный трикотаж на круглооборотной машине получается следующим образом.

В первой системе в нижнем цилиндре работают нечетные иглы I_1, I_5, I_9 и т.д., а в верхнем цилиндре работают четные иглы I_2, I_6, I_{10} и т.д. и провязывают ластичное переплетение (рис. 2).

Во второй системе в нижнем цилиндре работают нечетные иглы I_3, I_7, I_{11} , и т.д. и в верхнем цилиндре четные иглы I_4, I_8, I_{12} и т.д. и провязывают ластичное переплетение.

В третьей системе иглы, работающие в нижнем цилиндре, переводятся в верхний цилиндр, а иглы, работающие в верхнем цилиндре, переводятся в нижний цилиндр и провязывают один ластичный ряд.

В четвертой системе иглы, работающие во второй системе, переводятся с нижнего цилиндра в верхний, а иглы, работающие в верхнем цилиндре, переводятся в нижний цилиндр и провязывают один ряд ластика.

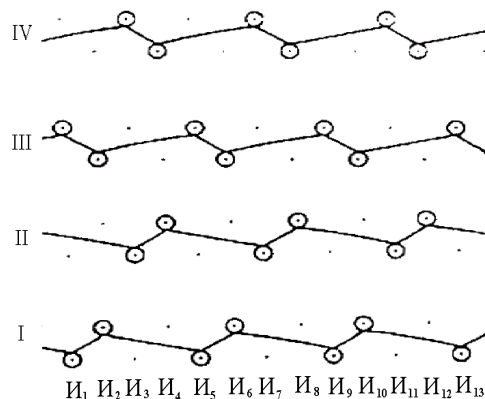


Рис.2. Графическая запись изнаночного получения двуластичного трикотажа

Таким образом, первая и вторая системы провязывают ряд двуластика, а третья и четвертая системы также провязывают ряд двуластика, но в отличие от первой и второй систем, в третьей и четвертой системах иглы, работавшие в нижнем цилиндре переводятся в верхний, а иглы, работавшие в верхнем цилиндре, переводятся в нижний.

Особенностью предлагаемого изнаночного двуластичного трикотажа является то, что петельные столбики трикотажа состоят из лицевых и изнаночных петель (рис. 1).

Для выработки изнаночного двуластичного трикотажа на кругловязальной машине нет необходимости изменять конструкцию машины, производительность машины остаётся без изменения.

Благодаря предлагаемой структуре трикотажа увеличивается толщина трикотажного полотна, за счет этого уменьшается объёмная плотность трикотажа, что даёт решение поставленной задачи – уменьшение расхода сырья при получении двуластичного трикотажа.

Кроме того, использование данного решения позволяет повысить формустойчивость трикотажа, расширяет область его применения и ассортимент трикотажных изделий с улучшенным эстетическим видом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кальницкий, Л.Б. Проектирование цветных полос на купонах, вырабатываемых на машинах интерлок «Магбор» [Текст] / Л.Б. Кальницкий // Ж. Текстильная промышленность. – 1971. – №6. – С.14-16.

2. Кальницкий, Л.Б. Проектирование прессовых узоров, вырабатываемых на машинах интерлок «Магбор» [Текст] / Л.Б. Кальницкий // Ж. Текстильная промышленность. – 1972. – №5. – С.22-24.
3. Пат. № FAP 00830 (UZ), ХРК⁷⁸ D 04 B 1/10. Двухластичный трикотаж [Текст] / Усмонкулов Ш.К., Холиков К.М., Хазраткулов Х.А., Гуляева Г.Х., Мусаева М.М., Убайдуллаева Д.Х., Ханходжаева Н.Р., Мукимов М.М.; завл. 11.10.12; опубл. 31.07.13, Бюл. № 7.

Материал поступил в редакцию 15.03.14.

M.M. Musaeva, N.R. Khankhodzhaeva, M.M. Mukimov

Tashkent institute textile and light industry, Tashkent, Uzbekistan

WORKING OUT OF A STRUCTURE AND WAY OF PRODUCTION OF BACK DOUBLERIBBED INTERLACINGS

For the purpose of reduction of the expense of raw materials and improvement of quality characteristics of double ribbed knitted fabric its new structure and a way of its production is offered. Feature of offered structure is that in a loopy column of knitted fabric face loops alternate with back loops. For production of new structure on circle knitting machine there is no necessity to change its design, productivity of the knitting machine doesn't change.

Keywords: double ribbed knitted fabric, interlock interlacing, a loopy column, face and back loops, circle knitting machine.

УДК 519.85:04:08

А.М. Омаров¹, Н.В. Попова², Ж.Т. Есендаулетова³

*¹Канд. ф.-м. наук, доцент ²Ст. преподаватель ³Преподаватель
Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова,
г. Караганда*

МОДЕЛИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ СЕТЕВОЙ ЗАДАЧИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА

В статье рассматривается задача нахождения кратчайшего расстояния от источника к стоку. Данная задача может быть реализована двумя способами: методом дискретного программирования на основе комбинаторики путем последовательного перебора всех вершин заданной сети. Другой способ – это метод динамического программирования, основанной на функциональном уравнении Беллмана, которая распадается на два этапа: первый этап – это условная оптимизация; а вторая – безусловная оптимизация. При нахождении оптимального решения сетевой задачи метод динамического программирования является более рациональным и эффективным по отношению к другим методам, причем на каждом этапе итерационного процесса не происходит ошибок вычислений.

Ключевые слова: линейная задача целочисленного типа, динамическое программирование, первое условие, принцип оптимальности, итерационный процесс, Функция Беллмана.

Среди задач целочисленного программирования большой интерес представляют задачи, в которых искомое экстремальное решение описывается некоторой перестановкой (комбинацией) известного (допустимого) набора чисел. Эти задачи получили название задач комбинаторного типа.

При решении линейных задач целочисленного типа методами отсечения мы обратили внимание на их недостатки, которые могут привести к невозможности получить решение практической задачи. Это, во-первых, объясняется многократным применением метода последовательного уточнения оценок и связанными с этим погрешностями вычислений; во-вторых, построением дополнительных линейных ограничений по формуле: $\gamma_0^k \geq \sum_{j \in N_k} \gamma_j^k x_j$, где γ_j^k – значение невязок. Этим недостаткам лишены методы последовательного анализа вариантов.

В схему метода последовательного анализа вариантов входят метод динамического программирования, связанный с именем Р. Беллмана; метод ветвей и границ, связанный с именем Литтла, Суини, Карел. В отличие от методов отсечения методы последовательного анализа вариантов зачастую вообще не используют аппарат линейного программирования и не подвержены ошибкам вычислений.

Метод динамического программирования – это инструмент, позволяющий быстро находить оптимальное решение в задачах математического программирования с дискретным множеством допустимых управлений, то есть в ситуациях, когда имеется некоторое количество различных вариантов поведения, приносящих различные результаты, среди которых необходимо выбрать наилучший. Любая задача такого рода может быть решена путем перебора всех возможных вариантов и выбора среди них наилучшего. Однако часто такой перебор весьма затруднителен. В этих случаях процесс принятия оптимального решения может быть разбит на шаги и исследован методом динамического программирования. Рассмотрим в общем виде решение задачи методом динамического программирования.

Пусть процесс оптимизации разбит на n шагов. На каждом шаге необходимо определить два типа переменных – переменную состояния s и переменную управления x . Переменная s определяет, в каких состояниях может оказаться система на данном k -ом шаге. В зависимости от s на этом шаге можно применить некоторые управления, которые характеризуются переменной x_k . Применение управления x на k -ом шаге приносит некоторый результат $w_k(s, x_k)$ и переводит систему в некоторое новое состояние $s'(s, x_k)$. При этом будем предполагать, что состояние $s'(s, x_k)$, в которое перешла система, зависит от данного состояния s и выбранного управления x_k и не зависит от того, каким образом система перешла в состояние s . Для каждого возможного состояния на k -ом шаге среди всех возможных управлений выбирается оптимальное управление x_k^* , такое, чтобы результат, который достигается за шаги с k -ого по n -ый, оказался оптимальным.

Далее, будем считать, что если в результате реализации k -го шага обеспечен определенный доход или выигрыш, также зависящий от исходного состояния системы s и выбранного управления x_k и равный

$$F = \sum_{k=1}^n w_k(s, x_k). \quad (1)$$

Таким образом, мы сформулировали два условия, которым должна удовлетворять рассматриваемая задача динамического программирования. Первое условие обычно называют условием отсутствия последствия, а второе – условием аддитивности целевой функции задачи.

Выполнение для задачи динамического программирования первого условия позволяет сформулировать для нее принцип оптимальности Беллмана. Прежде чем сделать это, дадим определение *оптимальной стратегии управления*. Под такой стратегией понимается совокупность управлений $X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$, в результате реализации которых система за n шагов переходит из начального состояния s^0 в конечное s^k и при этом функция (1) принимает наибольшее значение.

Принцип оптимальности. Каково бы ни было состояние системы перед очередным шагом, надо выбрать управление на этом шаге так, чтобы выигрыш на данном шаге плюс оптимальный выигрыш на всех последующих шагах был максимальным.

На первом этапе решения задачи, который называется условной оптимизацией или условно оптимальным управлением, отыскивается функция Беллмана и оптимальное управление для всех возможных состояний на каждом шаге, начиная с последнего.

Чтобы это можно было осуществить практически, необходимо дать математическую формулировку принципа оптимальности. Для этого введем некоторые дополнительные обозначения. Обозначим через $F_n(s^0)$ максимальный доход, получаемый за n шагов при переходе системы из начального состояния s^0 в конечное состояние s^n при реализации оптимальной стратегии управления $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, а через $F_{n-k}(s^k)$ – максимальный доход, получаемый при переходе из любого состояния s^k в конечное состояние s^n при оптимальной стратегии управления на оставшихся $n-k$ шагах. Тогда

$$F_n(s^0) = \max_{x_{k+1}} [w_1(s^0, x_1) + \dots + w_n(s^{(n-1)}, x_n)]; \quad (2)$$

$$F_{n-k}(s^{(k)}) = \max_{x_{k+1}} [w_{k+1}(s^{(k)}, x_{k+1}) + F_{n-k-1}(s^{(k+1)})] (k = \overline{0, n-1}). \quad (3)$$

Последнее выражение представляет собой математическую запись принципа оптимальности и носит название *основного функционального уравнения* Беллмана или рекуррентного соотношения. Используя данное уравнение, находим решение задачи динамического программирования. Рассмотрим данный процесс более подробно.

Полагая $k=n-1$ в рекуррентном соотношении (3), получаем следующее функциональное уравнение:

$$F_1(s^{(n-1)}) = \max_{x_n} [w_n(s^{(n-1)}, x_n) + F_0(s^{(n)})]. \quad (4)$$

В этом уравнении $F_0(s^{(n)})$ будем считать известным. Используя уравнение (4) и рассматривая всевозможные допустимые состояния системы на $(n-1)$ -ом шаге $s_1^{(n-1)}, s_2^{(n-1)}, \dots, s_m^{(n-1)}, \dots$, находим условные оптимальные решения $x_n^0(s_1^{(n-1)}), x_n^0(s_2^{(n-1)}), \dots, x_n^0(s_m^{(n-1)}), \dots$, и соответствующие значения функции (4)

$$F_1^0(s_1^{(n-1)}), F_1^0(s_2^{(n-1)}), \dots, F_1^0(s_m^{(n-1)}), \dots, .$$

Таким образом, на n -ом шаге находим условно оптимальное управление при любом допустимом состоянии системы после $(n-1)$ -го шага.

Переходим теперь к рассмотрению функционального уравнения при $k=n-2$:

$$F_2(s^{(n-1)}) = \max_{x_{n-1}} [w_{n-1}(s^{(n-2)}, x_{n-1}) + F_1(s^{(n-1)})]. \quad (5)$$

Для того чтобы найти значения F_2 для всех допустимых значений $s^{(n-2)}$, необходимо знать $w_{n-1}(s^{(n-2)}, x_{n-1})$ и $F_1(s^{(n-1)})$. Что касается значений $F_1(s^{(n-1)})$, то мы их уже определили. Нужно произвести вычисления для $w_{n-1}(s^{(n-2)}, x_{n-1})$ при некотором наборе допустимых значений $s^{(n-2)}$ и соответствующих управлений x_{n-1} . Эти вычисления позволяют определить условно оптимальное управление x_{n-1}^0 для каждого $s^{(n-2)}$. Каждое из таких управлений совместно с уже выбранным управлением на последнем шаге обеспечивает максимальное значение дохода на двух последних шагах.

Последовательно осуществляя описанный выше итерационный процесс, дойдем, наконец, до первого шага. На этом шаге известно, в каком состоянии может находиться система. Поэтому уже не требуется делать предположений о допустимых состояниях системы, а остается лишь только выбрать управление, которое является наилучшим с учетом условно оптимальных управлений, уже принятых на всех предыдущих шагах.

После того, как функция Беллмана и соответствующие оптимальные управления найдены для всех шагов с n -го по первый, производится второй этап решения задачи, который называется *безусловной оптимизацией*. Пользуясь тем, что на первом шаге ($k=1$) состояние системы нам известно – это ее начальное состояние s_0 - можно найти оптимальный результат за все n шагов и, кроме того, оптимальное управление на первом шаге x_1^* , которое этот результат доставляет. После применения этого управления система перейдет в некоторое новое состояние $s'(s, x_1^*)$, зная которое можно,

пользуясь результатами, полученными на этапе условной оптимизации, найти оптимальное управление на втором шаге x_2^* , и так далее вплоть до n -го шага.

Для пояснения этой общей схемы, рассмотрим решение задачи, содержание которой требует выбора переменных состояния и управления самых различных типов.

Постановка задачи.

Транспортная сеть состоит из n узлов, некоторые из которых соединены магистралями. Стоимость проезда по каждой из таких магистралей известна и отмечена на схеме. Необходимо найти оптимальный маршрут проезда из 1-го пункта в n -ый.

Решение данной задачи в общем случае сопряжено с достаточно большим объемом вычислений.

Пусть сеть состоит из 10 узлов (городов), соединенных магистралями согласно схеме, изображенной на рис. 1.

Пусть сеть состоит из 10 узлов (городов), соединенных магистралями согласно схеме, изображенной на рис. 1.

Стоимость проезда из пункта i в пункт j равна t_{ij} , и элементы этой матрицы занесены в схему.(рис. 1).

Требуется найти оптимальный маршрут из 1-го пункта в 10-й.

В данной задаче имеется серьезное ограничение – двигаться по изображенным на схеме магистралям можно только слева направо, то есть попав, например, в 7-й пункт, мы имеем право переместиться только в 10-й и не можем возвратиться в 5-й или 6-й. Это (в совокупности с особенностями данной схемы) дает нам право отнести каждый из десяти пунктов к одному из 4-х поясов. Будем говорить, что пункт принадлежит k -ому поясу, если из него можно попасть в конечный (10-й) пункт ровно за k шагов, то есть с заездом ровно в $k-1$ промежуточный пункт. Таким образом, пункты 7,8 и 9 принадлежат к первому поясу, 5 и 6- ко второму, 2,3 и 4-к третьему и 1-к четвертому. На k -ом шаге будем находить оптимальные маршруты из городов k -ого пояса до конечного пункта.

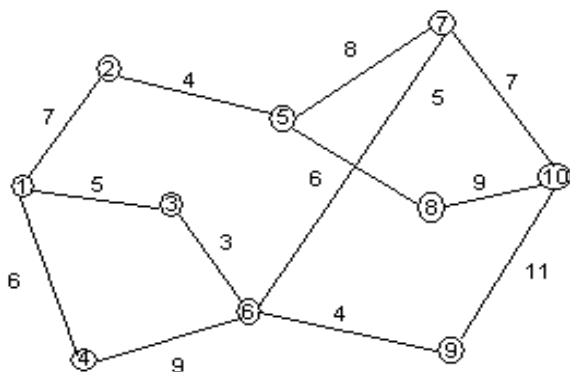


Рис. 1. Схема сети

При этом оптимизацию будем производить с хвоста процесса, и поэтому, добравшись до k -го шага, мы не можем знать, в какой именно из городов k -го пояса мы попадем, двигаясь из пункта 1. Поэтому для каждого из этих городов нужно найти оптимальный маршрут до конечного пункта.

Минимально возможная стоимость проезда из городов k -го пояса до пункта 10 будет зависеть только от того, в каком из городов этого пояса мы оказались. Номер s города, принадлежащего k -ому поясу, и будет называться переменной состояния данной системы на k -ом шаге. Нужно помнить, что добравшись до k -го шага, мы уже осуществили предыдущие шаги, в частности, нашли оптимальные маршруты. По перемещению из любого города $(k-1)$ -го пояса в конечный пункт. Номер города $(k-1)$ -го пояса будет являться переменной управления на k -ом шаге. Функцией Беллмана на k -ом шаге решения задачи $F_k(s)$ назовем минимально возможную стоимость проезда из города s (k -го пояса) до конечного пункта. Для первого шага ($k=1$) эту величину отыскать не сложно – это стоимость проезда из городов 1-ого пояса непосредственно до конечного пункта: $F_1(s) = t_{s10}$.

1 этап. Условная оптимизация

1 шаг. $k=1$.

$$F_1(s) = t_{s10}.$$

$s \setminus J$	10	$F_1(s)$	J^*
7	7	7	10
8	9	9	10
9	11	11	10

Для последующих шагов стоимость проезда складывается из двух слагаемых- стоимости t_{sJ} проезда из города s k -го пояса в город J $(k-1)$ -го пояса и минимально возможной стоимости проезда из города J до конечного пункта, то есть $F_{k-1}(J)$.

2 шаг. $k=2$.

$$F_2(s) = \min_J \{t_{sJ} + F_1(J)\}.$$

$s \setminus J$	7	8	9	$F_2(s)$	J^*
5	8+7	6+9	-	15	7,8
6	5+7	-	4+11	12	7

Таким образом, перебрав все возможные на данном шаге управления, можно найти минимально возможную стоимость проезда до конечного пункта

$$F_k(s) = \min_J \{t_{sJ} + F_{k-1}(J)\}.$$

3 шаг. $k=3$.

$$F_3(s) = \min_J \{t_{sJ} + F_2(J)\}.$$

s\J	5	6	$F_3(s)$	J^*
2	4+15	-	19	5
3	-	3+12	15	6
4	-	9+12	21	6

Минимум стоимости достигается на некотором значении J^* , которое и является оптимальным направлением движения из пункта s в сторону конечного пункта.

На четвертом шаге мы попадаем на 4-ый пояс, и состояние системы становится определенным – $s=1$. Функция Беллмана $F_4(1)$ представляет собой минимально возможные затраты по перемещению из 1-го пункта в 10-й. Оптимальный маршрут можно найти, просмотрев результаты всех шагов в обратном порядке, учитывая, что выбор некоторого управления J на k -ом шаге приводит к тому, что состояние системы на $(k-1)$ -ом шаге становится определенным.

4 шаг. $k=4$.

$$F_4(s) = \min_J \{t_{sJ} + F_3(J)\}.$$

s\J	2	3	4	$F_4(s)$	J^*
1	7+9	5+15	6+21	20	3

II этап. Безусловная оптимизация

Минимально возможная стоимость проезда из пункта 1 в пункт 10 $v = F_4(1) = 20$. Она достигается, если из 1-ого пункта отправиться в 3-й. Попав в него, необходимо, как видно из предыдущей таблицы, двигаться в пункт 6, затем – в пункт 7 и из него – в конечный пункт, то есть оптимальный маршрут $1 \rightarrow 3 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 10$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ларионов, А.И. Экономико-математические методы в планировании [Текст] / А.И. Ларионов, Т.И. Юрченко. – М.: Высшая школа, 1984. – 220 с.
2. Акулич, Л.И. Математическое программирование в примерах и задачах [Текст] / Л.И. Акулич. – М.: Высшая школа, 1986. – 296 с.

Материал поступил в редакцию 17.03.14.

О.М. Omarov, N.V. Popova, J.T. Esendauletova

*The Karaganda State University of the name of academician E.A.Buketov,
 Karaganda, Kazakhstan*

MODELING AND SALES NETWORK BASED TASKS METHOD OF SUCCESSIVE ANALYSIS

The problem of a finding the shortest distance from a source to a drain is considered in article. The given problem can be realized in two ways: a method of discrete programming on the basis of combination theory by consecutive search of all tops of the set network. Other way is a method of the dynamic programming, Bellmana based on the functional equation which breaks up to two stages: the first stage is a conditional optimization; and the second – unconditional optimization. The method of dynamic programming is more rational and effective in relation to other methods, and at each stage of iterative process there are no errors of calculations at a finding of the optimum decision of a network problem

Keywords: linear problem of integer type, dynamic programming, the first condition, the principle of optimality, the iterative process, Bellman function.

УДК 621.762.227

А.Е. Отуншиева¹, А.Т. Оңлабекова²

¹Магистрант, ²PhD, доцент міндетін атқарушы
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қаласы

ТАМАҚ ӨНІМДЕРІ ҚАУІПСІЗДІГІ МЕНЕДЖМЕНТ ЖҮЙЕСІН (ТӨҚМЖ) ЕНГІЗУ НЕГІЗІНДЕ СҮТ ӨНІМДЕРІНІҢ ҚАУІПСІЗДІГІ МЕН САПАСЫН БАСҚАРУ

Бұл мақалада тамақ өнімдерінің қауіпсіздігі менеджмент жүйесін енгізу негізінде сүт өнімдерінің қауіпсіздігі мен сапасын басқару бойынша мәліметтер көрсетілген. Тамақ өнімдерінің қауіпсіздігі менеджмент жүйесін кәсіпорындарға енгізу олардың шығарылатын өнімінің сапалы және де бәсекеге қабілетті өнім шығаруын қамтамасыз ететіні анықталған. Сондай-ақ тамақ өнімдерінің қауіпсіздігі менеджмент жүйесі өмірімізде ерекше орын алатыны белгіленген.

Негізгі сөздер: тамақ өнімдерінің қауіпсіздігі менеджмент жүйесі, ИСО, стандарт, сүт өнімдері, өндіріс.

Тамақ өнімдерінің қауіпсіздігін қамтамасыз ету соның ішінде-сүт өнімдері үшін тамақ/сүт өнімдерін өндіретін кез келген өндірушілер үшін басты міндет болып табылады. Біздің азаматтарымыздың күнделікті рационында сүт өнімдерінің маңыздылығын ескерсек, сүт өнімдерінің қауіпсіздігі халықтың денсаулығына тікелей байланысты екеніне көз жеткіземіз.

Қазіргі кезде тамақ өнеркәсібі саласы шикізат, ингредиенттер мен технологиялық қоспалар, өніммен тікелей жанасатын орама, қапшық, буып-түю материалдары және өнімді өңдеу технологиялық әдіс-тәсілдердің алуан түрлілігімен ерекшеленеді. Мысалы, сүт өнімдері қоғамымызда балалар, ересек адамдар мен асқынған аурулары бар адамдар арасында кеңінен қолданылады. Бірақ, өкінішке орай, қоғамда көптеген келеңсіздік оқиғалары орын алып жатыр. Осындай жағдайда өндіріліп жатқан тамақ өнімдерінің адам денсаулығына, соның ішінде, әсіресе балалар мен жүкті әйелдер, сондай-ақ науқас адамдардың денсаулығына кері әсер ету, өміріне қатер төндіру фактілері жиі кездеседі. Сонымен қатар адамның қоршаған ортаға зиянды іс-әрекеттерінен туындайтын экологияның ластануы, жеңіл жолмен

пайда табуды көздеп, рынокқа жалған өнім енгізу фактілері азық-түлік өнімдерінің залалдануына себепкер болуда. Нәтижесінде, тамақ өнімдерінің қауіпсіздігін қамтамасыз ету мәселесі барған сайын күрделене түсуде. Мысалы, тамақтан улану жөніндегі статистикалық мәліметтерге жүгінсек, дүниежүзі бойынша минут сайын 5 жасқа дейінгі балалардың бесеуі тамақ өнімдерінен туындаған аурулардан көз жұматын көрінеді. Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының мәліметі бойынша, әр жыл сайын дамыған елдер халқының 30%-дан астамы тамақтан уланады, 2 млн. адам қауіпті тамақ өнімдерін тұтыну салдарынан көз жұмады екен. Біздің елде тек 2010 жылдың өзінде тиісті талаптарға сәйкес келмейтін дәрі-дәрмек, азық-түлік қатарлы биологиялық текті өнімдерді пайдаланудың әсерінен 3400 адам уланған. Осындай жағдайда елімізде тамақ өнімдері мен мал, жануарлар азығының қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін халықаралық деңгейде қабылданған нормативтік-құқықтық тәжірибелерді пайдаланудың тиімділігі жоғары болмақ. Себебі Қазақстан тұтынушыларының ұлттық құрамы ұйымының мәліметтері бойынша өзіміздің ұлттық өнімдеріміз – қымыз, шұбат, наурыз-көже өнімдерінің кейбірінде ішек таяқшалары табылған.

Негізінен сүт өнімдерінің өзі қауіпті емес, қауіптісі өндіріс кезінде сүт өнімдерін қолдану мен сақталуында немғұрайлық танытуы. Көбісінше немғұрайлық ол тамақ өнімдерінің қауіпсіздігі аумағында сәйкес ақпараттардың болмауы мен білмеуі, түсінбеуі болып келеді. Сол себепті де осындай келеңсіздіктерді тудырмау үшін тамақ өнімдері қауіпсіздігі аумағында озық тәжірибелер мен әдістерді қолдану керек. Соның ішінде ИСО 22000 және IFS Food 5 сериялы стандарттарын қолдану тамақ өнімдері қауіпсіздігі менеджмент жүйесі бойынша халықаралық стандарттар аумағында тамақ өнімдері өндірушілерінің біліктілігін арттыру керек. [1].

Тамақ өнеркәсібі үшін өндірілетін өнім сапасы өте маңызды болып келеді. Себебі ол тұтынушыға ұсынылған тауар тамақ қауіпсіздігін қамтамасыз ету мәселелерімен өзекті байланыста болады. Тамақ өнімдерінің қауіпсіздігі мен сапа бақылау кезінде тек жіктелген тәсіл қауіп-қатерді анықтап, оларды бағалау мен азайтуына мүмкіндік береді.

Көптеген Европа елдерінің азық-түлік компаниялары мен АҚШ елдерінде тұтынушы үшін азық-түлік өнімдерінің қауіпсіздігін қамтамасыз ету мақсатында тамақ өнеркәсібінде жаппай бақылау жүргізу үшін критикалық бақылау нүктесі бойынша қауіп талдауы жүйелі болып келеді. Критикалық бақылау нүктесі бойынша қауіп талдауының техникалық әдістері алғашында-ақ микробиологиялық қауіпті бақылау үшін арналған болатын. Сондай-ақ басқа қауіп облыстарында да, әсіресе химиялық және биологиялық қауіптерде қолдануға оңай болды [2].

Тамақ өнімдері қауіпсіздік менеджмент жүйесін енгізу мен өңдеу үшін негіз ретінде кәсіпорын қызметінің табысты құраушысы болып ИСО 22000 халықаралық стандарттар сериясы қолданылады:

- ИСО 22000:2005 ХС «Тамақ өнімдері қауіпсіздігі менеджменті жүйелері. Тамақ өнімдерін өндіру және тұтыну тізбегіндегі барлық ұйымдарға қойылатын талаптар»;

- ИСО/ТШ 22004:2010 ХС «Тамақ өнімдерінің қауіпсіздігі менеджменті жүйесі. ҚР СТ ИСО 22000-2006 қолдану жөніндегі нұсқаулық»;

- ИСО/ТШ 22002-1:2009 ХС «Тамақ өнімдері қауіпсіздігі бойынша алдын-ала қажетті бағдарлама. 1 Бөлім. Тамақ өнімдерінің өндірісі»;

- ИСО 22005:2009 ХС «Тамақ өнімдері мен жем-шөп тізбегін бақылап отыру. Жүйені жобалау және енгізуге қойылатын жалпы принциптер және негізгі талаптар».

Тамақ өнімдері қауіпсіздігі менеджментінің жүйесін тиімді ету үшін ұйымның құрылымдық бөлімшелері арасында, сондай-ақ барлық мүдделі тараптар арасында ақпарат алмасу қалыпқа келтірілген, менеджмент жүйесінің ИСО 22000:2005 ХС талаптарына сәйкестігін талдау әрдайым жүргізіледі және оны жақсарту шаралары қабылданады. Тамақ өнімдерінің қауіпсіздігі менеджментінің жүйесін кәсіпорынға енгізу – бұл қауіпсіздік саласында Саясатты жүйелі пайдалану, оны дұрыс түсіну және кәсіпорынның әрбір қызметкері өз қызметі үшін жауап беру мен қауіпсіздік саласында ұйымның Саясатына қайшы келетін іс-қимылдарды жасамау міндеттемесі дегенді білдіреді [3].

Қазірде әлемнің көптеген елдерінде, соның ішінде Қазақстан да осы стандартқа негізделген мемлекеттік, ұлттық стандарттарды әзірлеп, бекіту, кеңінен қолдану үрдісі өріс алған. ИСО 22000:2005 стандарты бірқатар беделді ұйымдардың қатысумен әзірленді. Оларға «Codex Alimentarius» комиссиясы, Еуропалық одақтың тамақ өнеркәсібі кәсіпорындарының конфедерациясы, Тамақ қауіпсіздігі бойынша ғаламдық бастама, Тамақ өнімдері қауіпсіздігі жөнінен бүкілдүниежүзілік ұйым, Қонақ үй, мейрамханалардың халықаралық қауымдастығы және т.б. жатады.

ИСО 22000 стандартын әзірлеудің негізгі мақсаттарының бірі тамақ өнімдерінің қауіпсіздігі саласындағы көптеген халықаралық нормативтік құжаттарды үйлестіру болды. Нәтижесінде тамақ өнімдерінің қауіпсіздігін басқаруды өнімнің барлық өмірлік кезеңдерінде, яғни «фермадан шанышқыға дейін» немесе «егіс алаңынан үстелге дейін» принциптерін үйлестіріп, жүзеге асыруға мүмкіндік туындады [4].

Халықаралық ИСО 22000 стандарты тамақ өнімдерінің қауіпсіздігі аумағында жоғарғы басшылық ұйымы келесідей міндетті шараларды жасауы керек:

- тамақ өнімдері қауіпсіздігі аумағында сәйкес келетін немесе құрайтын бизнес-жоспарлар мен стратегиялық жоспарларды өңдеу, мысалы, ұйым ТӨҚМЖ аясындағы мақсаттар мен саясат туралы өтініш құрайтын өзінің стратегиялық меморандум бөлімін қосу керек;

- жиналыста жұмысшыларды ИСО 22000 сериялы стандарттардың заңнамалық және құқықтық талаптары мен тамақ өнімдерінің қауіпсіздігі бойынша тұтынушылардың талаптарының орындалуы негізінде маңызды сұрақтар бойынша ақпараттау қажет, мысалы, жоспарлы өндірістік жиналыста қаралатын мәселелер тізімі бойынша түзету әрекеттерінің мәртебесі, тұтынушы арыздары мен ТӨҚМЖ бойынша жоспарланған шаралардың орындалуы, өндірістік гигиена және т.б. барлық сұрақтарды талдау керек;

- ТӨҚМЖ аясындағы бекітілген саясат;

- ТӨҚМЖ бойынша басшылық тарапынан талдау жүргізу;

- ТӨҚМЖ ресурстарымен қамтамасыз ету.

Жоғарғы басшылыққа ТӨҚМЖ бойынша барлық жоспарлау бойынша жауапкершілікті мойнына алу керек. Ұйым ТӨҚМЖ-ның жоспарлауы арқасында нақты ТӨҚМЖ-ның талаптары (кірісінде) және сәйкесінше оның үздік орындалуы бойынша (шығысында) көп мүмкіндікке ие болады. ТӨҚМЖ жоспарлаудың түрлі әдістері бар. Бірақ бұл әдістердің барлығы блок-схеманы құрастыру, өнімге техникалық шарттар, процедура мен

нұсқамаларды өңдеу, тамақ өнімдерінің қауіпсіздігі бойынша қауіпті талдау жұмыстары қарастырылады. Жоспарлау кезінде ең алдымен ХАССП және қауіпті КБН (критикалық бақылау нүктелері) бойынша зерттеу жүргізу керек. Сол себепті де бірінші кезеңде КБН-ны басқару және қандай деңгейде екенін анықтау керек. Бірінші кезеңді жоспарлаудан кейін ұйым қызметінің КБН бойынша қауіптерді, талаптарды, процестерді, кезеңдерді толық зерттеу қажет. Осы кезеңнің нәтижесі арқасында қай қызмет аясына бақылау мен бақылаудың деңгейін анықтау керек екенін табамыз. Қызметті жоспарлау кезінде ХАССП жоспарын да ескеру керек. Себебі бұл жоспар ТӨҚМЖ-ның жоспарының құрама бөлігі болуы мүмкін [1].

Тамақ өнімдерін өндіру мен тұтыну тізбегіне шикізат, жем-шөп даярлаудан бастап, тамақ өнімін өндіру, тасымалдау, сақтау, тұтынушыларға өткізу, кәсіпорын, мекемелері түгелдей қамтылады. Сонымен бірге тиісті құрал-жабдық, буып-түю материалдарын дайындайтын кәсіпорындар, тағамдық қоспалар мен ингредиенттер, жуу, тазалау құралдарын шығаратын мекемелер мен қызмет көрсету ұйымдары да осы тізбектен орын алады [5].

Осы халықаралық стандарттың негізінде 2006 жылы Қазақстанда ҚР СТ ИСО 22000-2006 «Тамақ өнімдері қауіпсіздігінің менеджмент жүйесі. Тамақ өнімдерін өндіру және тұтыну тізбегіндегі барлық ұйымдарға қойылатын талаптар» мемлекеттік стандарты әзірленіп, бекітілді. Бұл стандарт 2007 жылдың 1 шілдесінен бастап күшіне енді. Тамақ өнімдерін өндірумен айналысатын кез келген ұйым осы стандартты негіздей отырып, тамақ қауіпсіздігінің менеджмент жүйесін құрып, енгізе алады.

Сондай-ақ, республика аумағы бойынша адамдардың өмірі мен денсаулығын қорғау мақсатында және тұтынушылардың мүддесі тұрғысынан 2007 жылы «Тамақ өнімдерінің қауіпсіздігі туралы», 2010 жылы «Тұтынушылардың құқығын қорғау туралы» Қазақстан Республикасының заңдары қабылданды. Аталмыш заңдарда өнімді өндіру және тұтынушыларға жеткізу (өткізу) үрдісіне қатысушылардың жауапкершілігін арттыру мақсатында оларға қойылатын талаптарды мейлінше күшейту, қауіпсіздікті қадағалау, бақылау шараларын жетілдіру көзделген. «Тұтынушылардың құқықтарын қорғау туралы» заңда көрсетілгендей, сапасы тиісті талаптарға сай келмейтін тауарды тұтынушы сатушыға қайтарып беріп, оған төлеген ақшасын қайтарып алуға құқылы. Сондай-ақ, тұтынушы тауардың және көрсетілген қызметтің кемшіліктері салдарынан өміріне, денсаулығына немесе мүлкіне келтірілген зиянды толық көлемде өтетуге құқылы. Мәселен, «Тамақ өнімдерінің қауіпсіздігі туралы» заңның 31-бабында қатерлерді талдау (бағалау және басқару) міндетті түрде жүргізілуі көрсетілген. Ал қатерлерді (қауіптілікті) талдаудың тиімділігіне ҚР СТ ИСО 22000 стандарты негізінде әзірленген тамақ өнімдері қауіпсіздігінің менеджменті жүйесі шеңберінде қол жеткізуге болатындығын тәжірибе айқын көрсетуде.

Елімізде соңғы жылдары тамақ өнеркәсібі саласының кәсіпорындарына ҚР СТ ИСО 22000 стандарты негізінде тамақ өнімдері қауіпсіздігінің менеджменті жүйесін енгізу жұмысына көңіл бөлінуде. 2011 жылы осы жүйені енгізген кәсіпорын саны 65-ке жеткен. Халықаралық табысты кәсіпорындардың тәжірибесі мен біліміне негізделген тамақ өнімдері қауіпсіздігінің менеджменті тамақ өнімдерінің қауіпсіздігін қамтамасыз ету мәселесін кешенді түрде шешуге мүмкіндік береді.

ҚР СТ ИСО 22000 стандартының артықшылығы тек өнімнің ғана емес, өндіру мен тұтынудың барлық кезеңдерін қамтитын қауіпсіздіктің алдын алу, оны болдырмауға бағытталған бақылау жүйесін құрайтындығында. Себебі,

тамақ өнімдерінің қауіптілігі оларды өндіру және тұтынудың кез келген сатысында пайда болуы мүмкін. Сондықтан, бақылау іс шаралары тамақ өнімдерін өндіру мен тұтынудың барлық тізбегінде жүргізілуі тиіс. Осылайша тамақ өнімдерінің қауіпсіздігі оларды өндіру және тұтынуға қатысушылардың бірлескен күш-жігері мен іс-әрекетінің арқасында ғана толықтай жүзеге асырылуы мүмкін.

Тамақ өнімдері қауіпсіздігінің менеджменті жүйесін енгізу мәселесіне немқұрайдылық таныту – әлемдік рынок бәсекелестігіне қазақстандық кәсіпорындарды қабілетсіз ете отырып, отандық тамақ өнімдерінің халықаралық саудадағы үлесін ұлғайтуға кедергі келтіретіні сөзсіз [4, 5].

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. [?] // УСПЕХ-SUCCESS. – 2010. – ноябрь-декабрь.
2. Потороко, И.Ю. Управление процессами формирования потребительских достоинств молочных продуктов [Текст]: монография / И.Ю. Потороко. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – 159 с.
3. Соклаков, В. Стандарт ИСО 22000:2005: Новое поколение систем менеджмента безопасности пищевых продуктов [Текст] / В. Соклаков // Стандарты и качество. – 2006. – С. 12-15.
4. Қауіпсіздік жүйесі – бәсекелестік кепілі [Мәтін] // Егемен Қазақстан. – 2012. – №149-151. – 13 сәуір.
5. Барақбаев, Б. Сүт және сүт тағамдары [Мәтін] / Б. Барақбаев. – Алматы: Қайнар, 1989. – 6 б.

Материал редакцияға 31.04.14 түсті.

А.Е. Otunshyeva

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

MANAGE QUALITY AND SAFETY OF DAIRY PRODUCTS THROUGH THE INTRODUCTION OF THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM OF FOOD SAFETY

This article provides materials management quality and safety of dairy products through the introduction of the Quality Management System of Food Safety. Determined that, on the Implementation of Enterprise Quality Management System Food Safety provides available product quality and competitiveness. Noted that our life Quality Management System Food Safety has a special place.

Keywords: Quality Management System of Food Safety, ISO, standard, dairy products, production.

УДК 666.3

Ю.Г. Павлюкевич¹, С.К. Мачучко², В.К. Шабан³¹Канд. техн. наук, доцент, ²Аспирант³Зав. лабораторией кафедры технологии стекла и керамики
Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, РБ**ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОБРАЗОВАНИЯ МУЛЛИТА В
КЕРАМИЧЕСКИХ МАССАХ**

В статье представлены результаты термодинамического анализа образования муллита в керамических массах, включающих железосодержащие сырьевые материалы. Установлено, что при наличии в составах керамических масс оксида железа происходит образование более совершенной структуры выделяющегося муллита при температурах обжига 1150–1200 °С, при этом совершенствование структуры может происходить в твердых растворах на его основе.

Ключевые слова: муллит, термодинамический анализ, теплоемкость, оксид железа, энергия Гиббса, изобарно-изотермический потенциал.

В последние годы повышенный спрос на керамические строительные материалы различного назначения привел к истощению запасов высококачественного сырья, используемого при их изготовлении, что обуславливает вовлечение в производство низкосортных местных сырьевых материалов, а также промышленных отходов различных производств [1–7].

Местные легкоплавкие полиминеральные глины, а также отходы черной металлургии, отходы обогащения щелочных сиенитов и т.д. содержат значительное количество оксидов железа, порядка 5–15 %¹. Присутствие в керамических массах железосодержащих компонентов отражается на протекании основных физико-химических процессов при обжиге керамических материалов.

Научное обоснование и прогнозирование протекания процессов силикатообразования с помощью методов химической термодинамики имеет большое значение, поскольку позволяет не только определить энергетические параметры процессов силикатообразования и синтеза силикатных материалов, но и совместно с изучением скорости и механизма переноса вещества получать необходимые данные по рациональному управлению технологическими процессами получения разнообразных силикатов и им подобным веществ [8].

Одним из серьезных препятствий для термодинамических исследований является отсутствие для большинства соединений и их твердых растворов данных о зависимости теплоемкости от температуры стандартных теплот образования и энтропий соединений.

В данной работе предлагается термодинамический анализ образования муллита из метакаолинита в керамических массах, содержащих оксиды двух- и трехвалентного железа.

Физико-химические характеристики керамических материалов в значительной мере определяются присутствием в них различных кристаллических фаз. Одной из таких фаз является муллит ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$), который способствует увеличению прочностных характеристик готовых изделий.

Процесс муллитизации керамических масс с участием оксидов железа

на практике встречается довольно часто. По различным данным [9, 10], твердые растворы муллита в таких керамических массах могут содержать от 1,5 до 8 % оксидов железа.

По нашим данным в керамике, характеризующейся наличием железосодержащих материалов, процесс фазообразования муллита идет под влиянием присутствующих в сырье оксидов железа и несколько интенсифицируется. Очевидно ионы железа (II, III) способны встраиваться в кристаллическую структуру муллита, замещая ионы алюминия и тем самым значительно увеличивая подвижность решетки и понижая температуру ее образования. Повышение температуры обжига и длительности изотермической выдержки, в свою очередь, может приводить к аннигиляции дефектов, т.е. к совершенствованию структуры муллита.

В результате изучения структуры образцов керамических плиточных масс, синтезированных на основе железосодержащего природного сырья и обожженных при температуре 1150 и 1200 °С, методом электронной сканирующей микроскопии установлено, что кристаллы, по морфологическим признакам характерные твердым растворам муллита, – это крупные призматические, сильно развитые в поперечнике образования.

Имеющиеся в литературе данные о термодинамических расчетах, сделанные ранее в работах [8, 11], касаются только образования муллита стехиометрического состава, а твердые растворы муллита в термодинамическом аспекте практически не изучены.

В данной работе в расчетах нами была использована структурная формула муллита $Al_4[Si_2Al_2O_{13}]$, в котором анионная часть структуры муллита состоит из кремнекислородного мотива $Si_2Al_2O_{13}$. Предполагается, что ионы Fe^{2+} , Fe^{3+} входят в октаэдрические позиции, замещая ион Al^{3+} .

Исходные термодинамические данные, необходимые для расчета, отсутствующие в справочной литературе, рассчитывались по методике Н.А. Ландия [12] в следующем порядке:

1. Рассчитывали атомарную теплоемкость:

$$C^{at} = C_{298}^0/n, \quad (1)$$

а также:

$$S' = 5070/C^{at}, \quad (2)$$

где n – число атомов в соединении;

2. Определяли коэффициенты a , b и K к формулам (3,6):

$$C_{p298} = (C_p' + C_p'' + C_p''')/3, \quad (3)$$

где C_p' – рассчитывается как сумма атомарных теплоемкостей, которые для отдельных элементов принимаются равными: O – 4, Si – 3,8; остальные элементы – 6,2;

$$C_p'' = n[6,6 - a/298 + 6,38/T \cdot (6,6 - a/298)], \quad (4)$$

$$C_p''' = n[6,6 - 14,76/C^{at} \cdot (n_1^2 + n_2^2)/n^2 + 6,38/T \cdot (6,6 - 17,76/C^{at} \cdot (n_1^2 + n_2^2)/n^2)], \quad (5)$$

где n_1, n_2 – число атомов в сложном кислородном соединении;

$$C_{pt} = n[6,6 - a/(b + K/(T - b)) + 1,24/T_{пл} \cdot (6,6 - a/298) \cdot T^{3/2} \cdot 10^3], \quad (6)$$

$$a = 507 + 1070/C^{ат}, \quad (7)$$

$$b = 0,8 \cdot a, \quad (8)$$

$$K = 0,5/\lg(n); \quad (9)$$

3. Рассчитывали теплоемкость C_p при 298 К по формуле (3), при 673 К и $T_{пл}$ по формуле (6).

По полученным трем значениям строили уравнение:

$$C_p = a + b \cdot T + c \cdot T^2, \quad (10)$$

В таблице 1 показаны термодинамические константы муллита, принятые к расчету ($p=0,1013$ МПа и $T=298$) [8, 13].

Таблица 1

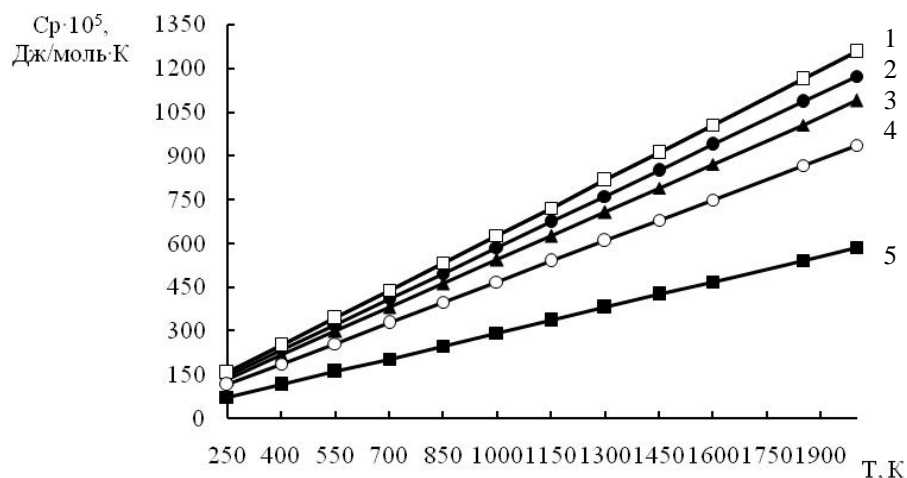
Исходные термодинамические данные для расчета
(Т) и $\Delta G^0_{T-f}(T)$ реакций образования муллита

Вещества	$-\Delta H^0_{f,298}$, кДж моль	$-\Delta G^0_{f,298}$, кДж моль	$S^0_{f,298}$, Дж (моль·К)	$C_p = a + b \cdot T + c \cdot T^2$, Дж/(моль·К)			Интервал темпера- тур, К
				a	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^{-3}$	
$(Al_2O_3 \cdot 2SiO_2)$	3316,15	3102,29	124,24	229,68	36,84	-14,57	298–1700
$Al_2[Si_2Al_2O_{10}]^2$	4252,84	4011,64	143,86	376,75	29,31	-158,3	–
$Al_4[Si_2Al_2O_{13}]$	6857,09	6462,9	251,16	485,16	46,88	-154,8	298–2000
$Al_4[Si_2Al_2O_{13}]^2$	–	–	–	475,98	54,42	-140,3	–
$Al_3Fe[Si_2Al_2O_{13}]^2$	–	–	–	472,96	58,61	-119,3	–
$Al_3FeNa[Si_2Al_2O_{13}]^2$	–	–	–	489,7	62,8	-115,6	–
$Al_3FeK[Si_2Al_2O_{13}]^2$	–	–	–	489,0	62,8	-112,6	–
FeO	266,65	244,48	59,44	51,82	-6,78	-1,59	298–1651
α -FeO	822,55	741,34	89,99	98,38	77,85	-14,87	298–950
β -FeO	–	–	–	150,72	–	–	950–1050
δ -FeO	–	–	–	132,72	7,36	–	1050–1750
α -SiO ₂	910,87	–	–	–	60,33	8,13	848–2000
β -SiO ₂	911,58	857,08	41,86	46,96	31,32	-11,3	298–848
Na ₂ O	361,67	193,99	98,37	72,22	41,6	–	–
K ₂ O	416,09	376,74	72,84	67,46	22,6	–	–

Примечание – ² – рассчитано авторами по методике Н.А. Ландия

На рисунке 1 показана зависимость изобарной теплоемкости муллита различного состава от температуры в интервале 298–2000 К. Как видно из графика, для муллита состава 3:2 значения изобарной теплоемкости, полученные расчетным путем и заимствованные из литературы, совпадают, что говорит о высокой точности расчетов. В работе [8] при расчете изобарной теплоемкости полученные значения были несколько завышены, т.к. структура муллита, рассматриваемая авторами, состоит из ионов алюминия,

три из которых играют роль катионов-модификаторов, а три другие – участвуют в построении анионного каркаса.



1 – $\text{Al}_3\text{FeK}[\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_{13}]^2$; 2 – $\text{Al}_3\text{Fe}[\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_{13}]^2$; 3 – $\text{Al}_4[\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_{13}]^2$;
4 – $\text{Al}_4[\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_{13}]$; 5 – $\text{Al}_2[\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_{10}]$

Рис. 1. Зависимость изобарной теплоемкости муллита различного состава от температуры

В работе были рассмотрены следующие реакции:

1. $(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2) \rightarrow 1/2\text{Al}_2[\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_{10}] + 3/2\text{SiO}_2$;
2. $(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2) \rightarrow 1/3\text{Al}_4[\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_{13}] + 4/3\text{SiO}_2$;
3. $(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2) + 1/5\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow 2/5\text{Al}_3\text{Fe}[\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_{13}] + 6/5\text{SiO}_2$;
4. $(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2) + 1/5\text{FeO} + 1/5\text{Na}_2\text{O} \rightarrow 2/5\text{Al}_3\text{FeNa}[\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_{13}] + 6/5\text{SiO}_2$;
5. $(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2) + 1/5\text{FeO} + 1/5\text{K}_2\text{O} \rightarrow 2/5\text{Al}_3\text{FeK}[\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_{13}] + 6/5\text{SiO}_2$.

Расчет энергии Гиббса ΔG^0 проводили интегрированием уравнения Гиббса-Геймгольца, для изобарного потенциала:

$$\Delta G = \Delta H_p + (\partial \Delta G) / (\partial T)_p \quad (11)$$

Результаты расчетов изменения энергии Гиббса от температуры обжига представлены в таблице 2 и изображены графически на рисунке 2.

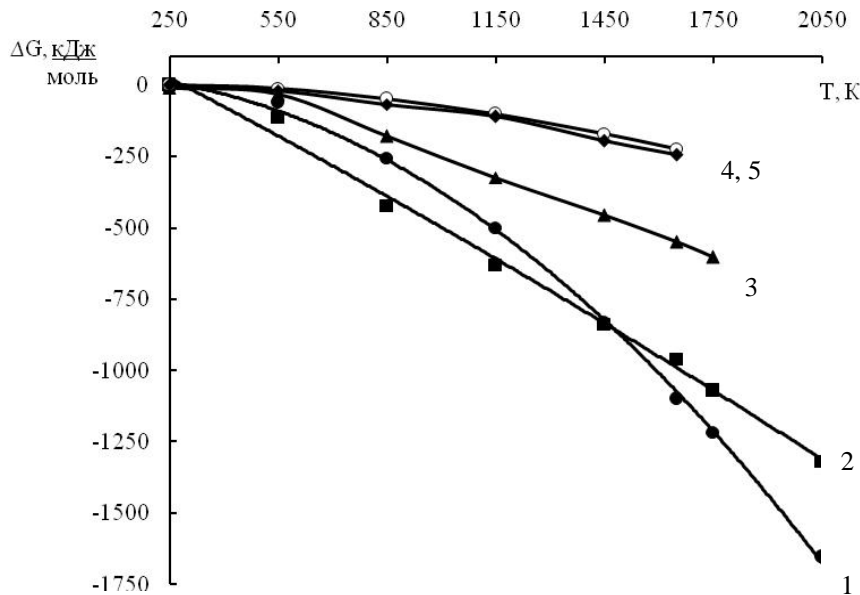
Таблица 2

Уравнения для расчета $\Delta G^0_T = f(T)$
реакций образования муллита из метакаолинита

Реакция	Интервал температур, К	Уравнение $\Delta G^0_T = f(T)$
1	2	3
$(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2) \rightarrow 1/2\text{Al}_2[\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_{10}] + 3/2\text{SiO}_2$	298–848	$-326700 - 724,107 \cdot T \cdot \ln T - 0,064 \cdot T^2 + 1,472 \cdot 10^7 \cdot T^{-1} + T \cdot 5038$
	848–2000	$-355700 - 794,445 \cdot T \cdot \ln T - 0,044 \cdot T^2 + 1,617 \cdot 10^7 \cdot T^{-1} + T \cdot 5514$

Продолжение таблицы 2

1	2	3
$(Al_2O_3 \cdot 2SiO_2) \rightarrow 1/3 Al_4[Si_2Al_2O_{13}] + 4/3 SiO_2$	298–848	$-49770 - 132,19 \cdot T \cdot \ln T - 0,037 \cdot T^2 + 1,035 \cdot 10^6 \cdot T^{-1} + T \cdot 919,2$
	848–2000	$-75560 - 194,714 \cdot T \cdot \ln T - 0,02 \cdot T^2 + 2,335 \cdot 10^6 \cdot T^{-1} + T \cdot 1342$
$(Al_2O_3 \cdot 2SiO_2) + 1/5 Fe_2O_3 \rightarrow 2/5 Al_3 Fe[Si_2Al_2O_{13}] + 6/5 SiO_2$	298–848	$-50570 - 139,53 \cdot T \cdot \ln T - 0,028 \cdot T^2 + 0,884 \cdot 10^6 \cdot T^{-1} + T \cdot 926,114$
	848–950	$-72340 - 185,32 \cdot T \cdot \ln T - 0,021 \cdot T^2 + 2,2075 \cdot 10^6 \cdot T^{-1} + T \cdot 1279$
	950–1050	$-73780 - 195,8 \cdot T \cdot \ln T - 0,013 \cdot T^2 + 2,0585 \cdot 10^6 \cdot T^{-1} + T \cdot 1343$
	1050–1750	$-50140 - 132,65 \cdot T \cdot \ln T - 0,0355 \cdot T^2 + 1,042 \cdot 10^6 \cdot T^{-1} + T \cdot 735,887$
$(Al_2O_3 \cdot 2SiO_2) + 1/5 FeO + 1/5 Na_2O \rightarrow 2/5 Al_3 Fe Na[Si_2Al_2O_{13}] + 6/5 SiO_2$	298–848	$-39060 - 106,96 \cdot T \cdot \ln T - 0,018 \cdot T^2 + 0,74 \cdot 10^6 \cdot T^{-1} + T \cdot 735,887$
	848–1651	$-62260 - 163,24 \cdot T \cdot \ln T - 0,003 \cdot T^2 + 1,91 \cdot 10^6 \cdot T^{-1} + T \cdot 1117$
$(Al_2O_3 \cdot 2SiO_2) + 1/5 FeO + 1/5 K_2O \rightarrow 2/5 Al_3 Fe K[Si_2Al_2O_{13}] + 6/5 SiO_2$	298–848	$-38440 - 105,42 \cdot T \cdot \ln T - 0,016 \cdot T^2 + 0,74 \cdot 10^6 \cdot T^{-1} + T \cdot 724,941$
	848–1651	$-61650 - 161,69 \cdot T \cdot \ln T - 0,001 \cdot T^2 + 1,91 \cdot 10^6 \cdot T^{-1} + T \cdot 1106$



1. $(Al_2O_3 \cdot 2SiO_2) \rightarrow 1/2 Al_2[Si_2Al_2O_{10}] + 3/2 SiO_2$;
2. $(Al_2O_3 \cdot 2SiO_2) \rightarrow 1/3 Al_4[Si_2Al_2O_{13}] + 4/3 SiO_2$;
3. $(Al_2O_3 \cdot 2SiO_2) + 1/5 Fe_2O_3 \rightarrow 2/5 Al_3 Fe[Si_2Al_2O_{13}] + 6/5 SiO_2$;
4. $(Al_2O_3 \cdot 2SiO_2) + 1/5 FeO + 1/5 Na_2O \rightarrow 2/5 Al_3 Fe Na[Si_2Al_2O_{13}] + 6/5 SiO_2$;
5. $(Al_2O_3 \cdot 2SiO_2) + 1/5 FeO + 1/5 K_2O \rightarrow 2/5 Al_3 Fe K[Si_2Al_2O_{13}] + 6/5 SiO_2$.

Рис. 2. Зависимость изобарно-изотермического потенциала муллитообразования от температуры

Проведенные расчеты показывают, что значения термодинамической вероятности образования муллита по реакциям 2–5 сопоставимы. В данном случае, согласно выполненным расчетам, достаточно сложно сказать какие из приведенных реакций более предпочтительны. В керамических системах, содержащих оксиды железа, по-видимому, реакции 2–5 могут протекать одновременно, образуя твердые растворы на основе муллита. Но поскольку образование соединений, наиболее благоприятных с точки зрения структуры и кинетических факторов выгодно и термодинамически, протекание реакций по уравнениям 3–5 более вероятно.

Из представленного материала можно сделать предположение, что в керамических массах, содержащих оксиды железа, с увеличением температуры обжига или изотермической выдержки упорядочение структуры муллита может происходить в твердых растворах на его основе. Уменьшение концентрации неравновесных дефектов в результате окисления Fe^{2+} до Fe^{3+} и уменьшения неравновесных вакансий кислорода, выход ионов железа из кристаллической решетки муллита, по-видимому, может приводить к совершенствованию муллита и образованию более термодинамически устойчивой структуры состава 3:2.

На основании исследований и выполненных расчетов можно сделать следующие выводы. Близость значений энергии Гиббса ΔG^0 в формировании структуры муллита, содержащего ионы железа, и муллита состава 3:2 свидетельствует о равнозначности происходящих процессов образования муллита, что термодинамически объясняет факт существования его твердых растворов. В керамических системах, содержащих оксиды железа, с увеличением температуры обжига или изотермической выдержки совершенствование структуры муллита может происходить в твердых растворах на его основе.

Таким образом, полученные данные позволяют научно обосновать и объяснить особенности процессов фазообразования в керамических массах, включающих железосодержащие материалы, заключающиеся в образовании более совершенной структуры выделяющегося муллита при температурах обжига 1150–1200 °С и использовать их при проектировании керамических масс высокотемпературного синтеза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Позняк, А.И. Получение плиток для внутренней облицовки стен на основе местного сырья [Текст] / А.И. Позняк, И.А. Левицкий, С.Е. Баранцева // Стекло и керамика. – 2012. – № 3. – С.3-7.
2. Гурьева, В.А. Строительная керамика на основе композиций техногенных отходов серпентинитового сырья и низкосортных глин [Текст] / В.А. Гурьева, В.В. Прокофьева // Строительные материалы. – 2012. – № 8. – С.20-21.
3. Довженко, И.Г. Лицевой кирпич светлых тонов с применением отхода черной металлургии [Текст] / И.Г. Довженко // Стекло и керамика. – 2011. – № 8. – С.11-13.
4. Ильина, В.П. Использование отходов обогащения щелочных сиенитов Елетьозерского месторождения для изготовления керамических плиток [Текст] / В.П. Ильина, Г.А. Лебедева // Стекло и керамика. – 2010. – № 7. – С.3-6.
5. Свидерский, В.А. Керамика на основе попутных продуктов

- горнодобычи и отходов глиноземистого производства [Текст] / В.А. Свидерский, С.В. Страшенко, Л.П. Черняк // Стекло и керамика. – 2007. – № 2. – С.17-20.
6. Столбушкин, А.Ю. Улучшение декоративных свойств строительных керамических материалов на основе техногенного и природного сырья [Текст] / А.Ю. Столбушкин // Строительные материалы. – 2013. – № 8. – С.24-29.
 7. Суворова, О.В. Керамические материалы на основе «хвостов» обогащения вермикуллитовых и апатит-нефелиновых руд [Текст] / О.В. Суворова, Д.В. Макаров, В.Е. Плетнева // Стекло и керамика. – 2007. – № 2. – С.17-20.
 8. Бабушкин, В.И. Термодинамика силикатов [Текст] / Под. ред. О.П. Мчедлов-Петросяна. – М.: Стройиздат, 1986. – 40 с.
 9. Гончаров, Ю.М. Исследование твердых растворов на основе муллита [Текст] / Ю.М. Гончаров, В.М. Шамшуров // Совершенствование химии и технологии строительных материалов: сб. науч. тр. / НИСИ и БТИСИ. – М., 1984. – С.255.
 10. Дудкин, Б.Н. Влияние примесей оксидов 3d- элементов на структуру и свойства муллита [Текст] / Б.Н. Дудкин, И.В. Клочкова, Б.А. Голдин // Высокотемпературная химия силикатов и оксидов: тез. докл. VII Международной конф., Санкт-Петербург, 18-21 марта 1998 г. / Санкт-Петербургский научный центр РАН ин-т хим. силикатов им. И. В. Гребенщикова. – 1998. – С. 193.
 11. Павлов, В.С. Формирование муллита при обжиге глин и связь его со свойствами изделий [Текст] / В.С. Павлов, В.С. Митрохин // Исследования по созданию и внедрению в производство высококачественных изделий для промышленного и массового жилищного строительства: тр./ НИИстройкерамика. – М., 1983. – С.30-53.
 12. Ландия, Н.А. Расчет высокотемпературных теплоемкостей твердых неорганических веществ по стандартной энтропии [Текст] / Н.А. Ландия. – Тбилиси: АН Груз. ССР, 1962. – 221 с.
 13. Бабкова, Н.М. Сборник задач по физической химии силикатов и тугоплавких соединений [Текст] / Н.М. Бабкова, М.Н. Силич, И.М. Терещенко. – Минск: Издание университетское, 1990. – 173 с.

Материал поступил в редакцию 27.03.14.

Y.G. Pauliukevich, S.K. Machuchka, V.K. Shaban

Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus

THERMODYNAMIC ANALYSIS OF THE MULLITE FORMATION IN IRON-CERAMIC MASS

The article presents the results of the thermodynamic analysis of the mullite formation in ceramic masses, including ferrous raw materials. Found that in the presence of ceramic compositions masses of iron oxide is formed more perfect structure evolved mullite at firing temperatures 1150–1200 °C, the improvement of the structure can occur in solid solutions based on it.

Keywords: mullite, thermodynamic analysis, heat capacity, iron oxide, Gibbs energy, isobaric-isothermal potential.

УДК 664.726.2

А.К. Садибаев¹, М.Д. Кенжеходжаев¹, Д.К. Самратов²¹Канд. техн. наук, доц. ²Магистрант

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

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТЫ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ РАБОЧЕГО ОРГАНА ВИБРОСЕПАРАТОРА С НЕЛИНЕЙНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ ВОССТАНОВЛИВАЮЩЕЙ СИЛЫ

Представлены результаты теоретических исследований по определению частоты свободных колебаний рабочего органа вибросепаратора, уравновешанного упругими связями с нелинейной характеристикой восстанавливающей силы. Определена зависимость частоты свободных колебаний от геометрических и динамических параметров колебательной системы.

Ключевые слова: вибросепаратор, рабочий орган, упругие связи, частота свободных колебаний, амплитуда колебаний.

При всем многообразии конструкции приводов вибрационных сепарирующих машин, задача уравновешивания колеблющейся динамической системы встречает трудности, связанные с условиями запуска машины. Уравновешивание колеблющейся динамической системы, т.е. рабочего органа вибросепаратора, совершающей поступательные колебания осуществляется упругими связями – пружинами растяжения. Расположение упругой связи относительно рабочего органа определяет характеристику восстанавливающей силы, влияет на силовую нагруженность кинематических пар механизма привода при запуске и установившемся движении привода [1, 2].

Рассмотрим механическую систему (рис. 1), совершающую прямолинейные вращательные колебания по оси x . Упругий элемент (пружина растяжения) закреплен шарнирно одним концом к рабочему органу в точке B_1 , а другим – стойке в точке B_2 , перпендикулярно к оси колебаний.

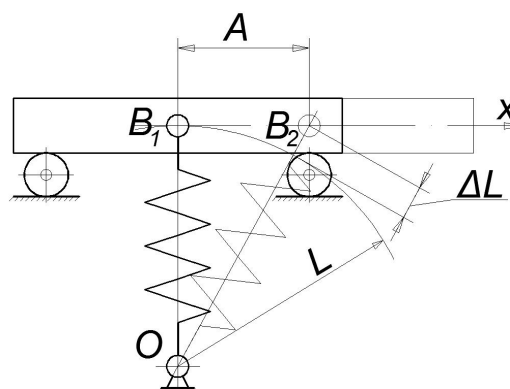


Рис. 1. Расчетная схема

Длина упругой связи при отклонении системы из состояния равновесия

$$L_1 = \sqrt{L^2 + x^2} \quad (1)$$

где: L_0 – длина упругой связи при равновесном положении рабочего органа; x – перемещение рабочего органа.

Пользуясь методом разложения биномиальных рядов, разложим правую часть уравнения (1) в степенной ряд

$$\sqrt{L^2 + x^2} = L\left(1 + \frac{x^2}{L^2}\right)^{1/2} = L\left(1 + \frac{x^2}{2L^2} + \frac{x^4}{4L^4} + \dots\right). \quad (2)$$

Из-за малости угла отклонения системы из состояния равновесия отбрасываем все члены, кроме первых двух.

Тогда уравнение (1) примет вид

$$L_1 = L + \frac{x^2}{2L}. \quad (3)$$

Если учесть, что $L_1 = L + \Delta L$, то абсолютная деформация упругой связи будет равна

$$\Delta L = \frac{x^2}{2L_0}. \quad (4)$$

В изучении динамики вибрационных машин практический интерес представляют задачи определения частоты свободных колебаний сепарирующего рабочего органа, что позволит установить область отстройки его от резонанса. Для этого воспользуемся уравнением Лагранжа второго рода [3], приняв за обобщенную координату оси x :

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}}\right) - \frac{\partial T}{\partial x} + \frac{\partial \Pi}{\partial x} = 0, \quad (5)$$

где: T – кинетическая энергия системы; Π – потенциальная энергия системы.

Кинетическая энергия системы

$$T = \frac{mx^2}{2}. \quad (6)$$

где m – масса колеблющихся частей системы.

Потенциальная энергия системы

$$\Pi = \frac{c\Delta L^2}{2}. \quad (7)$$

где c – жесткость упругих связей.

Определим частные производные:

от кинетической энергии системы

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}} \right) = m\ddot{x}, \quad \frac{\partial T}{\partial x} = 0; \quad (8)$$

от потенциальной энергии системы с учетом уравнения (3)

$$\frac{\partial \Pi}{\partial x} = \frac{cx^3}{L^2}. \quad (9)$$

Введем обозначение

$$\alpha = \frac{1}{L} \sqrt{\frac{c}{m}}. \quad (10)$$

Подставляя уравнения (8), (9) и (10) в уравнение (3) получим дифференциальное уравнение движения системы

$$\ddot{x} + \alpha^2 x^3 = 0. \quad (11)$$

Приняв за начало отсчета положение рабочего органа соответствующее $x = x_{\max} = A$ и $\dot{x} = 0$ перепишем уравнение (11)

$$\int_0^{\dot{x}} \dot{x} d\dot{x} = -\alpha^2 \int_{x_{\max}}^x x^3 dx. \quad (12)$$

После интегрирования получим обобщенную скорость

$$\dot{x} = \frac{dx}{dt} = -\sqrt{\frac{\alpha^2 (x_{\max}^4 - x^4)}{2}}. \quad (13)$$

Интегрируя уравнение (13) в пределах от $x = 0$ до $x = x_{\max}$, имея в виду при этом симметричность восстанавливающих сил в полупериодах колебаний, находим время четверти периода колебаний системы

$$t = \frac{T}{4} = \frac{\sqrt{2}}{\alpha} \int_0^{x_{\max}} \frac{dx}{\sqrt{x_{\max}^4 - x^4}}. \quad (14)$$

Решая эллиптический интеграл в уравнении (14) численным интегрированием по Симпсону, получим

$$\int_0^{x_{\max}} \frac{dx}{\sqrt{x_{\max}^4 - x^4}} = \frac{1,311}{x_{\max}}. \quad (15)$$

Окончательно, частота свободных колебаний системы с учетом уравнений (14) и (15)

$$k = \frac{2\pi}{T} = 0,8486 \frac{A}{L} \sqrt{\frac{c}{m}}. \quad (16)$$

Таким образом, уравнение (16) дает возможность определить жесткость упругих связей при известных значениях частоты колебаний и массы рабочего органа вибросепаратора, а также длины пружины при равновесном состоянии системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оспанов, А.Б. Дәнді дақылдарды сұрыптаушы сепаратордың тербелмелі массасын теңгеруші кондырғы [Мәтін] / А.Б. Оспанов, А.К. Садыбаев, М.Д. Кенжеходжаев // Жаршы. – 1997. – №6. – Б. 97-104.
2. Лебедев, П.А. Уравновешивание сил инерции силами упругости [Текст] / П.А. Лебедев, Е.А. Тихонов, И.И. Вульфсон, Р.С. Хрусталева / В кн.: Уравновешивание роторов и механизмов / Под. ред. В.А. Щепетильникова. – М.: Машиностроение, 1978. – 243 с.
3. Борискин, М.А. Сепарирующие машины зерноперерабатывающих предприятий [Текст] / М.А. Борискин, В.В. Гортинский, А.Б. Демский. – М.: Машиностроение, 1979. – 109 с.

Материал редакцияға 31.03.14 түсті.

A.K. Sadibaev, M.D. Kenzhehodzhaev, D.K. Samratov

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

DETERMINING THE FREQUENCY OF FREE OSCILLATIONS OF WORKING BODIES VIBROSEPARATOR-NONLINEAR RESTORING FORCE

The results of theoretical study on definition of free vibration frequency of the working body vibroseparator equilibrated elastic links with non-linear characteristic of the restoring force are presented. The dependence of the frequency of free oscillations of the geometric and dynamic parameters of the oscillating system is determined.

Keywords: vibroseparator, working body, the elastic connection, free vibration frequency, amplitude of oscillation.

УДК 675.043(088.8)

Г.А. Сейтбекова¹, Н.А. Омарова², А.А. Кадирбекова³

¹Канд. техн. наук, доц. ²Магистрант ³Канд. техн. наук, доц.
^{1,2}Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати, г. Тараз
³Южно Казахстанский государственный университет имени М. Ауезова,
г. Шымкент

ИЗУЧЕНИЕ СТРОЕНИЯ ГЕТЕРОПОЛИЯДЕРНОГО ЖЕЛЕЗОХРОМОВОГО КОМПЛЕКСА МЕТОДАМИ ТЕРМИЧЕСКОГО И РЕНТГЕНОФАЗОВОГО АНАЛИЗОВ

Изучены дериватограммы железохромовых комплексов $\text{Fe}(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14,5 \text{H}_2\text{O}$. В результате исследования установлено, что в процессе гетерополиядерных комплексов важную роль играют гидроксильные группы.

Ключевые слова: гетерополиядерные комплексы, железохромовый комплекс, термический анализ, рентгенофазовый анализ

Основным направлением развития мирового промышленного производства является обеспечение принципа мало- и безотходного производства с применением в технологии экологически безвредных веществ.

В кожевенном производстве основными дубящими веществами являются соединения хрома (III), которые обладают токсичными свойствами.

Повышенная заболеваемость раком дыхательных путей среди рабочих, соприкасающихся с соединениями хрома, связывается со специфическими действиями последних.

В настоящее время деятельность кожевенно-меховых производств, в сточных водах которых содержание соединений хрома значительно (2,5 мг/л) и превышает ПДК в 5 раз, приводит к загрязнению окружающей среды – природные водоемы, почву, подземные воды и др. В результате водоемы и почвы не могут быть использованы для сельскохозяйственных целей, а подземная вода – для питьевых нужд.

Одним из путей решения экологических проблем кожевенно-мехового производства является замена широко используемых токсичных хромовых дубителей на альтернативные экологически безвредные дубящие вещества.

Известно, что дубящими свойствами также обладают соединения титана, алюминия, железа (III) и др.

Индивидуальные соединения вышеперечисленных элементов, кроме хрома (III), до настоящего времени не нашли широкого применения в качестве дубителей ввиду нестабильности соединений в условиях дубления, обратимости дубящего действия, экономической нецелесообразности. Поэтому изучение гетерополиядерного комплексообразования, выделения гетерополиядерных комплексов в твердом виде, изучение их строения важно как для теории, так и для практики комплексного минерального дубления.

По результатам ранее проведенных работ [1] были синтезированы гетерополиядерные железохромовые комплексы. В настоящей работе изучены строения полученных железохромовых комплексов методами термического и рентгенофазового анализов.

Дериватограммы сульфата железа, сульфата хрома и гетерополиядерного комплекса приведены на рисунках 1, 2 и 3.

Приступая к анализу дериватограмм, следует отметить, что общим для всех исследуемых соединений является наличие трех групп эндотермических эффектов на кривых ДТА и ДТГ. Однако в зависимости от способа получения в соединениях наблюдается разница в температурных интервалах. Так, удалению кристаллизационной воды в сульфате железа $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$ (рис. 1) соответствует интервал температур от 60°C до 240°C характеризующийся ярко выраженными пиками. Обезвоживание заканчивается при температуре 280°C , сульфат железа (III) переходит далее в безводную соль. Эндозффект, соответствующий температуре 640°C , принадлежит удалению SO_3 – групп; выше 900°C появляется экзозффект с потерей массы [1-3].

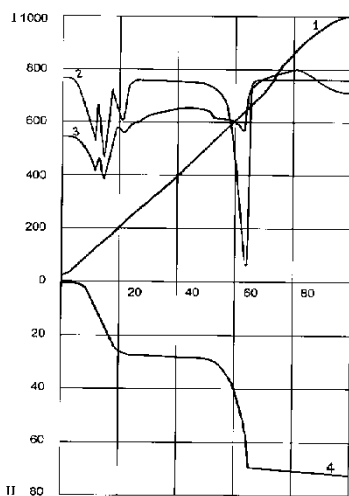


Рис. 1. Дериватограмма сульфата железа

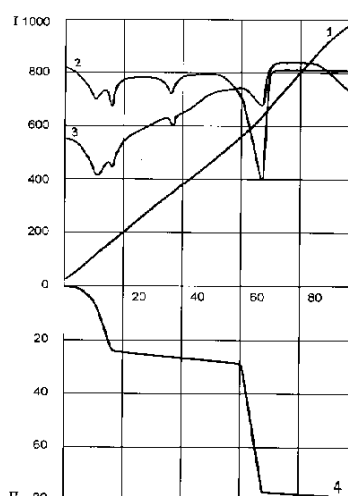


Рис. 2. Дериватограмма сульфата хрома

Для сульфата хрома (рис. 2) первая группа эндозффектов на кривой ДТА и ДТГ характеризует удаление кристаллогидратной воды в интервале температур от 50°C до 190°C . Вторая группа эндозффектов соответствует удалению мостиковых гидроксильных групп в интервале температур от 260°C до 390°C . Третья группа эндозффектов наблюдается при температуре от 520°C до 700°C и характеризует отщепление SO_3 – групп с образованием оксидов металлов.

На термограммах железохромового комплекса $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14,5 \text{H}_2\text{O}$ (рис. 3) наблюдается два эфффекта, обусловленные процессом дегидратации. Первой стадии дегидратации соответствуют на кривой ДТА четко выраженные эндотермические эфффекты в интервале температур от 80°C до 200°C с тремя максимумами при 90°C , 110°C , 150°C , где происходит ступенчатое удаление кристаллогидратной воды. Расчет потери массы по кривой ТГ показал, что эндозффект с максимумом при 90°C сопровождается потерей двух молекул кристаллизационной воды. Эндозффект с максимумом при 110°C сопровождается потерей трех молекул воды, а эндозффект с максимумом при 150°C сопровождается еще семью молекулами воды.

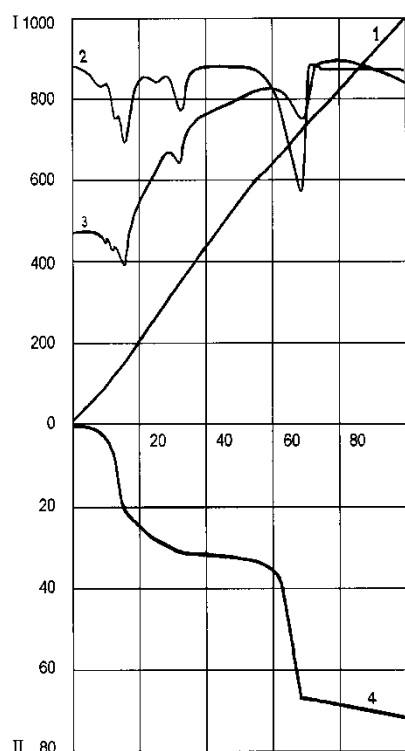
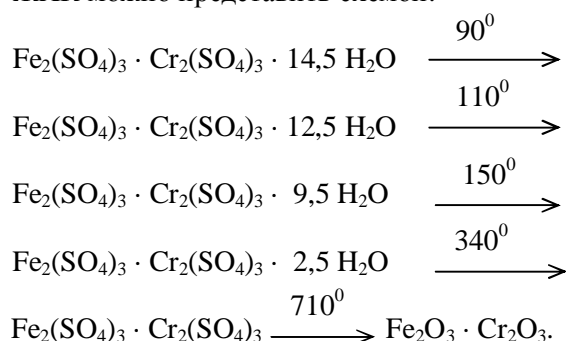


Рис. 3. Дериватограмма
железохромового комплекса

Второй эндотермический эффект в интервале температур от 200 °С до 400 °С с максимумом при 340 °С соответствует потере железохромовым комплексом 2,5 молекул воды.

Потере оксида серы соответствует на кривой ДТА эндотермический эффект в интервале температур от 600 °С до 750 °С с максимумом при 710 °С. Общая потеря от массы навески составляет 72%. Конечными продуктами термического разложения гетерополиядерного комплекса являются оксиды железа и хрома.

Исходя из вышесказанного термолиз ЖХК можно представить схемой:



Таким образом, термическое разложение гетерополиядерного железохромового комплекса показало, что удаление воды происходит при более высоких температурах, что означает упрочнение связи гидроксильных групп с атомами металлов. К тому же удаление воды имеет более многоступенчатый характер, что указывает на повышение количества μ -гидроксильных и оксогрупп в структуре гетерополиядерного комплекса.

Гетерополиядерный железохромовый комплекс идентифицирован и рентгенофазовым анализом. Рентгенометрические данные исходного сульфата железа и гетерополиядерного комплекса представлены в таблице 1. Исходный сульфат хрома – рентгеноаморфен.

Синтезированный гетерополиядерный комплекс характеризуется новым набором межплоскостных расстояний и имеет следующие d и J/J_0 : 8,59 (36); 5,47 (60); 4,72 (23); 4,61 (70); 4,52 (24); 3,66 (22); 3,378 (100); 3,105 (32); 2,76 (53); 2,536 (33).

Данные таблиц показывают, что рентгенограммы железохромового комплекса отличаются от рентгенограмм исходного сульфата железа, что свидетельствует об индивидуальности гетерополиядерного комплекса.

Таким образом, дифференциальный термический, термогравиметрический и рентгенофазовый анализы подтвердили индивидуальность полученного гетерополиядерного железохромового комплекса, в котором роль мостиков между атомами металлов играют гидроксильные группы.

Таблица 1

Набор межплоскостных расстояний d , интенсивности J/J_0 для соединений системы $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 - \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 - \text{H}_2\text{O}$

№ п.п.	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$		$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14,5 \text{H}_2\text{O}$	
	$J/J_0, \%$	$d, \text{Å}^0$	$J/J_0, \%$	$d, \text{Å}^0$
1	11	10,155	5	13,8
2	100	9,30	36	8,59
3	30	7,688	60	5,47
4	8	7,166	23	4,72
5	14	5,55	70	4,61
6	13	5,21	24	4,52
7	17	4,896	19	4,38
8	56	4,766	19	4,12
9	27	4,613	22	3,66
10	16	4,392	19	3,56
11	15	4,320	100	3,378
12	23	4,226	15	3,153
13	25	4,160	32	3,105
14	44	4,073	14	3,027
15	41	3,930	14	2,95
16	24	3,830	53	2,76
17	55	3,558	33	2,536
18	28	3,490	9	2,365
19	46	3,328	21	2,30
20	55	3,299	9	2,06
21	32	3,206	14	1,973
22	48	3,114	10	1,94
23	21	3,045	18	1,859
24	26	3,025	11	1,819
25	34	2,772	10	1,78

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сейтбекова, Г.А. Растворимость в системе $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 - \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 - \text{H}_2\text{O}$ при 25°C [Текст] / Г.А. Сейтбекова, У.К. Мадиева, М.С. Сахиев [и др.] // Механика и моделирование процессов технологии. – 1995. – №2. – С. 186-188.
2. Майская, Т.З. О некоторых оксосульфатах циркония [Текст] / Т.З. Майская, Л.Г. Нехамкин, Е.М. Зайцев // Журнал неорганической химии. – 1974. – №4. – С. 951-955.
3. Yasunoga Tatsuya, Harada Shoji. 1969. Temperature – jump studies of the kinetics of the formation of the monochloro and monobromo complexes of iron (III). In *Bull Chem. Soc. Japan*, 1969, vol. 42, No. 8, pp. 2165 -2169.

Материал поступил в редакцию 25.02.14.

G.A. Seitbekova, N.A. Omarova, A.A. Kadirbaeva

*Taraz State University named after M. Kh. Dulati, Taraz
South Kazakhstan State University named after M. Auezov, Shimkent*

STUDY OF CONSTRUCTION OF HETEROPOLYNUCLEAR IRON-
CHROMIUM COMPLEXES BY METHODS OF THERMAL AND
X-RAY PHASE ANALYSIS

The derivatograms of iron-chromium complexes $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 - \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 - 14,5 \text{ H}_2\text{O}$, have been investigated. It has been stated that the main role in the formation of heteropolynuclear complexes belongs to the hydroxyl groups.

Keywords: heteropolynuclear complexes, iron-chrome complex, thermal analysis, X-ray analysis.

ӘОЖ 372.851

Л.Р. Сейтбекова¹, Е.Н. Баяндиев²

¹Ф.-м. ғылымдарының канд., доцент, ²Математика магистрі, оқытушы

¹Тараз мемлекеттік педагогикалық институты, Тараз қаласы

²М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қаласы

ОПЕРАТОРЛЫ КОЭФФИЦИЕНТТІ ЖАРТЫЛАЙ ШЕНЕЛМЕГЕН
ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ОПЕРАТОРДЫҢ РЕЗОЛЬВЕНТАСЫНЫҢ
ҚАСИЕТТЕРІ

Оператор термині математиканың әр түрлі бөлімдерінде кездеседі, оның нақты мағынасы берілген бөлімге байланысты. Ереже бойынша, оператор ұғымы ретінде кейбір ерекше (математиканың берілген бөлімі үшін) сәйкестікті, бейнелеуді, мысалы, функционалдық талдауда оператор ұғымы ретінде бейнелеу, белгілі бір сәйкестік орнатуды білдіреді. Бұл жұмыста операторлы коэффициентті жартылай шенелмеген оператордың резольвентасының қасиеттері қарастырылды.

Кілт сөздер: Гильберт кеңістігі, жартылай шенелмеген дифференциалдық оператор, оператордың резольвентасы, Гильберт-Шмидт операторы.

Бұл мақалада $H_1 = H_1(R, H)$ кеңістігінде анықталған $Lu = -u'' + k(y)Au + ia(y)A^\alpha u + c(y)u$ операторының резольвентасының δ_ρ класына тиістілігі туралы сұрақтар қарастырылады, мұндағы $A - H$ Гильберт кеңістігіндегі оң анықталған толық дерлік үзіліссіз болатын кері оператор; егер $k(0) = 0$, $yk(y) > 0$ болған жағдайда $y \neq 0$, $\alpha \in \left(\frac{1}{2}, 1\right)$ орындалса, онда $k(y) - R = (-\infty, \infty)$ -дегі бөлікті үзіліссіз және шенелген функция, δ_ρ арқылы

$$\|A\|_{\delta_\rho}^p = \sum_{n=1}^{\infty} S_n^p(A) < \infty$$

болатын толық дерлік үзіліссіз операторлардың жиынын белгілейміз, мұндағы $S_n(A) - \sqrt{A^*A}$ операторының меншікті саны. Әр уақытта $S_n \rightarrow 0$ орындалатындығы мәлім.

p көрсеткіші A операторының шекті өлшемді операторының ауытқу дәрежесін сипаттайды. Неғұрлым p кіші болса, соғұрлым S_n нольге ұмтылады және оператор шекті өлшемдіден жақсы аппроксимацияланады.

Дербес жағдайда, бұл жерде резольвенталары Гильберт-Шмидт операторлары болатын операторлар класы көрсетілген.

Айталық, L операторының $a(y), c(y)$ коэффициенттері келесі шарттарды қанағаттандырсын:

$i) |a(y)| \geq \delta_0 > 0$ және $c(y) \geq \delta > 0$ – R -дің әр нүктесінде үзіліссіз функциялар;

$$ii) \sup_{|x-t| \leq 1} \frac{a(y)}{a(t)} \leq c_0 < \infty, \quad \sup_{|y-t| \leq 1} \frac{c(y)}{c(t)} \leq c_1 < \infty;$$

$$ii) 0 < \delta_1 \leq \frac{a^2(y)}{a(t)} \text{ егер } y \in R.$$

Онда келесі теоремалар орындалады.

Теорема 1 Айталық $i) - iii)$ шарттары орындалсын. Егер $p > 1$ және

$$\sum_{j=1}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} Q^{\frac{-p+1}{2}}(j, y) dy < \infty \quad (1)$$

орындалса, онда L операторының резольвентасы δ_p класына тиісті болады,

$$\text{мұндағы } Q(t, y) = |a(y)it^\alpha + c(y)|^2$$

Теорема 1 Айталық, $i) - iii)$ шарттары орындалсын және барлық $0 \leq l < 1$ үшін

$$\sum_{n=1}^{\infty} n^l \lambda_n^{-1} < \infty \quad (2)$$

орындалсын. Мұндағы $\lambda_n - A$ операторының меншікті сандары. егер $a^{-1}(y) \in L_1(R)$ орындалса, онда L операторының резольвентасы Гильберт-Шмидт операторы болады.

Көмекші тұжырымдар мен бағалаулар

$L_2(R)$ - де $l_t u = -u'' + (tk(y) + it^\alpha a(y) + c(y))u$ операторын қарастырайық, $\delta_0 < t < \infty$. 1 теоремаларынан белгілі, $i) - iii)$ шарттары орындалғанда l_t операторының резольвентасы бар болады және барлық $u \in D(l_t)$ үшін келесі бағалау орындалады:

$$\|u'\|_2^2 + \|it^\alpha a(y)u\|_2^2 + \|c(y)u\|_2^2 \leq c(\|l_t u\|_2^2 + \|u\|_2^2) \quad (3)$$

мұндағы $c > 0$ - u мен t -ға тәуелді емес.

Айталық, A -толық дерлік үзіліссіз оператор болсын. $(A^*A)^{\frac{1}{2}}$ операторының меншікті сандары A операторының S - сандары деп аталатындығы бізге белгілі. Нөлдік емес S - сандары $S_j(A) = \lambda_j \left((A^*A)^{\frac{1}{2}} \right)$, $j = 1, 2, \dots$ болатындай еселіктерін ескеріп, кему ретімен белгілейміз.

S_j саны үлкен болатындай $\lambda > 0$, $N(\lambda) = \sum_{S_j > \lambda} 1$ функциясын енгізіп,

$M = \{u \in L_2(R) : \|l_t u\|_2^2 + \|u\|_2^2 \leq 1\}$ жиыны деп алайық.

d_k арқылы $L_2(R)$ - де M жиынының Колмогоров бойынша k - кимасын белгілейміз.

Анықтама бойынша

$$d_k = \inf_{\{y_k\}} \sup_{u \in M} \inf_{v \in y_k} \|u - v\|_2$$

мұндағы \infimum өлшемі k болатын барлық y_k ішкі кеңістіктері бойынша алынады.

Лемма 1. Айталық, 1 теоремасының шарттары орындалсын. Онда келесі бағалау орындалады

$$d_k \leq c^2 \tilde{d}_k$$

мұндағы \tilde{d}_k - $\tilde{M} = \{u \in L_2(R) : \|u'\|_2^2 + \|c(y)u\|_2^2 + \|t^\alpha a(y)u\|_2^2 \leq 1\}$ жиынының k - кимасы.

Лемма 2. Айталық, 1 теоремасының шарттары орындалсын. Онда келесі бағалау орындалады: $N(\lambda) \leq \tilde{N}(c^{-2}\lambda)$, мұндағы $N(\lambda) = \sum_{d_j > \lambda} 1$, $\lambda > 0$

үлкен болатын d_k қималардың саны, $\tilde{N}(\lambda) = \sum_{\tilde{d}_j > \lambda} 1$, $\lambda > 0$ үлкен болатын

\tilde{d}_k қималардың саны.

Лемма 3 Айталық, 2 леммасының шарттары орындалсын. Онда келесі бағалау орындалады:

$$\tilde{N}(\lambda) \leq c\lambda^{-1} \text{mes} \left(y \in R : Q^{\frac{1}{2}}(t, y) \leq c\lambda^{-1} \right),$$

мұндағы $c - Q(t, y)$ -ға тәуелді емес тұрақты сан.

Мысал 1. $Lu = -u''(y) + k(y)Bu + ia(y)B^2u + c(y)u$
мұндағы $B = A^2$

$$A = -U_{xx}$$

$$U(-\lambda) = U[\lambda]$$

$$U_x(-\lambda) = U_x(\lambda)$$

$$u^{(IV)} = \lambda u$$

$$u = e^{kx}, k^4 = \lambda, k^4 - \lambda = 0, \lambda > 0$$

$$u = C_1 e^{\sqrt[4]{\lambda}x} + C_2 e^{-\sqrt[4]{\lambda}x} + C_3 \sin \sqrt[4]{\lambda}x + C_4 \cos \sqrt[4]{\lambda}x.$$

$$\sin \sqrt[4]{\lambda}\pi = 0$$

$$\sqrt[4]{\lambda} = n\pi$$

$$\lambda = n^4, n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} n^l \cdot \frac{1}{n^4} < \infty$$

$$a(y) = e^y,$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{e^{|y|}} dy = \int_{-\infty}^0 \frac{dy}{e^{|y|}} + \int_0^{\infty} e^{-y} dy = e^y \Big|_{-\infty}^0 - e^{-y} \Big|_0^{\infty} =$$

$$= 1 - e^{-\infty} - e^{-\infty} + 1 = 2 - 2e^{-\infty} = 2$$

$$c(y) = |y^2| + 1$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{dy}{|y^2| + 1} = \int_{-\infty}^0 \frac{dy}{y^2 + 1} + \int_0^{\infty} \frac{dy}{y^2 + 1} = \left| \int \frac{dy}{y^2 + a^2} = \frac{1}{a} \operatorname{arctg} \frac{y}{a} + c \right| =$$

$$= \operatorname{arctg} y \Big|_{-\infty}^0 + \operatorname{arctg} y \Big|_0^{+\infty} = \operatorname{arctg} 0 - \operatorname{arctg}(-\infty) + \operatorname{arctg}(+\infty) - \operatorname{arctg} 0 =$$

$$= \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2} = \pi.$$

Яғни $B = A^2$ операторы, L операторының резольвентасы Гильберт-Шмидт операторы болады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Муратбеков, М.Б. Разделимость оператора смешанного типа и полнота его системы корневых векторов [Текст] / М.Б. Муратбеков // Дифференциальные уравнения. – 1991. – Т.27. – №16. – С. 2127-2137.
2. Калменов, Т.Ш. Спектральные свойства оператора смешанного типа [Текст] / Т.Ш. Калменов, М.Б. Муратбеков. – Шымкент, 1997. – 80 с.
3. Сейтбекова, Л.Р. О разделимости оператора смешанного типа с операторным коэффициентом [Текст] / Л.Р. Сейтбекова // Вестник КазГУ, серия математика, механика, информатика. – 2000. – №3(22). – С. 73-80.

Материал редакцияға 31.03.14 түсті.

L.R. Seytbekova¹, E.N. Bayandiyev²¹Taraz State Pedagogical Institute, Taraz²Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz**REZOLVENTA PROPERTIES TO THE SEX OF THE UNLIMITED DIFFERENTIAL OPERATOR WITH OPERATOR COEFFICIENTS**

The term the operator meets in different sections of mathematics, its exact value depends on the section. As a rule, as operators understand any special (for this area of mathematics) displays, for example in the functional analysis understand the display putting in compliance to function other function as operators. In this work properties резольвенты to a sex of the unlimited differential operator with operator coefficients are considered.

Keywords: Gilbert's space, to a floor unlimited differential operator, резольвента operator, Gilbert-Shmidt's operator.

ӘОЖ 661.8.622

Н.Н. Тлесбаев¹, Ә.Ә. Шолақ²¹Магистрант, ²Техн. ғылымд. канд., проф.

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

ФОСФОГИПСТІ АММОНИЙ ТҰЗЫ ЕРІТІНДІЛЕРІМЕН ЫДЫРАТУ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ

Фосфогипсті аммоний карбонаты ерітіндісімен ыдырату процесі зерттелді. Карбонизация дәрежесіне әр түрлі факторлардың, соның ішінде температураның, концентрацияның және араластыру уақытының әсері зерттеліп, оптималды технологиялық параметрлері анықталды.

Кілт сөздер: фосфогипс, аммоний карбонаты, карбонизация дәрежесі, ыдырату.

Қазақстанның экономикалық және әлеуметтік дамуының негізгі бағыттарының жобасына сәйкес, ғылымның маңызды мәселесі минералды шикізаттың қолдануының жоғарылауына бағытталған жаңа технологияларды жасап шығару болып табылады. Соңғы жылдары өнеркәсіп өндірістеріндегі келеңсіз экологиялық жағдайлардың қарқынды өсуіне байланысты өндіріс қалдықтарын игеріп, оларды екінші реттік шикізат ретінде пайдалану жоспарланып отыр [1].

Минералдық тыңайтқыштар өндірістері көп мөлшерде әртүрлі зиянды өндіріс қалдықтарын шығаратын салаға жатады. Фосфат шикізатын сары фосфор алу үшін электротермиялық, экстракциялық фосфор қышқылын және фосфор минералдық тыңайтқыштарын химиялық әдістермен өндегенде руданың фосфор ұнтағы, коттрельдік шаң, фосфатты шлам және фосфогипс тәрізді қатты қалдықтар түзіледі. Бұл қалдықтардың құрамында әртүрлі зиянды компонентер болады және экологияға үлкен зиянын тигізеді.

Олардың экологиялық қауіпсіздігі химия–минералогиялық құрамымен және физикалық–химиялық қасиеттерімен анықталады.

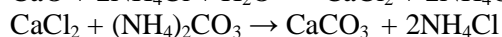
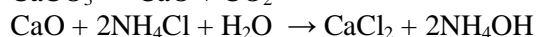
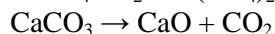
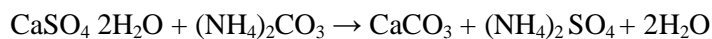
Жамбыл минералдық тыңайтқыштар зауытының экстракциялық фосфор қышқылын өндіретін цехында көп мөлшерде өндіріс қалдығы–фосфогипс түзіледі, олар арнайы бөлінген аймақта сақталуда. Атмосфералық жауын-шашынның әсерінен фосфогипстегі сульфатың, фосфордың, фтордың табы басқа элементтердің қосылыстары еріп жер қабатына сіңіп жер асты суларын ластайды. Судың фосфор, фтор тағы басқа элементтердің қосылыстарымен ластануы адамның денсаулығына, жан–жануарларға үлкен қауіп туғызады. Сонымен қатар майда дисперсиялық күйде болғандықтан ауа бассейнін ластаудың негізгі көзі болып табылады және еліміздің оңтүстік өңіріндегі экологиялық жағдайды күннен-күнге нашарлатуда.

Экономикалық тұрғыдан фосфогипті өңдеп басқа өнім алудың, құрылыс материалы ретінде пайдаланудың маңызы өте зор. Мысалы, минералдық тыңайтқыштар зауытының 2 млн. тонна фосфогипс қалдығының құрамында орта есеппен 500 мың тонна P_2O_5 бар, осы мөлшерден 1 млн. тонна минералдық тыңайтқыш алуға болады. Фосфогипстің 80% кальций сульфатының дигиратынан тұрады, $(CaSO_4) \cdot 2H_2O$ мұны цемент өндірісінде жоғарғы сапалы цемент, құрылыстық гипс алуда қолдануға болады. Сонымен қатар фосфориттің құрамындағы сирек металдың концентрациясы 1% жақын [2].

Келтірілген мәліметтерге сүйене отырып минералдық тыңайтқыш зауытының қатты қалдығы фосфогипсті аммоний карбонаты ерітіндісімен ыдырату процесін зерттеу қарастырылды. Фосфогипс үймесінің оңтүстік, солтүстік, батыс және шығыс жақтарынан төрт түрлі үлгі зерттеуге алынды.

Ғылыми-зерттеу жұмысында өндіріс қалдығы фосфогипсті өндегенде құрамындағы пайдалы компоненттердің максималды түрде бөлу арқылы дайын өнімдер алу жоспарланды.

Фосфогипсті кешенді өндеудің технологиялық желісі төмендегі реакцияларға негізделді:



5 г фосфогипсті өлшеп алады, өлшеу нәтижесін төртінші ондық белгісіндегі дәлдікке дейін жазып отырады. Өлшендіні сыйымдылығы 250 cm^3 болатын химиялық стаканға ауыстырады және концентрациясы 1,8 – 2,8 моль/ dm^3 аммоний карбонатының ертіндісін қосады, стакандағы сұйықтықты шыны таяқшамен араластыра отырып, 30 минут уақыт бойына жайлап қыздырады.

Уақыт өткеннен кейін стакандағы сұйықтықты суытады. Пайда болған тұнбаны тығыз «көк ленталы» күлсіздендірілген фильтр қағазы арқылы сүзеді. Тұнбасы бар фильтрді алдын-ала қыздырылған және өлшенген фарфорлы тигельге ауыстырады, содан электрлі плитқада кептіреді. Ауаның толық жанасуында күлдендіреді және 300 $^{\circ}C$ температурасында 30 минут уақыт бойына камералы электр пешінде қыздырады. Эксикаторда суытады және өлшейді. Өлшеу нәтижесін төртінші ондық белгісіндегі дәлдікке дейін жазып отырады [3].

Нәтижелерді өңдеу:

Карбонизациялау дәрежесін (λ) төмендегі формула бойынша есептейді:

$$\lambda = \frac{m(\text{CaCO}_3)}{m(\text{CaSO}_4)} \cdot 100$$

мұндағы: $m(\text{CaCO}_3)$ – тұнба массасы, г; $m(\text{CaSO}_4)$ – талданатын өнімнің өлшендісі, г.

Зерттеу жұмысы температураны тұрақты ұстап отыру үшін термостатта жүргізілді. Аммоний карбонатының концентрациясы 1,8 ден 2,8 моль/дм³, температура 30 – 70⁰С, конверсия уақыты 30 -45 минут аралығында зерттелді. Зерттеу нәтижелері 1-кестеде келтірілген.

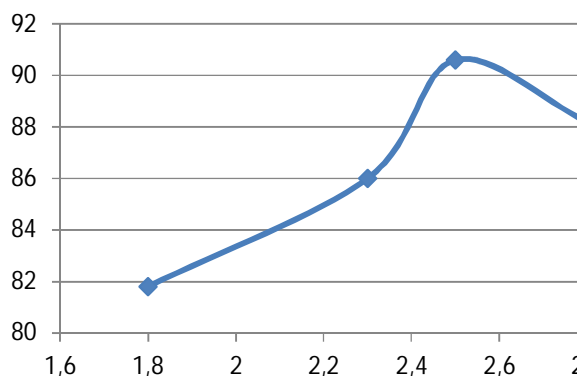
Кесте 1

Фосфогипсті аммоний карбонатымен өңдеу нәтижелері
бойынша жалпы қорытынды

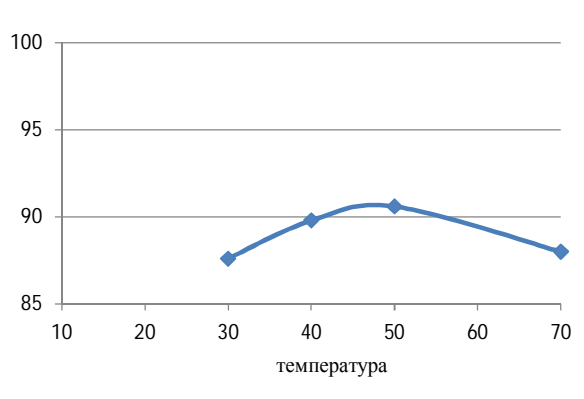
Тәжірибе №	t ⁰ ,С	Уақыт мин	(NH ₄) ₂ CO ₃ моль/дм ³	CaCO ₃ , г	Карбонизация дәрежесі,%
1	30	30	1,8	3,99	79,8
2	40	35	1,8	4,05	81
3	50	40	1,8	4,09	81,8
4	70	45	1,8	4,01	80,2
5	30	30	2,3	4,2	84
6	40	35	2,3	4,29	85,8
7	50	40	2,3	4,3	86
8	70	45	2,3	4,21	84,2
9	30	30	2,5	4,38	87,6
10	40	35	2,5	4,49	89,8
11	50	40	2,5	4,53	90,6
12	70	45	2,5	4,4	88
13	30	30	2,8	4,31	86,2
14	40	35	2,8	4,37	87,2
15	50	40	2,8	4,41	88,2
16	70	45	2,8	4,32	84,6

1-суретте карбонизация процесінің аммоний карбонатының концентрациясына тәуелділігі келтірілген. Графиктен аммоний карбонатының концентрациясы артқан сайын карбонизациялау дәрежесінің артатынын көруге болады. Фосфогипсті аммоний карбонатымен карбонизациялау дәрежесі 90% кем емес. 2-суретте карбонизация процесіне температураның әсері көрсетілген. Графиктен 50⁰С температураға дейін карбонизация дәрежесі артады, одан кейін карбонизация дәрежесі төмендейді. 60⁰С температурадан жоғары температурада карбонизациялау дәрежесінің төмендеуін аммоний карбонатының ыдырап NH₃ және CO₂ бөлініп шығуымен түсіндіруге болады.

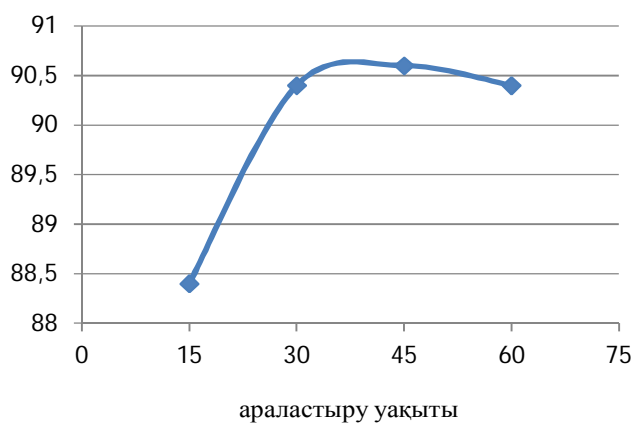
3-суретте карбонизациялау процесіне араластыру уақытының әсері көрсетілген. Карбонизация процесінің 35-45 минут уақыт аралығында аяқталатыны белгілі болды, одан ары қарай карбонизация процесі көп өзгерге қоймайды.



Сурет 1. Аммоний карбонаты концентрациясының карбонизация дәрежесіне әсері



Сурет 2. Карбонизация процесіне температураның әсері



Сурет 3. Карбонизация процесіне араластыру уақытының әсері

Алынған нәтижелер негізінде фосфогипсті аммоний карбонаты ерітіндісімен ыдырату процесінің оптималдық технологиялық тәртібін ұсынуға болады: фосфогипсті аммоний карбонатымен карбонизациялау дәрежесі 90 % кем емес, карбонизациялау температурасы 50-60 °С, концентрациясы 2,5 моль/дм³, араластыру уақыты 30-45 минут аралығы.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Садиева, Х.Р. Фосфогипстің құрамынан сирек кездесетін металдарды анықтау [Мәтін] / Х.Р. Садиева, Г.А. Сейтбекова, А. Нұрлыбаева // Ізденіс, Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігінің ғылыми журналы. – Алматы. – 2011. – №2(1).
2. Жылысбаев, К.Ш. О проблемах хранения отходов химической промышленности г. Тараз [Мәтін] / К.Ш. Жылысбаев, М.С. Сахы, Г.К. Сугурбекова // Вестн. ТарГУ. Сер.: экология. – Тараз. – 2009.
3. Тихомиров, Н.П. Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками [Текст] / Н.П. Тихомиров, И.М. Потравный, Т.М. Тихомирова. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003.

N.N. Tlesbayev, A.A. Sholak

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

STUDY OF THE EXPANSION PROCESS OF PHOSPHOGYPSUM WITH AMMONIUM SALTS

Investigation of the process of decomposition of phosphogypsum with ammonium carbonate. The effect of various faktorov including temperature, concentration and mixing time on the carbonation.

Keywords: Phosphogypsum ammonium carbonate expansion the carbonation.

УДК 624.131.23; 624.131.37

Б.Б. Унайбаев¹, Б.Ж. Унайбаев², К.А. Ермолаева³

*¹Канд. техн. наук, доц. ²Д-р техн. наук, проф. ³Студент
Екибастузкий инженерно-технический институт, г. Экибастуз, РК*

**МЕТОДОЛОГИЯ ЗАСТРОЙКИ ОБШИРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ
КАЗАХСТАНА СЛОЖЕННЫХ ЗАСОЛЕННЫМИ ГРУНТАМИ**

При освоении территорий, сложенных засоленными грунтами, возникает ряд проблем, таких как разработка методики и техники изысканий на различных стадиях проектирования, достоверность прогнозирования просадочной и суффозионной сжимаемости грунтов в основании, оценка влияния хозяйственной деятельности на масштабы проявления суффозионных и деформационных процессов, определение необходимости назначения противосуффозионных мероприятий, их объемов и др. В статье изложены инновационные пути решения обозначенных проблем.

Ключевые слова: классификация, засоленный грунт, инновации, структурная и суффозионная неустойчивость, основание, затраты, строительство.

Треть площадей в Казахстане, согласно общепринятой классификации засоленных грунтов по содержанию легко- и среднерастворимых солей

сложена засоленными грунтами. Если к категории засоленных грунтов дополнительно отнести обширные территории сложенные лессовыми просадочными грунтами, содержащими труднорастворимые карбонаты, то практически вся территория Казахстана окажется сложенной засоленными грунтами [1].

Развитие экономики Казахстана тесно связано с массовой застройкой этих территорий. Масштабная застройка сопровождается неизбежным подтоплением. В условиях подтопления и длительного фильтрационного воздействия свойства засоленных грунтов в основании зданий и сооружений подвержены изменениям, характеризуются структурной и суффозионной неустойчивостью, повышенной коррозионной активностью и прочими недостаточно изученными проявлениями. Основание сложенное грунтами содержащими как легко-, средне-, так и труднорастворимые соли в условиях длительного подтопления и фильтрационного воздействия техногенными водами характеризуется дополнительным развитием деформаций, снижением несущей способности и повышенной коррозионной активностью к конструкциям нулевого цикла [1].

Засоленный грунт – продукт естественной деятельности природы с трудноконтролируемыми и плохопрогнозируемыми изменениями физико-механических и химических свойств. Изменения эти тесно связаны с влиянием естественных и техногенных факторов на химическую компоненту (солесодержание) грунтов и могут проявиться как в процессе строительства, так и при эксплуатации зданий и сооружений. Однако здание, возведенное на засоленном грунте, должно оставаться постоянно неизменным, потому как даже незначительное развитие неравномерной осадки влечет за собой появление дополнительных усилий в надземных конструкциях, и при достижении определенных величин может привести к разрушению объекта. Следовательно, процесс возведения и эксплуатации зданий и сооружений на территориях, сложенных засоленными грунтами, постоянно находится в области риска.

Изыскания, проектирование, строительство и эксплуатация зданий и сооружений на засоленных грунтах, в соответствии с действующей нормативно-законодательной, технологической и технической базой, сопровождается неизбежным повышением затрат (на 5...25%), обусловленных опасностью проявления засоленных грунтов и отсутствием надежных и эффективных конструктивно-технических и технологических решений в рамках возведения и эксплуатации зданий и сооружений в изменяющихся условиях на территории, сложенной засоленным грунтом. При этом даже колоссальные дополнительные затраты (от 5 до 25%) не обеспечивают возведение и эксплуатацию зданий на засоленных грунтах должным качеством и надежностью. Об этом свидетельствуют многочисленные аварийные осадки и разрушения зданий и сооружений, возведенных на засоленных грунтах в г. Жана-Озен, Жезгазган, Балхаш, Шымкент, Караганда и др. Дополнительные расходы на восстановление, ремонт и усиление аварийных объектов зачастую в 1,5...2 раза и более превышают первоначальные затраты на их строительство.

Сложившийся затратный механизм застройки территорий, сложенных засоленными грунтами, заключается в постоянном устранении последствий аварийных деформаций зданий и сооружений, что требует срочного разрешения, потому как интенсивность строительства на засоленных грунтах

в Казахстане в связи с развитием нефтегазового комплекса с каждым годом нарастает.

Спецификой процесса застройки территорий, сложенных засоленными грунтами является то, что уже на стадии изысканий, требуются глубокие научные проработки, которые должны быть продолжены как в процессе последующих изысканий, так и при последующем проектировании, строительстве и эксплуатации объектов с постоянной адаптацией (корректировкой) конструктивно-технических и технологических проектных решений к изменяющимся условиям, протекающим на территории, сложенной засоленным грунтом, при техногенном воздействии. Для решения проблемы нами предложены новые геотехнологии, применение которых позволит решить проблему затратного строительства и эксплуатации зданий и сооружений на засоленных грунтах [1].

Усовершенствованная нами классификация засоленных грунтов и агрессивности грунтовых вод на строительной площадке включают комплексную качественную и количественную оценку опасности проявления в них суффозионных и деформационных процессов с учетом влияния техногенных факторов (агрессивность грунтовой воды, нагрузка, нормативный срок эксплуатации проектируемого объекта и т.п.) на интенсивность развития просадочных и суффозионных деформаций в грунтах смешанного, и в том числе карбонатного засоления. Следует отметить, что низкая скорость протекания суффозионных процессов в грунтах, сложенных загипсованными и карбонатными пылевато-глинистыми лессовыми просадочными грунтами, не может на весь нормативный срок службы здания, сооружения считаться абсолютным показателем безопасности проявления структурной и суффозионной неустойчивости этих грунтов. Масштабы проявления структурной и суффозионной неустойчивости грунтов в основании должны определяться не только количественным и качественным содержанием в них солей, а, главным образом, водоустойчивостью структурных связей, обусловленных солевой цементацией легко-, средне- или труднорастворимых солей. Только учет размеров и характера протекания просадочных и суффозионных деформаций в этих грунтах может служить основным критерием при оценке опасности проявления засоленных грунтов. В связи с этим, далеко не для всех случаев правомерным является категоричное положение регламентируемых строительных документов, базирующихся на определении интенсивности растворения солей в грунтах различного типа и степени засоления, исходя из степени их растворимости в обычной воде. Согласно этому ошибочному мнению грунты, содержащие труднорастворимые соли, до настоящего времени относятся к суффозионно-устойчивым, а потому изыскания, проектирование и строительство на этих грунтах ведется без учета возможности развития в них суффозионных деформаций.

Таким образом, на начальном этапе изысканий совместный учет типа и степени засоления грунтов, агрессивности грунтовых вод, т.е. их растворяющей способности, а в дальнейшем по мере исследования размеров и характер проявления в них суффозионных и совокупных с ними деформационных процессов при воздействии техногенных факторов на нормативный срок эксплуатации проектируемого объекта, даже при недостаточно обоснованных градациях, определяемых при этом расчетных параметров, позволяет с большей объективностью и достоверностью, чем в стандартных классификациях, оценить опасность их проявления и принять

соответствующие меры по обеспечению надежной эксплуатации зданий и сооружений уже на стадии предпроектных изысканий и проектирования.

В развитие к действующим нормативно-техническим документам по изысканиям, проектированию и строительству (в том числе СН и РК EN 1997-2004/2011, ISO 14688-2-2009) разработаны адаптированные к засоленным грунтам основания зданий и сооружений новые классификации суффозионно и структурно неустойчивых засоленных грунтов, агрессивности грунтовых вод и строительных площадок по степени сложности их освоения. Предложены новые методы расчета и прогноза развития суффозионной осадки грунтового основания с равномерным и неравномерным распределением солей, эффективные способы подготовки и устройства оснований и фундаментов, методы проектирования и строительства зданий на засоленных грунтах. Для обеспечения надежной эксплуатации зданий и сооружений на засоленных грунтах даны практические рекомендации. По результатам экспериментальных исследований представлены значения механических и физических свойств засоленных грунтов, закономерности их изменения при техногенном воздействии, новые методы изыскания, проектирования и строительства на засоленных грунтах. Эффективность, практическая значимость и новизна разработок подтверждена успешным и широкомасштабным опытно-производственным внедрением при застройке территорий сложенных засоленными грунтами, а также многочисленными авторскими свидетельствами и патентами на изобретения [1].

Определено, что застройка территорий, сложенных засоленными грунтами, предполагает тесное взаимодействие изыскателей, проектировщиков, строителей и эксплуатационников. Основная цель такого взаимодействия – достижение надежной эксплуатации зданий и сооружений возведенных на засоленных грунтах на нормативный срок их эксплуатации при минимальных затратах. Если учесть, что огромные площади Казахстана сложены засоленными грунтами, которые подвержены интенсивному техногенному воздействию, внедрение предлагаемых инноваций приобретает актуальное значение.

Изложенные инновации, предназначены в качестве практических рекомендаций заказчикам, проектировщикам, геотехническим лабораториям, строительным организациям и общественным органам управления, ведущим застройку и эксплуатацию зданий и сооружений обширных территориях Казахстана, сложенных засоленными грунтами [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инновации при застройке территорий сложенных засоленными грунтами в Республике Казахстан [Текст]: монография / Б.Ж. Унайбаев, В.А. Арсенин, Б.Б. Унайбаев. – ЕИТИ им.ак.К.И. Сатпаева, 2014. –173 с.

Материал поступил в редакцию 21.01.14.

B.B. Unaybaev, B.J. Unaybaev, K.A.Yermolayeva

Ekibastuz Engeneering Technical Institute, Ekibastuz, Kazakhstan

**METHODOLOGY OF TERRITORY BUILDING PILED
SOIL SALINITY IN KAZAKHSTAN**

When developing areas stacked soil salinity, a number of problems, such as the development of methods and techniques of research in various stages of design, the accuracy of predicting subsidence and suffusion compressibility of soil at the base, assessment of the impact of economic activity on the scale manifestations suffusion and deformation processes, determining the need for appointing contrsuffusion activities, their volumes and so on. The article presents innovative solutions identified problems, copyright, innovation and efficiency which in comparison with the known analogues in the world practice confirmed by numerous patents and certificates of invention, as well as the successful development of industrial approbation of the construction of buildings and structures on saline soils in Kazakhstan.

Keywords: saline soil classification, innovation, structural and suffusion instability, base, costs, building.

УДК 612.3.035.221.621:622.765

А.А. Шолак¹, Ш. Иргебаева²

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

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И НОРМЫ РАСХОДА СЕРНОЙ КИСЛОТЫ НА СТЕПЕНЬ РАЗЛОЖЕНИЯ ФЛОТАЦИОННОГО ОТХОДА

Исследовано сернокислотное разложение флотационного отхода обога-
тельной фабрики Каратау.

Ключевые слова: флотационный отход, обогащение, фосфорный ангидрид, фосфорит, серная кислота, экстракционная фосфорная кислота, фосфогипс.

Пригодность фосфатного сырья для кислотной переработки определяется качеством содержания в нем не только P_2O_5 , но и разлагаемых кислотами примесей – карбонатов кальция и магния, окисей железа, алюминия и др. При этом массовое отношение $Fe_2O_3 : P_2O_5$ в сырье не должно превышать 7-10%, $MgO : P_2O_5$ 7-8%.

Для выделения из фосфатных руд фосфорсодержащего минерала и максимального отделения пустой породы применяют как первичную обработку (например, грохочение и отмывку), так и последующее вторичное обогащение – в основном флотацию [1]. Последняя может быть применена и в качестве первичного, т.е. самостоятельного способа обогащения.

Из общих запасов разных типов фосфатного сырья бассейна Каратау (без учета фосфатов в кремнистом сырье) высококачественные руды составляют 10%, в том числе низкомагниевого – всего ~2,2 - 2,5% [2, 3].

Для кислотной переработки фосфатное сырье получают как путем сухого размола высококачественных (богатых) руд, так и флотационным обогащением менее богатых (рядовых) фосфоритных руд. При этом даже из фосфоритов со средним содержанием 23,3% P_2O_5 и 3,6% MgO , при

существующих методах обогащения получают флотационный концентрат, содержащий только 27,9% P_2O_5 и 2,45% MgO . Степень извлечения P_2O_5 во флотационный концентрат не превышает 63-65%, т.е. при обогащении теряется до 35% фосфатного вещества. Хвосты обогатительной фабрики, содержащие 16-18% P_2O_5 и 4-6% MgO не используют.

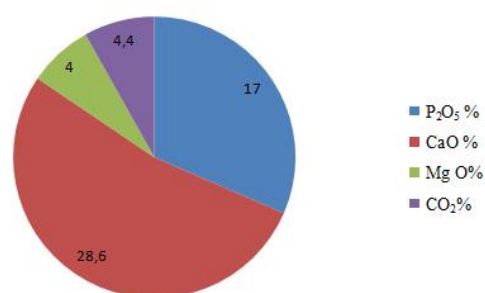
Небольшие запасы богатой руды обуславливают необходимость изыскания путей извлечения целевого продукта путем утилизации техногенных ресурсов для химической переработки руд, содержащих 23,5% и менее P_2O_5 и 3-3,5% и более MgO [4].

Было взято две пробы, которые отличались по гранулометрическому составу. Пробы обозначены А и Б.

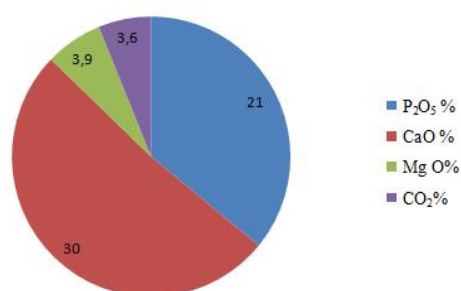
Таблица 1

Результаты определения содержания основных компонентов в пробах флотационных отходов Каратау

Проба	P_2O_5 %	CaO %	MgO %	CO_2 %
А	17	28,6	4	4,4
Б	21	30	3,9	3,6



проба А



проба Б

Рис. 1. Химический состав основных компонентов флотационных отходов Каратау

Неэкономичность и неэффективность обогащения рядовой руды, а также весьма небольшие запасы богатой руды обуславливают необходимость изыскания путей широкого использования для химической переработки руд, содержащих 23,5% и менее P_2O_5 и 3-3,5% и более MgO [4].

В технологической схеме получения фосфорного концентрата содержание P_2O_5 должно быть не менее 23-24%. Такого высокого содержания

P_2O_5 не было обнаружено ни в одной из фракций. Следовательно, для получения данного продукта из флотационных отходов необходима дополнительное обогащение отходов, либо установка дополнительных выпарных устройств в технологической схеме получения экстракционной фосфорной кислоты, что приведет к дополнительным затратам.

В трудах Б.А. Копылева часто упоминается обогащение низкосортного сырья путем обжига, что и послужило дальнейшим решением попытки обогащения флотационного отхода обжигом сырья в лабораторных условиях.

Прогрессивный процесс «мгновенного обжига» зернистых фосфоритов впервые был реализован в Израиле, где до этого применялся менее экономичный процесс обжига с использованием вращающейся печи [5].

Методы обжига и флотации исследованы в качестве доводочных операций в комбинированной технологии обогащения. Промытый и фракционированный по крупности при промывке фосфоритный концентрат идеально подготовлен для окончательной его доводки методом так называемого «мгновенного обжига» во взвешенном состоянии при температуре 850–950°C. Путем такого обжига содержание P_2O_5 в концентратах повышается с 23–27% до 27–30% и более за счет удаления связанной влаги, выгорания органики и частичной декарбонизации (удаления диоксида углерода). Вследствие происходящих при обжиге изменений состава и свойств минералов обожженный фосфоритный концентрат становится значительно более технологичным при его сернокислотной переработке в сложные удобрения – не происходит вспенивания в реакторе и улучшается фильтруемость фосфогипса. Получаемая, из обожженного концентрата ЭФК содержит меньше примесей, в том числе органики. На ее основе можно производить высококачественные удобрения типа диаммонийфосфата, отвечающие лучшим мировым стандартам. При обжиге последовательно теряется гигроскопическая и кристаллизационная вода, органическое вещество, карбонатная двуокись углерода, часть фтора и сульфидная сера [6].

Физико-химические превращения, происходящие с минералами при обжиге, а также выделение летучих веществ коренным образом изменяют качественный состав и технологические свойства фосфорита. За счет удаления летучих веществ содержание P_2O_5 повышается примерно на 2-3%, в фосфатных фракциях оно достигает 31-32% [7].

Для обогащения техногенного ресурса была предложена схема, принцип обогащения которой состоит из следующих стадий.

- извлечение отхода из шламонакопителя;
- подача сырья на стадию предварительной подготовки;
- предварительная подготовка сырья путем его сушки;
- обжиг фосфатного сырья – осуществляется во взвешенном состоянии сырья в реакторе циклонного типа.

Из-за отсутствия циклонного реактора сырье обогащалось в лабораторных условиях в муфельной печи.

При обжиге показатель фосфорного ангидрида улучшился всего на 0,5-1%. Значения показателей фосфорного ангидрида и оксида кальция при обжиге в разных температурах оставалось практически постоянной.

Данная процедура не оправдала ожиданий. Дальнейшее сернокислотное разложение не имело смысла, так как процесс требовал дополнительных ресурсных и сырьевых затрат.

Таблица 2

Результаты определения содержания фосфорного ангидрида и оксида кальция после обжига сырья в пробе Б

Температура обжига, С°	P ₂ O ₅ , %	CaO, %
800	21,5	29
900	22	30
1000	21,5	29,5

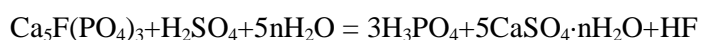
Следующий способ получения ЭФК из флотационного отхода состоял из увеличения стехиометрической нормы расхода серной кислоты и повышения температуры разложения. Расчеты расхода серной кислоты и оборотной фосфорной кислоты производился по учебнику «Расчеты по технологии неорганических веществ» [8].

Таблица 3

Расход увеличенной стехиометрической нормы серной кислоты и оборотной фосфорной кислоты на 100 грамм сырья

Стехиометрическая норма H ₂ SO ₄	Проба Б	Расход 92% - ной H ₂ SO ₄		Расход n H ₃ PO ₄	
		грамм	см ³	грамм	см ³
100 %	1 проба	58	32	267	230
110 %	2 проба	63,8	35	261,2	225
120 %	3 проба	69,6	38,2	255,4	220
130 %	4 проба	75,4	41,4	249,6	215

Экстракционную фосфорную кислоту получают разложением природных фосфатов серной кислотой. Реакцию проводят в присутствии раствора разбавления – фосфорной кислоты и с циркуляцией части образующейся пульпы.



В зависимости от температуры и концентрации кислоты сульфат кальция выделяется в виде дигидрата – гипса или полугидрата. Фосфат разлагают в реакторах – в прямоугольных или цилиндрических экстракторах. Отделение фосфогипса или фосфополугидрата и промывку его производят на карусельном или ленточном вакуум фильтре. Конечную пульпу охлаждают на вакуум испарительной установке, откуда часть его отводят на фильтрацию, а оставшееся количество возвращают в экстрактор – на разложение фосфата (рис. 2). Из апатитового концентрата дигидратным методом получают 28-32%-ную по P₂O₅ кислоту, которую упаривают до концентрации 54-55% P₂O₅; полугидратным методом – 35-37% и 42-48% по P₂O₅ кислоту.

Полное разложение фосфата не означает полный переход P₂O₅ в раствор; обусловлено это протекающими процессами (выделение фосфатов железа и пересыщенных растворов и др.) [8].

Эти данные получены после разложения при температуре 35-45⁰ С. Следующий шаг составил увеличение температуры разложения при температуре 95-100⁰ С.

Таблица 4

Результаты содержания P_2O_5 в ЭФК и коэффициента разложения

Проба Б	Содержание P_2O_5 , %	Коэффициент разложения, %
1 проба	14	31
2 проба	16	72
3 проба	18	37,5
4 проба	15	42,3

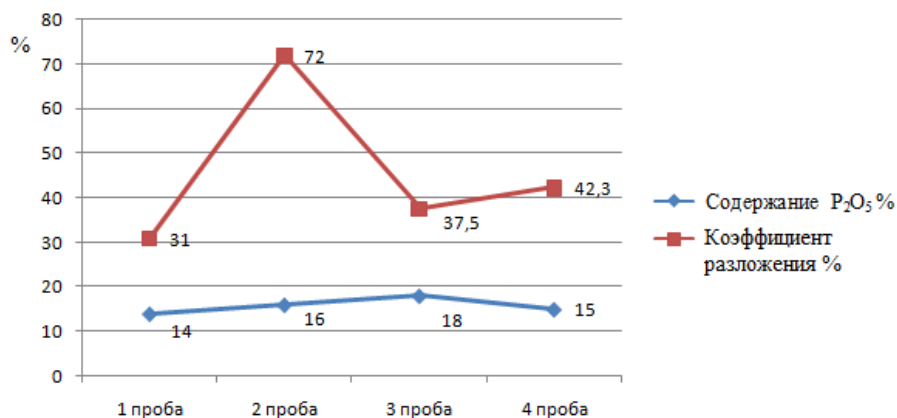
Рис. 2. Кривая зависимости влияния стехиометрической нормы серной кислоты на содержание P_2O_5 в пульпе и коэффициента разложения

Таблица 5

Содержание влаги, общего и водорастворимого P_2O_5 в фосфогипсе пробы Б

Проба	Общее количество P_2O_5 , %	Водорастворимый P_2O_5 , %	Влага, %
1 проба	12,0012	0,0801	2,735
2 проба	4,9907	0,0699	3,011
3 проба	11,5028	0,0803	2,0452
4 проба	10,0211	0,2350	2,001

Таблица 6

Результаты содержания P_2O_5 в ЭФК и коэффициента разложения при повышении температуры

Проба	Содержание P_2O_5	Коэффициент разложения
1 проба	31	33
2 проба	33	75,5
3 проба	38	39
4 проба	27	45,98

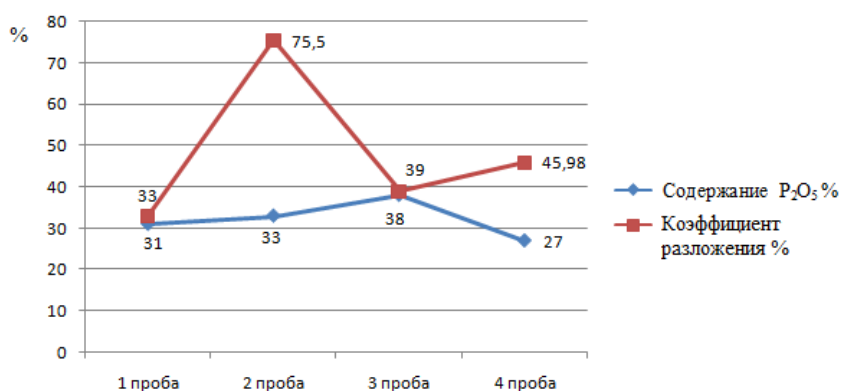


Рис. 3. Кривая зависимости влияния стехиометрической нормы серной кислоты на содержание P₂O₅ в пульпе и коэффициента разложения при повышении температуры разложения

Таблица 7

Количество влаги, общего и водорастворимого P₂O₅ в фосфогипсе пробы Б, полученного при повышении температуры разложения

Проба	Общее количество P ₂ O ₅ , %	Водорастворимый P ₂ O ₅ , %	Влага, %
1 проба	11,79	0,0749	2,338
2 проба	4,3532	0,0592	2,366
3 проба	10,89	0,06964	2,07
4 проба	9,66	0,221	1,485

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ратобыльская, Л.Д. Обогащение фосфоритных руд [Текст] / Л.Д. Ратобыльская, Н.Н. Бойко, А.О. Кожевников. – М.: Недра, 1972.
2. Переработка фосфоритов Каратау [Текст]: промышленные методы и лабораторные разработки / под редакцией М.Е. Позина, Б.А. Копылева, В.Н. Ершова. – Л.: Химия, 1975.
3. Мухтаров, Н.А. [?] [Текст] / Н.А. Мухтаров, Б.В. Колиев, М.М. Ургалиев // Химическая промышленность. – 1975. – №5. – С. 351-354.
4. Копылев, Б.А. Технология экстракционной фосфорной кислоты [Текст] / Б.А. Копылев. – Л.: Химия, 1981.
5. Комбинированная технология обогащения зернистых фосфоритов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.mining-media.ru.
6. Ахметова, С. О. Исследование процесса кристаллизации и фильтрации монокальцийфосфата при циклическом способе переработки низкосортных фосфоритов Каратау [Текст] / С.О. Ахметова, Ш.М. Молдабеков, А.Б. Ажиметова // Известия вузов. Химия и химическая технология. – 2003. – Т.3. – С. 125-134.
7. Расчеты по технологии неорганических веществ [Текст] / под редакцией М.Е. Позина. – Л.: Химия, 1977.

Материал поступил в редакцию 01.01.14.

A.A. Sholak, N.N. Tlesbayev*Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz***EFFECT OF TEMPERATURE AND THE RATE OF SULFURIC ACID ON THE DEGREE OF DECOMPOSITION OF THE FLOTATION WASTE**

Sulfuric acid decomposition of waste flotation concentrator is investigated.

Keywords: flotation waste, enrichment, phosphorus pentoxide, phosphorus, sulfuric acid, phosphoric acid, phosphogypsum.

УДК 546.185

А.А. Шолак¹, Н.Н. Тлесбаев²

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

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОТХОДА ФОСФОГИПСА КАК ВТОРИЧНОЕ СЫРЬЕ

Исследованы химический и физико-химический составы фосфогипса. Микроскопический и рентгеновый анализ показывает, что в составе фосфогипса имеется редкоземельные металлы. Это свидетельствует о необходимости комплексной переработки фосфогипса с получением концентрата редкоземельных металлов.

Ключевые слова: фосфогипс, переработка отходов, экологические проблемы, минеральное удобрение, химический анализ, редкоземельные элементы, рентгеновский анализ, карбонат кальция, сульфат аммония.

В послании Президента РК – Лидера Нации Н.А Назарбаева народу Казахстана «Стратегия Казахстан – 2050» отмечено о необходимости в условиях ограниченности, истощаемости природных ресурсов земли пересмотреть наше отношение к своим природным богатствам. В выполнении поставленной задачи большое значение имеет переработка отходов производства в качестве вторичных сырьевых ресурсов. Переработка этих отходов, с другой стороны, позволит решать и экологические проблемы [1].

Жамбылская область богата минерально-сырьевыми ресурсами. Среди полезных ископаемых по масштабу развития и разведенным запасам преобладает фосфориты, ресурсы которых оценивается в 9 млрд. т по P₂O₅. Фосфориты Каратау перерабатываются на элементарный фосфор, фосфорные кислоты и различные минеральные удобрения, необходимые для повышения плодородия почв сельскохозяйственных угодий [2].

По мнению экономистов, мировое производство фосфорных удобрений на протяжении последних двух десятилетий отличалась цикличностью в развитии – взлеты сменялись падениями. Последнее такое падение произошло в 2002 году, после чего наметился подъем производства. И сегодня, в условиях прогнозируемого экономистами продовольственного

кризиса, особое место занимает производство азотно-фосфорных минеральных удобрений, способных значительно увеличить объемы сельхозпродукций. Такие удобрения производятся на заводе Минеральных удобрений г. Тараз. Производственная мощность завода составляет 200 тысяч тонн аммофоса.

Комплексное удобрение – аммофос, содержащее два питательных элемента – азот и фосфор, получают нейтрализацией аммиаком экстракционной фосфорной кислоты. Экстракционную фосфорную кислоту получают разложением фосфорита Каратау с помощью серной кислоты. При этом наряду с основной продукцией – фосфорной кислотой образуется твердый производственный отход – фосфогипс, в количестве 4-5 т на 1 т экстракционной фосфорной кислоты [3].

Для производителей фосфорных удобрений одним из приоритетных направлений развития предприятия является решение проблемы утилизации отходов производства, в частности использование фосфогипса в качестве вторичного сырья. Это связано, прежде всего, с определяющим влиянием отходов на окружающую среду и потерей ценных компонентов.

Накопление огромного количества фосфогипса является угрозой загрязнения подземных водоносных горизонтов питьевого назначения сульфатами, фосфатами, фтористыми и другими загрязняющими веществами.

В настоящее время не существует технологии масштабной переработки фосфогипса [4]. Поэтому почти весь фосфогипс направляется в отвал, а значит необходимо решать вопросы, связанные с его хранением и заниматься поиском дешевых, малоэнергоёмких технологии его переработки.

Фосфогипс состоит из дигидрата сульфата кальция и примесей неразложившегося фосфата, фосфорнокислых солей и силикатов. Анализ химического состава фосфогипса по отвалам завода минеральных удобрений ТОО «Казфосфат» представлен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав отвалов фосфогипса (по данным ТОО «Казфосфат»)

Наименование пробы	Массовое содержание, %							
	P ₂ O ₅ общ.	P ₂ O ₅ водн.	CaO	SO ₄ ²⁻	H ₂ O	MgO	Fe ₂ O ₃	F
Отвал со стороны металлургического завода	2,03	0,19	23,82	37,88	21,0	0,17	0,42	0,66
Отвалы слева от дороги	4,25	0,09	23,70	33,74	19,6	0,25	1,09	0,41
Отвалы вдоль дороги	3,69	0,75	34,2	50,12	10,5	-	-	0,79

Однако данные таблицы 1 не отражают полного содержания токсичных элементов. Поэтому для выяснения более полной картины необходимо проведение микроскопического и рентгеновского микроанализа. Микроскопический анализ проведен с помощью растрового электронного микроскопа JSM-7500F. Микрофотографии фосфогипса представлены на рисунке 1.

На микрофотографиях видно, что структура поверхности фосфогипса представляет собой плоские кристаллы в форме параллелопипедов. Микроструктура и морфология поверхности имеет многослойный характер с

различным плоскостным направлением и формой кристаллов и требует кристаллографического исследования фаз.

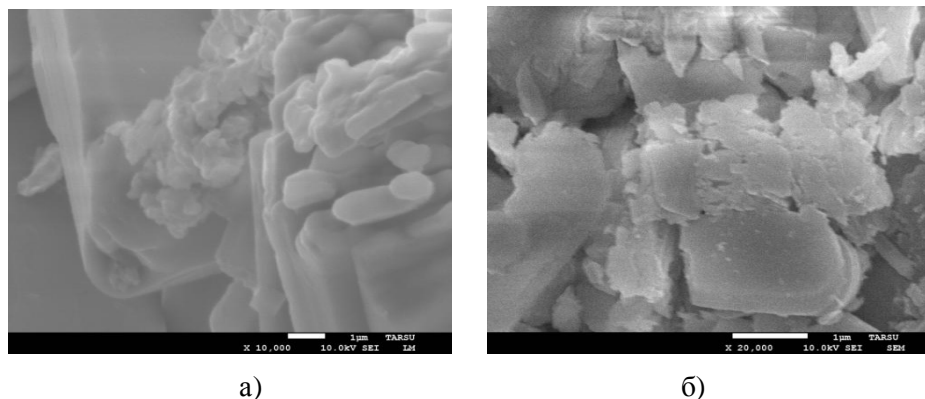


Рис. 1. Микрофотографии фосфогипса при различном разрешении:
а) 10000; б) 20000

Фосфогипс кроме основных компонентов сульфата кальция, фосфатов, фторидов содержит редкоземельные элементы. Для выяснения состава отходов фосфата в научно-исследовательском институте электрохимии проведен рентгеновский микроанализ. Микроанализ проведен на микроанализаторе INCA фирмы Oxford. Результаты рентгеновского микроанализа фосфогипса представлен в таблице 2 и на рисунке 2.

Таблица 2

Результаты рентгеновского анализа фосфогипса (масс, %)

Спектр	O	F	P	S	K	Ca	Ti	Fe	Mo	Итого
Спектр 1	51,40	0,84	0,37	13,98	0,03	20,96	0,14	0,96	6,64	100
Спектр 2	51,94	0,87	0,69	14,43	0,10	22,35	0,04	0,58	5,01	100
Спектр 3	51,54	1,87	0,71	15,13	0,09	23,75	0,10	0,63	2,92	100
Среднее	51,63	1,19	0,59	14,51	0,07	22,35	0,09	0,72	4,85	100

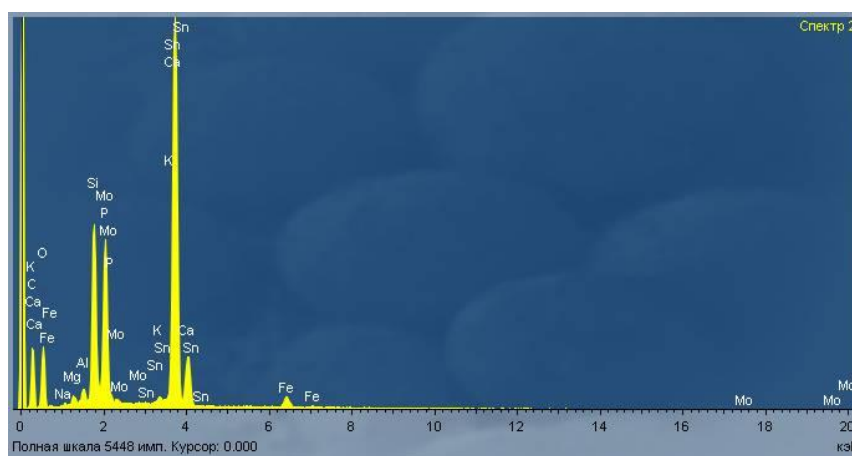
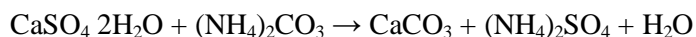


Рис. 2. Результаты рентгеновского микроанализа отвалов фосфогипса

Как видно из полученных данных, в фосфогипсе содержание молибдена достигает в среднем до 4,85% [5]. Это свидетельствует о необходимости комплексной переработки фосфогипса с получением концентрата тяжелых и редкоземельных металлов. В связи с этим нами выбран метод конверсии сульфата кальция в сульфат аммония и карбонат кальция по реакции:



Этот способ был реализован в промышленном масштабе еще в начале прошлого века. Однако присутствие в фосфогипсе неотмытой фосфорной кислоты и других примесей не позволяет получать крупные, хорошо фильтрующиеся кристаллы карбоната кальция, т.е. фильтрование CaCO_3 остается наиболее трудной операцией, требующей специальных исследований. Основной задачей дальнейших исследований по определению оптимальных технологических параметров процесса конверсии является сульфат аммония и карбонат кальция, а также концентраты тяжелых и редкоземельных металлов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Послание Президента Республики Казахстан – Лидера Нации Н.А. Назарбаева народу Казахстана «Стратегия «Казахстан-2050»: Новый политический курс состоявшегося государства» (Астана, 14 декабря 2012 года) [Текст]: республиканская газета «Казахстанская правда». – 2014, №1.
2. Позин, М.Е. Переработка фосфоритов Каратау [Текст] / М.Е. Позин, Б.А. Копылев, В.Н. Белов, В.А. Ершов. – Л.: Химия, 1975.
3. Копылев, Б.А. Технология экстракционной фосфорной кислоты [Текст] / Б.А. Копылев. – Ленинград, 1981.
4. Алдашов, Б.А. Утилизация отходов переработки фосфоритов Каратау – путь к конкурентоспособной экономике и оздоровлению экологии [Текст] / Б.А. Алдашов, В.И. Лисица. – Алматы, 2007.
5. Жылысбаев, К.Ш. О проблемах хранения отходов химической промышленности г. Тараз [Текст] / К.Ш. Жылысбаев, М.С. Сахы, Г.К. Сугурбекова // Вестник ТарГУ. Сер.: экология. – Тараз: Тараз университеті, 2009.

Материал поступил в редакцию 28.03.14.

A.A. Sholak, N.N. Tlesbayev

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

THE POSSIBILITY OF USING INDUSTRIAL WASTE AS SECONDARY RAW MATERIAL PHOSPHOGYPSUM

Microscopy and X-ray analysis shows that the composition of phosphogypsum has rare earth metals. It demonstrates the need for complex processing of phosphogypsum to obtain a concentrate of rare earth metals.

Keywords: Phosphogypsum, recycling, environmental problems, mineral fertilizers, chemical analysis, rare-earth elements, X-ray analysis, calcium carbonate, ammonium sulfate.

НАШ ЮБИЛЯР



2 апреля исполнилось 60 лет кандидату технических наук, профессору, заведующему кафедрой «Транспортная техника и технологии» Таразского государственного университета им. М.Х. Дулати, члену редакционной коллегии научного журнала «Механика и технологии» Семернину Александру Николаевичу.

Александр Николаевич родился 2 апреля 1954 года в селе Кировское Таласской области Киргизской ССР.

В 1976 году с отличием окончил Джамбулский гидромелиоративно-строительный институт (ДГМСИ) по специальности «Механизация гидромелиоративных работ».

В 1984 году защитил кандидатскую диссертацию в Московском институте инженеров сельскохозяйственного производства имени В.П. Горячкина (МИИСП) по специальности «Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственных машин и орудий» под руководством заслуженного деятеля науки и техники РФ, д.т.н., профессора Рыбакова К.В.

Основные этапы жизни Александра Николаевича, связаны с научной и педагогической деятельностью в Таразском государственном университете им. М.Х. Дулати. Он прошел путь от ассистента до заведующего кафедрой.

С 1996 года по 2000 год работал заведующим кафедрой «Физическая культура», а с сентября 2000 года по настоящее время является заведующим кафедрой «Транспортная техника и технологии».

В 2004 году в целях повышения квалификации закончил с отличием ТарГУ им. М.Х. Дулати по специальности «Разработка нефтяных и газовых месторождений».

Семернин А.Н. – высококвалифицированный специалист. За период педагогической деятельности им подготовлено около 400 специалистов, многие из которых на сегодняшний день являются руководителями крупных предприятий и организаций, а также сотрудниками ряда министерств Республики Казахстан, работниками научно-исследовательских институтов и высших учебных заведений.

В настоящее время является членом учебно-методической секции при КазАТК им. М. Тынышпаева по разработке и внедрению в ТарГУ Государственных образовательных стандартов по кредитной технологии обучения для специальностей: «Транспорт, транспортная техника и технологии» и «Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта».

А.Н. Семернин является экспертом «Независимого Казахстанского агентства по обеспечению качества образования» (НКАОКО) и принимал участие в работе комиссии по специализированной аккредитации Павлодарского государственного университета им. С. Торайгырова.

Семернин А.Н. наряду с педагогической деятельностью, многие годы активно занимается научными исследованиями. Область научных интересов – исследования в области обезвоживания дизельных топлив фильтрами-водоотделителями.

Им разработаны уникальные фильтры-водоотделители различных типоразмеров для очистки дизельных топлив от воды и механических примесей. По результатам исследований принимал участие в работе I и II Конгрессов Инновационных технологий и Венчурной ярмарке в г. Алматы, а также в работе международного научного семинара в Международной академии Конкорд г. Париже (Франция) и в работе международной научной конференции Юго-западного государственного университета в г. Курске (Россия).

Результаты научных трудов опубликованы в России, во Франции и научных журналах Казахстана. Опубликовал более 120 научно-методических разработок, в том числе 4 учебных пособия, 2 лабораторных практикума, 11 аналитических обзоров, получено 3 патента на изобретения.

Под его руководством студенты принимают участие в научных конференциях, в конкурсах научных работ МОН РК и Фонда Первого Президента Республики Казахстан.

По результатам выполненных студентами научных работ, они неоднократно награждались дипломами I и II степени. По итогам научных исследований 14 студентов под его руководством получили университетскую квалификацию «Студент-исследователь».

Под руководством А.Н. Семернина успешно защищены 3 магистерские диссертации, а еще 4 диссертации будут защищены в конце текущего учебного года.

Семернин А.Н. внес существенный вклад в создание лабораторной базы кафедры «Транспортная техника и технологии».

Ведет активную общественную работу. Является членом редакционной коллегии научного журнала «Механика и технологии», участвует в работе научно-технического совета ТарГУ, принимает активное участие в ежегодной спартакиаде «Здоровье» среди ППС университета.

В 2008 году награжден похвальной грамотой Министерства образования и науки Республики Казахстан, награжден нагрудным знаком «Құрметті автокөлікші – 2012», Лучший преподаватель вуза 2012 года.

По итогам 2012 года признан победителем в номинации «Лучший кандидат наук года» университета и награжден грамотой.

Поздравляем Александра Николаевича со знаменательным юбилеем и желаем здоровья, счастья и успехов.

Коллектив научного журнала
«Механика и технологии»

МАЗМУНЫ / 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
--	---