

ISSN 1560-5655



НОВОСТИ

НАУКИ

КАЗАХСТАНА

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
СБОРНИК**



3

3

2008

Национальный центр научно-технической информации

НОВОСТИ НАУКИ КАЗАХСТАНА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

Выпуск 3 (98)

Алматы 2008

В научно-техническом сборнике **“Новости науки Казахстана”** (до 1997 г. – экспресс-информация) публикуются научные материалы прикладного характера по приоритетным направлениям развития науки и техники Республики Казахстан. Основан в 1989 г., выходит 4 раза в год.

Сборник предназначен для научных сотрудников, работников министерств, ведомств, специалистов предприятий и организаций.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Е. З. Сулейменов, к.ф.-м.н. (председатель);
Ж. А. Карабаев, д.с.-х.н. (зам. председателя);
Ю. Г. Кульевская, к.х.н. (зам. председателя);
Н. С. Бектурганов, акад. НАН РК, д.т.н.; **Р. Г. Бияшев**, д.т.н.;
К. А. Нурбатуров, акад. ИА, д.т.н.; **К. А. Исаков**, д.т.н.;
Е. И. Рогов, акад. НАН, АМР РК, д.т.н.; **А. Т. Шоинбаев**, д.т.н.;
С. Е. Соколов, акад. МАИН, д.т.н.; **Т. А. Кетеменов**, д.х.н.;
К. Д. Досумов, д.х.н.; **А. В. Витавская**, д.т.н.;
А. А. Тореханов, д.с.-х.н.;
Г. Г. Улезько (ответственный секретарь)

ДЛЯ СПРАВОК

Республика Казахстан, 050026, г. Алматы,
ул. Богенбай батыра, 221

Тел.: 254-76-82, 254-73-50

Факс: 254-70-59

E-mail: vlasova_54@mail.ru, vlasova@inti.kz

http: // www nauka.kz

СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

<i>Абрамова Г. В.</i> Современное состояние изучения физико-химических свойств и строения органических амидов	12
<i>Байсанов С. О., Нургали Н. З., Алмагамбетов М. С.</i> Термодинамически-диаграммное исследование подсистем расплавов системы TiO_2 -CaO-MgO- Al_2O_3 - SiO_2	17
<i>Юров В. М.</i> Методические основы синтеза новых люминофоров	23
<i>Жаксипбаев М. Ж.</i> Каталитический синтез аттрактанта непарного шелкопряда и его испытание	28
<i>Оспанова А. О., Кошкинбаева М. Ж.</i> Исследование качественных показателей полимеров и их математическое описание	33
<i>Фигуринене И. В.</i> Анодное поведение элементной серы, сульфит- и тиосульфат-ионов на твердых электродах в щелочной среде	39
<i>Батманов К. Б.</i> Исследование природного битума Мангышлака	45
<i>Дуйсенов Н. Ж., Кошкинбаева М. Ж., Серимбетов М. А., Бренер А. М.</i> Результаты расчета гидродинамических характеристик в колоннах с уменьшенным межтарельчатым расстоянием	51
<i>Уалиева З. У., Аль-Фараби Маджан, Казова Р. А.</i> Исследование процесса термообработки материалов	57

ГОРНОЕ ДЕЛО. МЕТАЛЛУРГИЯ

<i>Сёмушкина Л. В., Бектурганов Н. С., Тусупбаев Н. К., Турысбеков Д. К., Калдыбаева Ж. А.</i> Использование нового сульфид-рильного пенообразователя при селективном разделении меди и свинца	62
<i>Турысбеков Д. К., Тусупбаев Н. К., Амирова М. Д., Сёмушкина Л. В.</i> Технология применения композиционного реагента при флотации полиметаллических руд	66
<i>Алдабергенова С. К., Омаров Х. Б., Сагиндыкова З. Б., Байкенов М. И., Абсат З. Б.</i> Исследование процесса очистки медного электролита от мышьяка углекислыми соединениями свинца	70
<i>Тлеугабулов С. М., Муравьева Е. С., Абилов С. Б.</i> Исследование редукции металлов твердым углеродом и газом-теплоносителем	74

<i>Капсалямов Б. А.</i> Укрупненные испытания получения ферросилиция из небогатимой окисленной цинксо­держающей руды.....	84
---	----

МАШИНОСТРОЕНИЕ

<i>Джундибаев В. Е.</i> Методы испытаний самоцентрирующих ро­ликоопор ленточных конвейеров	88
--	----

АВТОМАТИКА. КИБЕРНЕТИКА. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

<i>Пащенко Г. Н.</i> Реализация процедур исследования динамических свойств и построения оптимального управления интервально­заданной системы с запаздыванием	93
<i>Юничева Н. Р.</i> Анализ динамики дискретных интервальных замк­нутых систем управления	98
<i>Ху Вен-Цен.</i> Параметрическая декомпозиция задач управления сложными технологическими системами	105

КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

<i>Зейнуллина А. А.</i> Обработка космических снимков и анализ вегетационных индексов	113
---	-----

СТРОИТЕЛЬСТВО. АРХИТЕКТУРА

<i>Керимбекова З., Абзалова Д., Кобланова О., Кадырова Г.</i> Влияние водорастворимых полимеров на процесс измельчения портланд­цементных клинкеров	123
<i>Кадыров А. С.</i> Математическое моделирование системы «рабочий орган землеройной машины – технологический процесс»	129

ТРАНСПОРТ

<i>Досбаева Р. Ж.</i> Особенности применения жидких хлористых солей при борьбе со скользкостью на автомобильных дорогах Казах­стана	134
<i>Казбекова Г. Н.</i> Организация моделирования и контроля местной работы в комплексе задач графика исполненной работы на желез­нодорожном транспорте	142

<i>Киялбай А. А.</i> Ранжирование бизнес-процессов придорожной инфраструктуры	146
<i>Искакова С. К.</i> Механико-математические модели различных конструкций верхнего строения безбалластного пути	156

МЕТЕОРОЛОГИЯ

<i>Сальников В. Г.</i> Атмосферные дальние связи и погода в Казахстане	162
--	-----

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

<i>Байбусинов Т. К., Алимарданова М. К.</i> Разработка технологии сливочного масла с растительными наполнителями	168
<i>Абимильдина С. Т.</i> Определение качества и безопасности кисломолочного коктейля	171

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>Петров Е. П., Петров С. Е.</i> Сорта томата народной селекции	179
<i>Садыкулов Т. С., Нургазы К. Ш., Бегимбеков К. Н.</i> Мясо-сально-шерстный тип дегересских овец	183
<i>Алимбеков С.</i> Особенности использования незаменимых аминокислот сукляными каракульскими овцами	190
Информация	22, 32, 44, 87, 97, 104, 155, 178, 195

МАЗМҰНЫ

ХИМИЯ. ХИМИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

<i>Абрамова Г. В.</i> Органикалық амидтердің физика-химиялық қасиеттерін және құрылысын зерттеудің қазіргі жағдайы	12
<i>Байсанов С. О., Нұрғали Н. З., Алмағамбетов М. С.</i> TiO_2 - CaO - MgO - Al_2O_3 - SiO_2 жүйесінің қож ішкі жүйелерін термодинамикалық-диаграммалық зерттеу	17
<i>Юров В. М.</i> Жаңа люминофор синтезінің әдістемелік негіздері	23
<i>Жақсыбаев М. Ж.</i> Дара жібек тұт көбелегіеің аттрактантының каталитикалық синтезі	28
<i>Оспанова А. О., Кәшкінбаева М. Ж.</i> Полимерлердің сапалық көрсеткіштерін зерттеу және оларды математикалық сипаттау	33
<i>Фигуринене И. В.</i> Сілтті ортадағы қатты электродтарда элементтік күкірттің, сульфит- және тиосульфат-иондардың анодтық іс әрекеті	45
<i>Батманов К. Б.</i> Манғыстаудың табиғи битумын зерттеу	51
<i>Дүйсенов Н. Ж., Кәшкінбаева, М. Ж., Серімбетов М. А., Бренер А. М.</i> Табақшалар арасындағы арақашықтықтары кішірейген колонналаре дағы гидродинамикалық есептеулердің нәтижелері	51
<i>Уалиева З. У., Аль-Фараби Маджан, Казова Р. А.</i> Материалдарды термоөңдеу процесін зерттеу	57

ТАУ-КЕН ІСІ. МЕТАЛЛУРГИЯ

<i>Сёмушкина Л. В., Бектұрғанов Н. С., Түсіпбаев Н. Қ., Тұрысбеков Д. К., Қалдыбаева Ж. А.</i> Мыс пен қорғасынды таңдамалы түрде бөліп алуда жаңа сульфгидрильді көбіктендіргішті қолдану	62
<i>Тұрысбеков Д. К., Түсіпбаев Н. Қ., Әмірова М. Д., Сёмушкина Л. В.</i> Түстіметалл кендерінің флотациясында композициялық реагенттерді қолданудың технологиясы	66
<i>Алдабергенова С. К., Омаров Х. Б., Сағындықова З. Б., Байкенов М. И., Абсат З. Б.</i> Мыс электролитін мышьяктан қорғасынның көмірқышқыл қосындыларымен тазарту процесін зерттеу	70
<i>Тілеуғабылов С. М., Муравьева Е. С., Әбіков С. Б.</i> Металлдарды қатты көміртегімен және жылутасымалдағыш-газбен редукциялауды зерттеу	74
<i>Капсаямов Б. А.</i> Байытылмайтын қышқылданған құрамында цинкі бар рудадан ферросилиция алудың ірілендірілген сынақтары	84

МАШИНОЖАСАУ

<i>Жүндібаев В. Е.</i> Таспалы конвейерлердің өздігінен центрленетін роликтерінің тіректерін сынау әдістері	88
---	----

АВТОМАТИКА, КИБЕРНЕТИКА, ЕСЕПТЕУ ТЕХНИКАСЫ

<i>Пащенко Г. Н.</i> Кешігуі бар аралықтармен берілген жүйелерді тиімді басқаруды құру және динамикалық қасиеттерін зерттеу процедурае ларын жүзеге асыру	93
<i>Юничева Н. Р.</i> Басқарудың тұйық дискретті интервалды жүйелерінің динамикасын талдау	98
<i>Ху Вен-Цен.</i> Күрделі технологиялық жүйелерді басқару есептерін параметрлік декомпозиция	105

КОСМОСТЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕР

<i>Зейнуллина А. А.</i> Космостық түсірмелерді өңдеу және вегетация индекстерін талдау	113
--	-----

ҚҰРЫЛЫС. СӘУЛЕТ

<i>Керімбекова З., Абзалова Д., Қобланова О., Қадырова Г.</i> Портландцементтік клинкерлерді ұсақтау процесіне суда еритін полимерлердің әсері	123
<i>Қадыров А. С.</i> Жер қазу машинасының жұмыс мүшесі – технологиялық үрдіс жүйесін математикалық үлгілеу	128

КӨЛІК

<i>Досбаева Р. Ж.</i> Сұйық хлорлы тұздардың Қазақстан автомобиль жолдарындағы тайғақтықпен күрес кезіндегі пайдалану ерекшеліктері	134
<i>Қазбекова Г. Н.</i> Теміржол көлігінде орындалған жұмыстар графигі есептері кешенінде жергілікті жұмыстарды моделдеу мен бақыө лауды ұйымдастыру	141
<i>Қиялбай А. А.</i> Жол бойындағы инфрақұрылымның бизнес-процесө терін ранжирлеу	146
<i>Исқақова С. К.</i> Балластсыз жолдың жоғарғы құрылысының әр түрлі конструкциясының механико-математикалық моделдері	156

МЕТЕОРОЛОГИЯ

<i>Сальников В. Г.</i> Атмосфералық ұзақтағы байланыстар және Қазақстандағы ауа райы	162
--	-----

ТАМАҚ ӨНЕРКӘСІБІ

<i>Байбосынов Т. К., Алимарданова М. К.</i> Өсімдік толтырғыштары бар сары май технологиясын жасау	168
<i>Абимұльдина С. Т.</i> Сүтқышқылды коктейлдің сапасы мен қауіпсіздігін анықтау	171

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ

<i>Петров Е. П., Петров С. Е.</i> Халықтық селекцияның томат сорттары	179
<i>Садыкұлов Т. С., Нұрғазы Қ. Ш., Бегімбеков Қ. Н.</i> Дегерес қойларының ет-май-жүнді типі	183
<i>Әлімбаев С.</i> Буаз қаракул қойларына алмаспайтын аминқышқылдарын пайдалану ерекшеліктері	190
Өнертабыстар	22, 32, 44, 87, 97, 104, 155, 178, 195

CONTENT

CHEMISTRY. CHEMICAL TECHNOLOGIES

<i>Abramova G. V.</i> The present-day state of study of physicochemical properties and state of organic amides	12
<i>Baisanov S. O., Nurgali N. Z., Almagambetov M. S.</i> Thermodynamic-diagram analysis of subsystems of fusions of the system $\text{TiO}_2\text{-CaO-MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$	17
<i>Yurov V. M.</i> Methodical bases of the syntheses of new luminophors	23
<i>Zhaksibayev M. Zh.</i> Catalytic synthesis of gypsy moth attractant and its testing	28
<i>Ospanova A. O., Koshkinbayeva M. Zh.</i> Investigation of quality indices of polymers and their mathematical description	33
<i>Figurinene I. V.</i> Anodic behavior of element sulfur, sulfite- and thiosulfate-ions on solid electrodes in an alkaline medium	39
<i>Batmanov K. B.</i> Study of natural bitumen of Mangyshlak	45
<i>Duisenov N. Zh., Koshkinbayeva M. Zh., Serimbetov M. A., Brenner A. M.</i> Results of calculation of hydrodynamic characteristics in columns with decreased interplate space	51
<i>Ualiyeva Z. U., Al-Farabi Madizhan, Kazova R. A.</i> Investigation of the process of materials' thermal treatment	57

MINING. METALLURGY

<i>Syomushkina L. V., Bekturganov N. S., Tusupbayev N. K., Turysbekov D. K., Kaldybaeva Zh. A.</i> Use of a new sulfhydryc foam former in selective separation of copper and lead	62
<i>Turysbekov D. K., Tusupbayev N. K., Amirova M. D., Syomushkina L. V.</i> Technology of composite reagent application in complex ores floatation processes	66
<i>Aldabergenova S. K., Omarov Kh. B., Sagindykova Z. B., Baikenov M. I., Absat Z. B.</i> Investigation of the process of copper electrolyte cleaning from arsenic by means of lead carbonate compounds	70
<i>Tleugabulov S. M., Murav'yeva E. S., Abikov S. B.</i> Investigation of metals reduction by solid carbon and gas heat carrier	74
<i>Kapsalyamov B. A.</i> Enlarged tests of ferrosilicon production from crude oxidized zinc-bearing ore	84

MACHINE BUILDING

<i>Dzhundibayev V. E.</i> Methods of tests of self-centering roller bearings of belt conveyers	88
--	----

AUTOMATION. CIBERNETICS. COMPUTER ENGINEERING

<i>Pachshehko G. N.</i> Realization of investigation procedures of dynamic properties of optimum control construction of the interval-given systems with delay	93
<i>Yunicheva N. R.</i> Analysis of dynamics of discrete interval closed-loop control systems	98
<i>Khoo Ven Tsen.</i> Parametric decomposition of problems of complex technological systems control	105

SPACE INVESTIGATIONS

<i>Zeinullina A.A.</i> Processing of space pictures and analysis of vegetative indices	113
--	-----

CONSTRUCTION. ARCHITECTURE

<i>Kerimbekova Z., Abzalova D., Koblanova O., Kadyrova G.</i> Influence of water-soluble polymers on the process of milling of Portland cement clinkers	123
<i>Kadyrov A. S.</i> Mathematical modeling of the system: digging machine tool – technological process	128

TRANSPORT

<i>Dosbayeva R. Zh.</i> Peculiarities of application of liquid chlorous salts at control of lubricity on highways of Kazakhstan	134
<i>Kazbekova G. N.</i> Organization of modeling and control of a local work in a complex of problems of effected work schedule on a railway transport	141
<i>Kiyalbai A. A.</i> Ranging of business processes of roadside infrastructure	146

<i>Iskakova S. K.</i> Mechanical-mathematical models of various designs of a nonballast track upper structure	156
---	-----

METEOROLOGY

<i>Salnikov V. G.</i> Atmospheric long-range communications and weather in Kazakhstan	162
---	-----

FOOD INDUSTRY

<i>Baibusinov T. K., Alimardanova M. K.</i> Development of dairy butter technology with vegetable fillers	168
<i>Abimuldina S. T.</i> Determination of quality and safety of fermented milk cocktail	171

AGRICULTURE

<i>Petrov E. P., Petrov S. E.</i> Tomato varieties of folk selection	179
<i>Sadykulov T. S., Nurgazy K. Sh., Begimbekov K. N.</i> Mutton-fat-wool type of degrees sheep	183
<i>Alimbekov S.</i> Peculiarities of use of essential amino acids by pregnant Karakul sheep	190
Inventions	22, 32, 44, 87, 97, 104, 155, 178, 195

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И СТРОЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ АМИДОВ

Г. В. Абрамова, д.х.н.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби

Органикалық амидтердің физика-химиялық қасиеттері мен құрылысы зерттелген. Алынған мәліметтер олардың геометриялық параметрлерін толық оңтайландыру процедурасын орындамай-ақ біртүрлі қосылыстардың кеңістіктік құрылымына есептеулер мен бағалау жүргізуге мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: органикалық амидтер, амидтердің физико-химиялық қасиеттері.

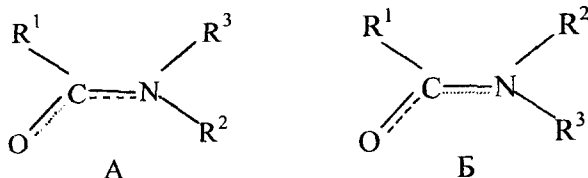
The physicochemical properties and structure of organic amides are investigated. The data obtained make possible to make calculations without carrying out of a procedure of full optimization of their geometric parameters.

Key words: organic amides, physicochemical properties of amides.

Органические амиды имеют широкое практическое применение в различных областях, что обусловлено их особенными физико-химическими свойствами. Поэтому в последние годы значительно возрос интерес к исследованию строения и свойств амидов. Так, достаточно полно изучены физические свойства амидной группы и детально описана стереохимия амидов [1-5]. Исследование деталей строения амидной группы стимулировалось в первую очередь тем, что эта группировка входит в состав полипептидной цепи белков.

Амидная группа является одним из примеров мезомерных структур, т. е. в молекулах амидов имеет место частичная двоевязанность связи (O)C-N, возникающая в результате смещения неподеленной электронной пары атома азота к π -электронам карбонильной группы. Другими словами, молекуле амида [3-6] соответствует гибридная

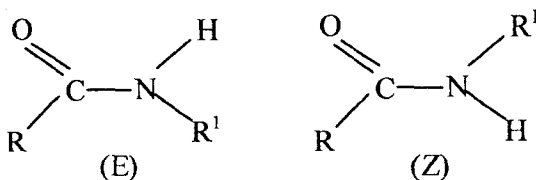
структура А – Б, резонирующая между двумя предельными формами – без сопряжения (А) и с полным сопряжением (Б):



Действительно, как показал анализ дифракционных данных по большому числу амидов, значения длин связей C=O, C-N и углов O-C-N имеют примерно среднюю величину из двух резонансных форм (А) и (Б) соответственно 1,23; 1,33 Å и 123° [7]. Энергия связи C=O равна 636 кДж, а ее длина составляет 77 % простой ковалентной связи [8]. Заметный вклад полярной формы (Б) в резонансный гибрид подтверждается также данными ИК-, ЯМР-, Раман-спектроскопии, измерениями дипольного момента, квантовохимическими расчетами и другими методами [9-15].

Указанное выше сопряжение приводит к заторможенности вращения вокруг связи C-N, т. е. к существованию конфигурационных изомеров амидов [1, 4, 5, 9].

У амидов любого строения более удобно обозначать конфигурацию по (ZE)-системе [5]:

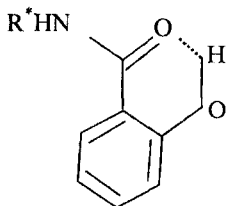


Являясь по существу конформерами, (Z)- и (E)-формы амидов все же достаточно стабильны и их можно обнаружить физическими методами, а в отдельных случаях и выделить в качестве индивидуальных веществ.

У амидов ароматических кислот [15] помимо (Z,E)-конформации по амидной связи возникают и конформации по связи Ar-CO. У амидов незамещенной бензойной кислоты амидный хромофор сопряжен

с ароматическим ядром; это обнаруживается по характерной бензамидной полосе в УФ-спектрах. Под влиянием орто-заместителей сопряжение нарушается и интенсивность этой полосы падает.

Большую роль при закреплении конформации играет образование внутримолекулярных водородных связей. Пример закрепления конформаций за счет водородных связей дают α -фенилэтил-амиды салициловой кислоты и ее *o*-метоксипроизводное. Известно, что амиды салициловой кислоты способны к образованию внутримолекулярных водородных связей двух типов. Метоксипроизводное может образовывать внутримолекулярную водородную связь только одного типа:



В анилидах [4,5,7, 10,12,15,16] помимо объема заместителя необходимо учитывать пространственные и электронные факторы – взаимодействие ациламиногруппы с ароматическим ядром (стремление к копланарности свободной электронной пары атома азота с π -электронной системой ароматического ядра), стерическое взаимодействие орто-заместителей (в том числе и атомов водорода) с ациламиногруппой, биполярное отталкивание π -электронной системы бензольного кольца с карбонильной группой. Сопряжение ароматического ядра с двойными связями, со свободными электронными парами таких атомов, как азот или кислород, нарушает неблагоприятную ориентацию электрических и магнитных моментов, создавая условия для увеличения вращательной силы электронного перехода в хромофоре (УФ-спектр).

Простейший из этого ряда соединений – форманилид – в растворе дейтерохлороформа при концентрации 52 % (мол.) и 35 °С на 73 % находится в (*Z*)-конформации; с разбавлением доля этой формы уменьшается и при концентрации 1,5 % (мол.) составляет 45 %. При оценке причин такой концентрационной зависимости было сделано предположение, что сольватированная (*E*)-форма термодинамически устойчивее сольватированной (*Z*)-формы, либо (*E*)-форма даже при малых концентрациях стабилизируется за счет водо-

родных связей, способствующих образованию циклических димеров, в то время как (Z)-форма менее склонна к образованию аналогичных водородных связей. Ацетанилид в пиридиновом растворе существует почти исключительно в (Z)- конформации. Присутствие орто-заместителей в бензольном кольце увеличивает объем арильной группы и приводит к некоторому сдвигу конформационного равновесия в сторону (E)-формы. Однако сдвиг этот невелик, и (Z)-форма по-прежнему остается преобладающей.

Отмечено [1,3,5,7,9,16], что структура амидной группы в газовой фазе и в растворах имеет ряд особенностей, которые необходимо учитывать при интерпретации результатов исследования свойств этих соединений. Так, удлинение связи C=O и сокращения связи C-N в кристаллических амидах по сравнению с их значениями для газобразных и теоретически рассчитанных изолированных молекул объясняют образование межмолекулярных водородных связей [15]. Различным способам водородного связывания в молекулах нейтральных форм амидов посвящены некоторые работы [1,11].

По результатам этих исследований в водородных связях стремится участвовать как максимальное число атомов водорода аминогруппы амида, так и атомов кислорода – акцепторов протона. Это приводит к образованию псевдосимметричных и центросимметричных пар, в водородных связях которых участвуют по одному атому водорода каждой аминогруппы. Вторые атомы водорода участвуют в образовании водородных связей с аналогичными соседними парами. Образующиеся водородносвязанные конгломераты характеризуются, как правило, трансляцией, плоскостью скольжения или винтовой осью.

Результаты исследования строения практически важных амидов, полученные автором, необходимы для расчетов (в том числе квантовохимических) и оценки пространственного строения однотипных соединений без выполнения процедуры полной оптимизации их геометрических параметров, а также с целью прогнозирования физико-химических свойств еще неисследованных амидов.

Литература

1. Общая органическая химия / Ред. Д. Бартон, У. Д. Оллис. – М.: Химия, 2002. – Т. 4. – 841 с.
2. *Страйер Л.* Биохимия. – М.: Мир, 1999. – Т. 3. – 920 с.
3. The chemistry of amides / Ed. J. Jabicky. – London: Interscience, 1970. – 927 p.

4. *Абрамова Г. В.* Расчет и прогнозирование термохимических свойств органических амидов, анилидов и амидкислот: Дис... на соискание степ. д-ра хим. наук. – Алматы, 2007. – 230 с.

5. *Потапов В. М.* Стереохимия. – М.: Химия, 1988. – 464 с.

6. *Лебедева Н. Ш., Вьюгин А. И., Михайловский К. Б.* Термодинамика донорно-акцепторного взаимодействия цинктетрафенилпорфирина с амидами и диметилсульфоксидом // Журн. общей химии. – 2003. – Т. 33, вып. 6. – С. 1022-1028.

7. *Iliva S., Hadjieva B.* Ab initio molecular orbital and infrared spectroscopic study of the conformation of secondary amides: Derivatives of formamide, acetanilide and benzylamides // J. Mol. Struct. – 1999. – Vol. 508, № 1-3. – P. 73-80.

8. *Lu Y., Wang X., Su G., Lu J.* Calorimetric and volumetric studies of the formamide at 298K // Thermochim acta. – 2003. – Vol. 406, № 1-2. – С. 233-239.

9. *Klimkowski V. I., Sellers H. L.* Ab initio equilibrium geometry and conformation analysis of amides // J. Mol. Structure. – 2002. – Vol. 72. – P. 299-301.

10. *Ullrich Susanne, Muller Dethlefs Klaus.* A REMPI and ZEKE spectroscopic study of a secondary amide group in acetanilide // J. Phys. Chem. A. – 2002. – Vol. 106, № 40. – P. 9181-9187.

11. *Ullrich Susanne, Muller Dethlefs Klaus.* A REMPI and ZEKE spectroscopic study of amide group // J. Phys. Chem. A. – 2005. – Vol. 109, № 43. – P. 8114-8120.

12. *Johnson M., Prager M., Grimm H.* and oth. Methyl group dynamics in paracetamol and acetanilide // Chem. Phys. – 2006. – Vol. 250, № 1. – С. 49-66.

13. *Borisenko V. E., Morev A. K., Bidulya Ju.* Spectroscopic studies and VFF model calculations on dynamic and electrooptic characteristics of N-H bonds in amides // P. J. Chem. – 2002. – Vol. 76, № 10. – С. 1481-1494.

14. *Бушуев Ю. Г., Давлетбаева С. В., Королев В. П.* Надмолекулярная структура ассоциированных жидкостей // Тез. докл. Междунар. науч. конф. «Кинетика и механизм кристаллизации». – Иваново, 2000. – С. 73.

15. *Chisholm Greg, Kennedi Alan R.* and oth. Comprarision of the structural motives of acetoacetanilides and related azo pigments // J. Acta. Crystallogr. B. – 2007. – Vol. 63, № 6. – P. 1046-1053.

16. *Klein W. J., Plesman A. R.* Investigation of amides // Spectochim. Acta. – 2007. – Vol. A44. – P. 673-675.

**ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИ-ДИАГРАММНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
ПОДСИСТЕМ РАСПЛАВОВ СИСТЕМЫ
 TiO_2 -CaO-MgO- Al_2O_3 -SiO₂**

С. О. Байсанов, д.т.н., Н. З. Нурғали, М. С. Алмағамбетов

Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева

Металлургиялық қождардың негізін құрайтын CaO-MgO- Al_2O_3 -SiO₂ жүйесінің термодинамикалық-диаграммалық талдау әдісімен күй диаграммасы зерттелініп нақтыланған. Ол 21 тұрақты элементарлы тетраэдрдан құралатыны анықталған. Алынған мәліметтер бескомпонентті TiO_2 -CaO-MgO- Al_2O_3 -SiO₂ жүйесінің конгруэнтті балқитын политоптарға қарама-қайшылықсыз бөлшектелетінін көрсетеді. Түйінді сөздер: бай титанды қож, диаграмма, термодинамикалық-диаграммалық талдау, конгруэнтті, тетраэдр.

The correctness of tetrahedral form of phase structure diagram of the system CaO-MgO- Al_2O_3 -SiO₂ is confirmed and it is a basic factor for a consistent division of five-component system TiO_2 -CaO-MgO- Al_2O_3 -SiO₂ into stable polytopes. The data obtained make possible to determine phase composition of slag melts at smelting of rich titanium slags and various ferrotitanium grades.

Key words: titanium slags, slag melts, thermodynamic-diagram analysis.

Диаграммы состояния многокомпонентных оксидных систем содержат полновесную информацию о составе и структуре предполагаемых продуктов плавки и служат для получения шлаков, максимально близких к заданным составам, и определения температурной зоны процесса, тем самым, предопределяя их свойства и способы технологических режимов их получения.

Реальные богатые титановые шлаки (БТШ), предназначенные для получения губчатого титана, и шлаки от производства ферротитана представляют собой многокомпонентную систему оксидных продуктов восстановления ильменитовых концентратов. Однако их основу составляет относительно небольшое количество оксидов. Фазовый состав БТШ и шлаков ферротитана можно охарактеризовать пятикомпонентной системой TiO_2 -CaO-MgO- Al_2O_3 -SiO₂, которая состоит из пяти четверных систем: TiO_2 -CaO-MgO- Al_2O_3 , TiO_2 -CaO-MgO-SiO₂, TiO_2 -

CaO-Al₂O₃-SiO₂, TiO₂-MgO-Al₂O₃-SiO₂ и CaO-MgO-Al₂O₃-SiO₂ [1]. Последняя подсистема является главной составной частью ряда многокомпонентных систем, в том числе девятикомпонентной системы CaO-MgO-FeO-Fe₂O₃-Cr₂O₃-Al₂O₃-ZrO₂-TiO₂-SiO₂, в которую входит большинство шлаковых продуктов металлургического производства.

Установлено, что пятикомпонентная система TiO₂-CaO-MgO-Al₂O₃-SiO₂ с учетом инконгруэнтных соединений состоит из 58 элементарных пентаэдров сосуществующих фаз [2]. При этом для каждого из пентаэдров найдены численные значения коэффициентов *a*, *b*, *c*, *d* и *e*, что позволяет рассчитать равновесный фазовый состав при любом сочетании оксидов TiO₂, CaO, MgO, Al₂O₃ и SiO₂ в сырье или изделии. Система CaO-MgO-Al₂O₃-SiO₂ состоит из 38 элементарных тетраэдров с учетом метастабильных соединений [1]. На рис. 1 представлена данная система с элементарными тетраэдрами, стабильными как в жидком, так и в твердом состоянии. На рис. 2, 3 для облегчения восприятия этой диаграммы и ее фазового строения она раздвинута на составные части.

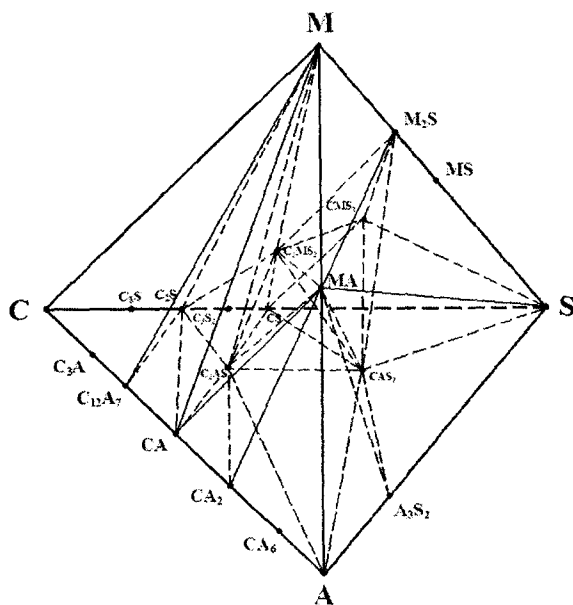


Рис. 1. Система CaO-MgO-Al₂O₃-SiO₂

В рассматриваемую диаграмму были внесены многочисленные коррективы и уточнения, касающиеся ее высокоглиноземистой области [3]. Также существенное противоречие фазового состава этой диаграммы наблюдается вследствие наличия на ее граничной тройной системе $MgO-Al_2O_3-SiO_2$ квазибинарной линии $SiO_2-MgO \cdot Al_2O_3$. В этом случае внутри системы $CaO-MgO-Al_2O_3-SiO_2$ образуется квазитройная система $2CaO \cdot SiO_2-MgO \cdot Al_2O_3-SiO_2$ [1], которая во многих местах пересекается с несколькими истинно квазитройными плоскостями $2CaO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2-2CaO \cdot MgO \cdot 2SiO_2-CaO \cdot SiO_2$, $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2-2CaO \cdot MgO \cdot 2SiO_2-CaO \cdot SiO_2$, $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2-CaO \cdot MgO \cdot 2SiO_2-SiO_2$ и другими. Согласно общепринятым принципам фазовых соотношений в многокомпонентных системах вышеуказанный факт невозможен [4]. В противном случае в местах пересечения квазибинарных линий $2CaO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2-2CaO \cdot MgO \cdot 2SiO_2$, $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2-2CaO \cdot MgO \cdot 2SiO_2$ и $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2-CaO \cdot MgO \cdot 2SiO_2$ с плоскостью $2CaO \cdot SiO_2-MgO \cdot Al_2O_3-SiO_2$ должны образоваться четырехкомпонентные соединения. Однако последние по настоящее время не обнаружены.

Следовательно, исходя из указанного и учитывая данные [5], согласно которым квазибинарность линии $2CaO \cdot SiO_2-MgO \cdot Al_2O_3$ яв-

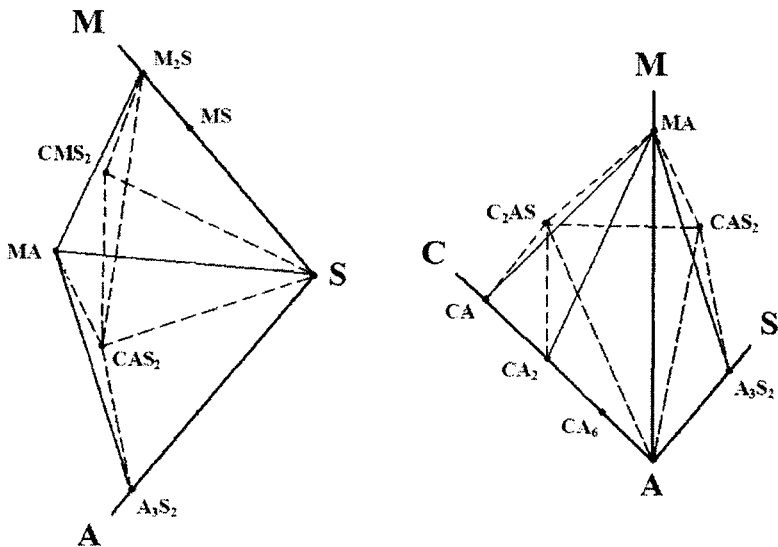
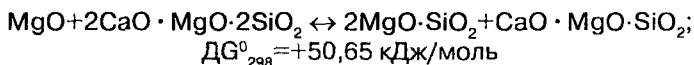
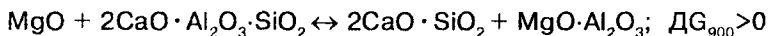


Рис. 2. Составные части системы $CaO-MgO-Al_2O_3-SiO_2$

ляется очевидной, поля кристаллизации фаз и их соотношения в системе $\text{CaO-MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ требуют уточнений и дополнительных исследований, что было осуществлено авторами данной работы.

Исследования энергетики взаимодействия сосуществующих фаз $\text{MgO-2CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ (периклаз-геленит) и $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2\text{-MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (ларнит-шпинель) показали, что при температурах выше 900 К величина свободной энергии Гиббса положительная ($\Delta G > 0$), т. е. реакция протекает между исходными веществами:



Вследствие этого вместо коннод $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2\text{-MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ и $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2\text{-CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ появляются равноценные квазибинарные линии $\text{MgO-2CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ и $\text{MgO-2CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$ (рис. 3), за счет которых снимаются вышеуказанные противоречия, связанные с пересечением плоскостей и образованием четверных соединений.

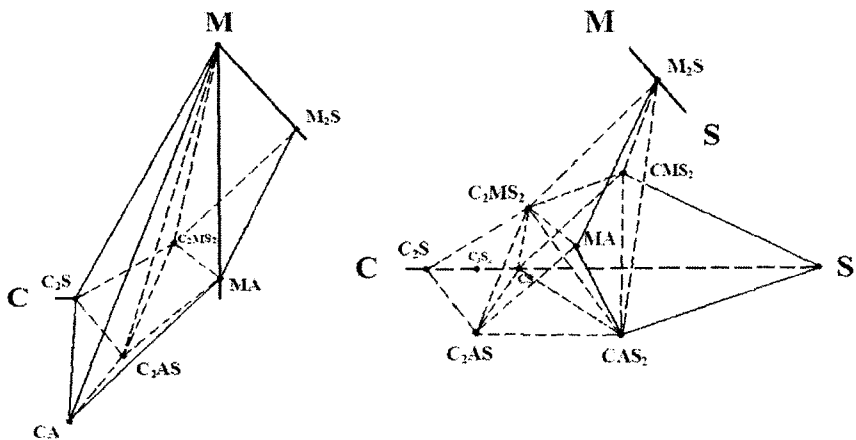


Рис. 3. Составные части системы $\text{CaO-MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$

В результате внесенных изменений, приведенных на диаграмме фазового строения системы $\text{CaO-MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, она разбивает-

ся на 21 стабильный тетраэдр, с образованием новых пяти под № 17-21 (таблица, где C-CaO, M-MgO, A-Al₂O₃, S-SiO₂).

Разбивка общей системы осуществлена с учетом конгруэнтно плавящихся соединений и объединением метастабильных коннод инконгруэнтных компонентов в стабильные тетраэдры. Сумма относительных объемов элементарных тетраэдров системы, рассчитанных методом обобщенного правила о «центре тяжести» [6], равна единице (0,999999).

Элементарные тетраэдры системы CaO-MgO-Al₂O₃-SiO₂

№ п/п	Элементарные тетраэдры	Объем
1.	C-M-C ₂ A ₇ -C ₂ S	0,179735
2.	M-C ₂ A ₇ -CA-C ₂ S	0,04537
3.	CA-CA ₂ -C ₂ AS-MA	0,008615
4.	CA ₂ -C ₂ AS-MA-A	0,013387
5.	C ₂ AS-CAS ₂ -MA-A	0,037368
6.	A ₃ S ₂ -CAS ₂ -MA-A	0,016121
7.	A ₃ S ₂ -CAS ₂ -MA-S	0,041045
8.	M ₂ S-CAS ₂ -MA-S	0,08299
9.	M ₂ S-CAS ₂ -CMS ₂ -S	0,054465
10.	CS-CAS ₂ -CMS ₂ -S	0,032971
11.	M ₂ S-CAS ₂ -C ₂ MS ₂ -MA	0,063558
12.	M ₂ S-CAS ₂ -C ₂ MS ₂ -CMS ₂	0,017976
13.	CS-CAS ₂ -C ₂ MS ₂ -CMS ₂	0,007252
14.	CS-CAS ₂ -C ₂ AS-C ₂ MS ₂	0,011451
15.	CAS ₂ -C ₂ AS-C ₂ MS ₂ -MA	0,032667
16.	C ₂ S-CS-C ₂ MS ₂ -C ₂ AS	0,009249
17.	M-C ₂ S-C ₂ AS-CA	0,045978
18.	M-C ₂ S-C ₂ MS ₂ -C ₂ AS	0,053439
19.	M-C ₂ AS-CA-MA	0,055743
20.	M-C ₂ MS ₂ -C ₂ AS-MA	0,064788
21.	M-M ₂ S-C ₂ MS ₂ -MA	0,125831
	Сумма	0,999999

Таким образом, результаты проведенных расчетов подтверждают верность тетраэдрици диаграммы фазового строения системы CaO-MgO-Al₂O₃-SiO₂ и являются основополагающими для непротиворечивого разбиения пятикомпонентной системы TiO₂-CaO-MgO-Al₂O₃-SiO₂ на стабильные политопы. При этом полученные данные позволят определить фазовый состав шлаковых расплавов при выплавке богатых титановых шлаков и различных марок ферротитана.

Литература

1. *Бережной А. С.* Многокомпонентные системы окислов. – Киев: Наукова думка, 1970. – 544 с.
2. *Акбердин А. А., Новиков В. С., Марсуверский Б. А.* Фазовая диаграмма системы $\text{CaO-MgO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ в аналитических выражениях // Изв. вузов. Черная металлургия. – 1989. – № 12. – С. 23-30.
3. *Габдулин Т. Г., Такенов Т. Д., Байсанов С. О., Букетов Е. А.* Физико-химические свойства марганцевых шлаков. – Алма-Ата, 1984. – 232 с.
4. *Захаров А. М.* Диаграммы состояния четверных систем. – М.: Металлургия, 1978. – 295 с.
5. *Prince A. T.* Phase Equilibrium Relationships in a Portion of the System $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO}$ // T. Am. Ceram. Soc. – 1951. – V. 34, № 2. – P. 44-51.
6. *Палатник Л. С.* // ДАН СССР. – 1954. – Т. 95, № 6. – С. 1227.

ИНФОРМАЦИЯ

НТ2007К2071

ГИДРОЦИКЛОННАЯ НЕФТЕЛОВУШКА

Назначение – разделение трехкомпонентной жидкости на составляющие.

Гидроциклон снабжен гидрозлеватором и устанавливается на всасывающей линии центробежного насоса. Насос не подвержен абразивному износу. Срок службы насоса увеличивается в 2-3 раза.

<i>Этапы разработки</i>	Бизнес-план
<i>Состояние защиты</i>	Патент(ы)
<i>Организация-разработчик</i>	Таразский государственный университет им. М. Х. Дулати

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИНТЕЗА
НОВЫХ ЛЮМИНОФОРОВ****В. М. Юров**, к.ф.-м.н.Карагандинский государственный университет
им. Е. А. Букетова

Берілген қасиеттері бар жаңа люминофорларды синтездеудің ғылыми-әдістемелік негіздері жасалған. Жаңа эффективті люминофорлар алу үшін кристалды негіз таңдаудың ережелері ұсынылған.

Түйінді сөздер: люминофорлар, люминофорларды синтездеу, люминофорлардың кристалды негізі.

The scientific and methodical bases of new luminophors with designed properties are developed. The rules of choice of a crystalline basis for obtaining of new effective luminophors are proposed.

Key words: luminophors, synthesis of luminophors, crystalline basis of luminophors.

Люминофоры находят широкое применение в светотехнике («лампы дневного света»), в экранах телевизоров и дисплеев, в качестве детекторов и дозиметров ядерных излучений, различного рода датчиков и др. Однако синтез люминофоров до сих пор осуществляется интуитивно, методом проб и ошибок. На основе теоретических и экспериментальных исследований нами предлагаются два правила для синтеза эффективных люминофоров.

Ранее нами был рассмотрен вопрос отклика подсистемы дефектов в твердых телах на внешнее воздействие (температура, давление, свет и т. д.) с позиций неравновесной статистической термодинамики [1-4]. Дефекты кристалла (примесные ионы, центры окраски и т. д.) рассматривались как система невзаимодействующих частиц, погруженная в термостат. Квантовые переходы, обусловленные взаимодействием дефектов с термостатом, будут диссипативными (с вероятностью P) в отличие от взаимодействия с внешним полем (с вероятностью F). Диссипативные процессы приводят к тому, что вторичное поле (отклик системы) всегда меньше первичного, вызывающего образование дефектов.

Поскольку подсистема дефектов обменивается с термостатом только энергией, то соответствующий им ансамбль будет каноническим. В этом случае выражение для вероятности диссипативных процессов имеет вид [4]:

$$P = \frac{2\Delta S}{k\tau} \exp \left\{ -\frac{E_m - G^0/N}{kT} \right\}. \quad (1)$$

где ΔS – изменение энтропии в диссипативном процессе;
 E_m – среднее значение энергии основного состояния дефектов;
 τ – время релаксации.

Для функции отклика Φ системы на внешнее поле имеем:

$$\Phi = \frac{F}{F + P}, \quad (2)$$

где P – вероятность диссипативного процесса и определяется (1);
 F определяет вероятность перехода в возбужденное состояние за счет первичного внешнего поля, причем $F = 1/\tau_p$,
 где τ_p – время жизни возбужденного состояния.

С учетом (1), (2) примет вид:

$$\Phi = \frac{1}{1 + \frac{\tau_p}{\tau} \frac{2\Delta S}{k} \exp \left(-\frac{E_m - G^0/N}{kT} \right)}. \quad (3)$$

Обозначая предэкспоненциальный множитель в (3) через C , получим

$$\Phi = \frac{1}{1 + C \exp \left(-\frac{E_m - G^0/N}{kT} \right)}. \quad (4)$$

Зависимость $I(T)$ для внутрицентровых процессов описывается формулой Мотта:

$$I(T) = \frac{I_0}{1 + A \exp(-q/kT)}, \quad (5)$$

где q – энергия активации тушения.

Аналогичная зависимость наблюдается и при фотовозбуждении из области переходов «зона – зона». Формула (5) по форме со-

впадает с полученной нами (4), где функция отклика $\Phi = I/I_0$. Преимуществом соотношения (4) является то, что энергия активации q приобретает более прозрачный смысл и является функцией концентрации дефектов, что не вытекает непосредственно из формулы Мотта.

На рис. 1 показаны кривые температурного тушения кристаллов галоидов аммония с примесью ионов иттербия. В пределах одной кристаллической модификации эти кривые хорошо описываются формулами (4) и (5). Однако формула Мотта не объясняет возникновение скачка интенсивности люминесценции при температуре фазового перехода. В противоположность этому в формуле (4) $G^0 = H - TS + PV$ и при фазовом переходе изменение $\Delta G^0 = \Delta H - T\Delta S$ приводит к изменению интенсивности свечения.

Для проверки выполненных предположений при выводе соотношения (4) сделано сравнение с экспериментом, с использованием

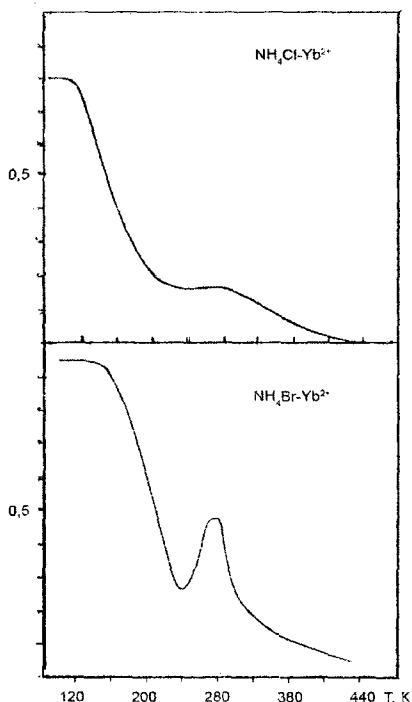


Рис. 1. Температурная зависимость квантового выхода люминесценции Yb^{2+} -центра в кристаллах галоидов аммония

данных по тепловому тушению люминесценции примесных центров в щелочно-галогидных кристаллах (ЩГК) и данных термодинамических свойств кристалла-матрицы (табл. 1).

Таблица 1

Сравнение люминесцентной и теплофизической методики определения энергии Гиббса

Кристалл	E_{in}^{ex} , эВ	Q, эВ	$\frac{G}{N}$ $\frac{кДж}{моль}$	ΔG^0 $\frac{кДж}{моль}$	δ , %
KCl – Tl	5,02	1,30	353,3	409,05	12,4
KCl – Cu	5,25	1,60	350,0	409,05	14,1
KBr – Cu	5,20	1,00	404,5	380,7	6,3
KI – Tl	4,34	0,90	341,2	323,24	5,6
NaCl – Cu	4,85	1,20	351,6	356,2	1,2
NaI – Tl	4,22	0,75	334,2	384,26	17,6

Здесь δ , % означает относительные отклонения G^0 , полученные в результате люминесцентных измерений, от значений, полученных при теплофизических измерениях. Результаты сравнения показывают хорошее совпадение обеих величин (табл. 1). Если экстраполировать температурную зависимость ΔS из (4), то обнаруживается следующая особенность: ΔS стремится к $\Delta S_{ф.п}$ (изменению энтропии при фазовом переходе). Таким образом, развиваемый нами подход позволяет связать выход люминесценции примесных центров с еще одной термодинамической величиной основного вещества – температурой плавления. Приведены результаты расчета ΔS и λ для некоторых фосфоров с использованием экспериментально наблюдаемых величин $\Delta E_{ст}$ и температура плавления $T_{пл}$ кристалла (табл. 2).

Таблица 2

Связь стоксовых потерь с температурой плавления основного вещества

Кристалл	$\Delta E_{ст}$, эВ	T, K	$\Delta S \cdot 10^{22}$, Дж/К	λ , 10^{19} , Дж	$T_{пл}$, K
NaCl – Tl ⁺	0,62	300	6,61	1,98	1074
KCl – Tl ⁺	0,96	300	10,2	3,07	1044
KBr – Tl ⁺	1,35	300	14,4	4,32	1001
KI – Tl ⁺	1,41	300	15,0	4,51	958

Определены правила выбора кристаллической основы для получения новых эффективных люминофоров [5-7]:

– *кристаллическая основа люминофора должна обладать как можно большим по абсолютной величине термодинамическим потенциалом Гиббса. Этого можно добиться, синтезируя люминофоры из веществ с большим значением энергии Гиббса, поскольку эта величина является аддитивной, либо вводя неактивные добавки с большим значением энергии Гиббса в уже известные люминофоры;*

– *кристаллическая основа люминофора должна обладать как можно большей температурой плавления, что достигается путем синтеза люминофоров на основе оксидов, силикатов и ряда других.*

Литература

1. Юров В. М., Кукетаев Т. А. Критерии выбора матрицы для люминофоров // Фундаментальные и прикладные проблемы физики. – Саранск, 2001. – С. 36-39.

2. Юров В. М., Сидореня Ю. С., Кукетаев Т. А. Термодинамический анализ процесса радиолиза в твердых телах // Докл. 9-й Международ. конф. «Физико-химические процессы в неорганических материалах». – Кемерово, 2004, Т. 2. – С. 93-95.

3. Юров В. М., Портнов В. С. Термодинамический анализ взаимодействия гамма-излучения с гетерогенной средой // Матер. Междунар. шк.-семинара по физ. конденс. состояния. – Усть-Каменогорск, 2004. – С. 41-43.

4. Юров В. М. Термодинамика люминесцирующих систем // Вестн. КарГУ, Сер. «Физика». – 2005. – № 3 (39). – С. 13-15.

5. Юров В. М., Кукетаев Т. А., Шкурапет В. Г. и др. Люминесцентный состав: А. с. 1428757 СССР, С 09 К 11/00 11/73 // Бюл. – 1988. – № 37. – 2 с.

6. Юров В. М., Кукетаев Т. А., Рахимжанова Г. Р. Люминофор: А. с. 1640142 СССР, С 09 К 11/59 // Бюл. № 13. – 1991. – 2 с.

7. Юров В. М., Кукетаев Т. А., Жетписбаев С. К., Тегза О. В. Термолюминофор на основе сульфата кальция: А. с. 1598494 СССР, С 09 К 11/56, С 30 В 29/10. // Бюл. – 1990. – 2 с.

КАТАЛИТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ АТТРАКТАНТА НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА И ЕГО ИСПЫТАНИЕ

М. Ж. Жаксибаев, к.х.н.

Казахский национальный технический университет
им. К.И. Сатпаева

Дара жібек тұт көбелегі аттрактанты болып табылатын 5,17-доказадинді гидрир-легенде цис-5,17 доказадиен цис шығымын қамтамасыз ететін европи оксидімен (1-10% Eu) жалатылған стереоспецификалық модификацияланған мыс катализаторлары жасалған. Алынған аттрактант сынау кезінде жақсы биологиялық белсенділік көрсетті.

Түйінді сөздер: каталитикалық синтез, аттрактант, дара жібек тұт көбелегі.

The stereospecific modified by europium oxide (1-10% Eu) applied copper catalysts, at hydrogenation of 5,17-dokazadiene providing quantity output of cys-, cys-5,17 dokazadiene being gypsy moth attractant are developed. The attractant obtained at tests showed a good biological activity.

Key words: catalytic synthesis, attractant, gypsy moth.

Потребность общества в лекарственных препаратах, витаминах и синтетических феромонах вредных насекомых, применяющихся для защиты полезных растений, с учетом охраны окружающей среды и качества сельхозпродуктов делает проблему создания стереоспецифических катализаторов весьма актуальной.

В результате стереоселективного гидрирования длинноцепочных ацетиленовых производных (C₆-C₂₂) образуются цис- или транс-олефиновые соединения, представляющие собой компоненты или полупродукты компонентов половых феромонов вредных насекомых.

В настоящее время известны нанесенные медные катализаторы, обеспечивающие конверсию ацетиленовых производных, однако скорости реакции довольно низкие. Поэтому необходимо создание катализаторов на основе меди, сохраняющих все достоинства медных нанесенных катализаторов и обеспечивающих высокую скорость процесса.

Рассмотрены результаты гидрирования 5,17-докозадина на медных катализаторах, модифицированных оксидом европия (0,5-10 % Eu), гидрирование изучали в интервале давлений 6-10 МПа и диапазоне температур 373-413 К на кинетической установке высокого давления (табл. 1, 2).

На всех катализаторах 10 % Cu+Eu₂O₃/γ-Al₂O₃ при варьировании Eu от 0,5 до 10 % наблюдается 100 %-ный выход цис-, цис-5,17-докозадиена (табл. 1). Реакция самопроизвольно останавливается после превращения диацетиленового углеводорода в цис-, цис- 5,17-докозадиен. При этом время реакции по сравнению с таковым для 10 % Cu/γ-Al₂O₃ снижается в 5,8-4,4 раза на катализаторах, содержащих от 0,5 до 3 % Eu, в 3,5 раза – на катализаторах с 7 и 10 % Eu. Максимальное снижение времени реакции в 11,6 раза (по сравнению со стандартным катализатором [1]) и максимальная скорость гидрирования отмечаются на катализаторе с 5 % Eu, что коррелирует с результатами по термодесорбции водорода из модифицированных медных катализаторов [2].

Таблица 1

Гидрирование 5,17-докозадина в гексане при 393 К и 8 МПа на катализаторах 10 % Cu+Eu₂O₃(0,5-10 % Eu)/γ-Al₂O₃

Содержание Eu в катализаторе, мас. %	τ, мин	Состав катализата, %		
		z-,z- 5,17-докозадиен	докозан	5,17-докозадин
Стандартный катализатор	175	100	-	-
Усовершенствованный катализатор	100	100	-	-
0,5	30	100	-	-
1,0	30	100	-	-
3,0	25	100	-	-
5,0	15	100	-	-
7,0	50	100	-	-
10,0	50	100	-	-

Катализатор с 5 % Eu характеризуется максимальным содержанием водорода, в 2,4 раза превышающим таковое для соответствующего индивидуального медного катализатора, поэтому указанный катализатор характеризуется максимальной активностью. Согласно данным РФА, во всех модифицированных катализаторах при-

сутствует металлическая медь без каких-либо примесей посторонних атомов в ее кристаллической решетке. Результаты электронно-микроскопических измерений показали, что в катализаторе 10 % $\text{Cu}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ присутствуют как тонкодисперсные частицы размером 40-60 Å, так и крупные плотные образования 200-300 Å. При модифицировании оксидом европия наблюдается тенденция к снижению числа крупных плотных образований, хотя заметного повышения дисперсности не происходит.

Высокая селективность связана с тем, что теплота адсорбции олефинов на меди слишком низкая, неблагоприятная для прохождения каталитической реакции [3]. Высокая стереоселективность является следствием способности меди образовывать дигидридные комплексы, которые дают возможность присоединения двух атомов водорода с одной стороны тройной связи [4].

Время реакции на катализаторе с 5 % Eu по сравнению с таким для 10 % $\text{Cu}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, приготовленного по усовершенствованной методике, понижается в 6,6 раза, на катализаторах с 0,5-3 % Eu время реакции понижается в 3,3-4 раза, с 7 и 10 % европия – в 2 раза.

Изменение давления от 6 до 10 МПа не изменяет стереоспецифичности катализаторов с 5 % Eu, выход цис-, цис-докозадиена в

Таблица 2

**Гидрирование 5,17-декозадина в гексане
на катализаторах 10 % Cu + Eu₂O₃ (0,5-10 % Eu) / $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$**

Содержание Eu в катализаторе, мас. %	Т, К	Р, МПа	τ , реакции, мин	Состав катализатора, %			
				Z-, Z-5, 17	E-, E-5, 17	докозан	5,17- докоза- дин
				докозадиен			
0	373		190	100	-	-	-
0	393	8	175	100	-	-	-
0	413		120	100	-	-	-
5	373		30		-	-	-
5	393	8	15	100	-	-	-
5	413		15		-	-	-
0		6	280	86	-	-	-
0	393	8	175	100	-	-	-
0		10	175	100	-	-	-
5		6	30	100	-	-	-
5	393	8	15	100	-	-	-
5		10	15	100	-	-	-

этом интервале давления составляет 100 % (табл. 2). На 10 % $\text{Cu} + \text{Eu}_2\text{O}_3/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ при 6 МПа и 393 К конверсия составляет 86 %, в катализате обнаруживается 86 % цис-, цис-5,17-докозадиена и 14 % исходного ацетиленового спирта. Под давлением водорода 8 и 10 МПа время реакции сокращается в 11,6 раза. При варьировании температуры от 373 до 413 К в случае проведения реакции под давлением водорода 8 МПа выход цис-, цис-5,17-докозадиена не изменяется и составляет 100 %. При P_{H_2} – 8 МПа время реакции сокращается при 373 К в 6,3 раза по сравнению с 10 % $\text{Cu} / \gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, при 393 К – в 11,6 раза, при 413 К – в 8,4 раза по сравнению со стандартным катализатором.

Таким образом, разработаны модифицированные медные катализаторы 10 % $\text{Cu} + \text{Eu}_2\text{O}_3/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ (Eu -0,5-10 %), обеспечивающие полную конверсию 5,17-докозадиена и 100 %-ный выход цис-, цис-5,17-докозадиена, при проведении процесса в интервале температур 393-413 К в диапазоне давлений 6-10 МПа. При этом возрастает скорость и сокращается время реакции в 11,6-4,4 раза по сравнению со стандартным катализатором в зависимости от содержания европия и условий проведения процесса.

Порядок реакции по непредельному соединению нулевой, судя по постоянной скорости гидрирования при варьировании концентрации непредельного соединения. Повышение давления от 8 до 10 МПа не влияет на скорость процесса, т. е. порядок реакции по водороду становится нулевым, 8 МПа является «предельным» давлением.

Продукт стереоселективного гидрирования 5,17-докозадиена является аттрактантом непредельного шелкопряда. Препарат прошел натурные испытания на экспериментальной базе КазНИИЗР и в хозяйстве «Алатау» в плодовом саду. Для испытания препаративные формы аттрактанта помещали на поверхность вкладыша, смазанного клеем «Пестификс». Ловушки «Атракон АА» с учетной поверхностью 200 см² развешивали на высоте 1-1,2 м над уровнем почвы и на расстоянии 500 м друг от друга. Осмотр ловушек проводили один раз в неделю. Повторность опыта пятикратная.

За время испытания препаратов численность непарного шелкопряда в садах была низкой. Осенний запас яйцекладок в среднем составлял 0,3 экз. на 1 пог. метр побега. Бабочек в среднем от 2 до 10 экз/пог.метр. Но несмотря на такую численность, результаты полевых испытаний показали, что аттрактивными для вредителя были препараты 2а, 3б, 2в. В среднем из 5-ти повторностей на одну ловуш-

ку вылавливалось 5-7 экз. Таким образом, даже при низкой численности вредителя ловушки с препаратами 2а, 3б, 2в отлавливают достаточное количество бабочек для определения начала сроков проведения защитных мер, т. е. синтезированный аттрактант проявляет хорошую биологическую активность.

Литература

1. Пак А. М., Слепов С. К., Картоножкина О. И. Катализатор для получения высокомолекулярных цис-этиленовых изомеров: Патент РК № 5229 // Бюл. изобр. – 1999. – № 8.

2. Пак А. М., Кильдибекова Г. А., Ермолаев В. Н. и др. Физико-химические и каталитические свойства нанесенных модифицированных катализаторов // Изв. АН РК. Сер. хим. – 1998. – № 1. – С. 59-64.

3. Закумбаева Г. Д. Взаимодействие органических соединений с поверхностью металлов VIII группы. – Алма-Ата: Наука, 1978. – 304 с.

4. Yefremenko J. G., Zilberberg J. L., Zhidomirov G. M., Pak A. M., Hydrogen activation on copper catalytic sites in stereoselective alkyne hydrogenation // React. Catal. Lett. – 1995. – № 56. – № 1. – P. 77.

ИНФОРМАЦИЯ

НТ2008К2101

КАЗАХСКИЙ ТИП БУРОГО МОЛОЧНОГО СКОТА АКЫРЫС

Массив желательного типа составляет 6193 гол. Средний удой коров 5182 кг молока. Определены желательные варианты кровности. Отобраны 60 бычков собственной репродукции.

Состояние защиты

Патент(ы)

Вид делового предложения

Совместное производство

Организация-разработчик

Научно-производственный
центр животноводства и ветеринарии

**ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ПОЛИМЕРОВ И ИХ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ****А. О. Оспанова**, д.т.н., **М. Ж. Кошкинбаева**Южно-Казахстанский государственный университет
им. М. Ауезова

Жұмыста, стиролды полимерлеу процесінің режимдік параметрлеріне молекулалық массаның тәуелділігі негізінде, полимерлердің сапалық көрсеткіштерін зерттеулер жүргізілген. Толық емес конверсиядағы полимерлеу реакторлары каскадында процесі жүргіздеу зерттеулер жасалынған.

Түйінді сөздер: полимерлер, стиролды полимеризациялау, полимеризациялық процестерді моделдеу.

The quality indices of polymers, dependence of a molecular weight on mode parameters of styrene polymerization process, process in a cascade of polymerization reactors at underconversion are investigated. The mechanism of polymerization process is presented.

Key words: polymers, styrene polymerization, modeling of polymerization process.

При моделировании полимеризационных процессов наибольший интерес и сложность представляет исследование молекулярно-массового распределения (ММР) полимера, которое в теории полимеризации считают основной оценкой качества продукта. Именно качество готового полимера определяет его марочный ассортимент и соответственно его применение. ММР тесно связано с кинетикой процесса полимеризации и макрокинетическими закономерностями. Поскольку ММР несет большой объем информации о механизме протекания процесса и позволяет прогнозировать качество полимера в широкой области изменения его параметров, то задачу построения моделей на уровне ММР следует считать основной при моделировании процессов полимеризации.

Молекулярная масса подразделяется на среднечисловую M_n , средневязкостную M_v , средневесовую M_w . Полидисперсность определяется выражением:

$$\mu = \frac{M_w}{M_n} \quad (1)$$

При выборе размеров реактора исследуется вопрос о влиянии перемешивания на ширину молекулярно-массового распределения ММР. Теоретические исследования влияния перемешивания на форму ММР проводили Денбик [1] и Амундсон [2]. ММР в смесителе непрерывного действия шире, чем в реакторе периодического действия для случая, когда средняя продолжительность жизни, способной к росту макромолекулы, велика по сравнению со средним индукционным периодом [1]. Молекулярная масса не изменяется с увеличением конверсии мономера, но сильно зависит от температуры полимеризации [1]. Такой вывод был сделан по результатам эксперимента в лаборатории Куковского завода [3]. Эксперименты проводились с техническим стиролом в запаянных ампулах под вакуумом при постоянной температуре (120, 130, 150 °С) и при ступенчатом повышении температуры (120-150 °С и 130-150 °С) (табл. 1, 2, 3). Конверсию стирола измеряли, молекулярную массу рассчитывали по формуле [3]:

$$M = 1,438 \cdot \lg[\eta] + 5.588, \quad (2)$$

где η – характеристическая вязкость.

Таблица 1

Экспериментальные данные кинетических констант

Коэффициенты уравнения (1)	Чистый стирол		Технический стирол
	данные 1 эксперимента	данные 2 эксперимента	
E/R, К	9980	9670	10216
$K_0, \% \text{ ч}^{-1}$	$8,85 \cdot 10^{11}$	$3,55 \cdot 10^{11}$	$24,3 \cdot 10^{11}$

Таблица 2

Экспериментальные данные полимеризации технического стирола

T, °С	$\omega_p = 2,43 \cdot 10^{12} \cdot e^{-10216/T}$	$M = 178,31 \cdot e^{3113/T}$
70	0,289	1552000
90	1,49	942000
100	3,18	748600
130	22,4	402400
160	80,2	279400
180	298	171600
200	956,4	128400
220	2410	98300

Таблица 3

**Экспериментальные характеристики полистирола
на разных ступенях полимеризации**

Показатель	Средневесовая молекулярная масса, M_w	Среднечисловая молекулярная масса, M_n	Полидис- персность μ
Экспериментальные данные для полистирола:			
на выходе из форполимеризатора	598947	165281	3,62
на выходе из реактора	2000000	453000	4,4
Расчетные значения для полистирола в колонне			
	430177	127720	3,37

Установлены зависимости начальной скорости полимеризации и молекулярной массы от температуры процесса (рис 1, 2).

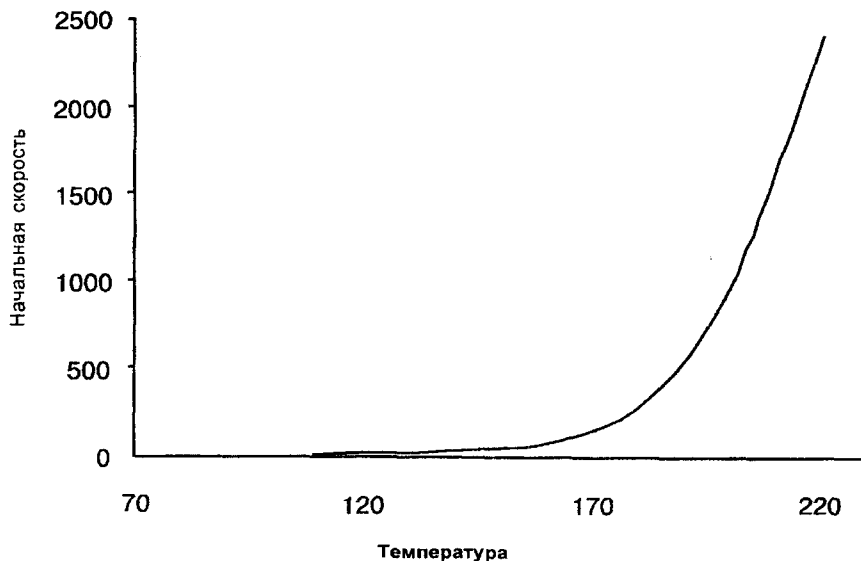


Рис. 1. Зависимость начальной скорости полимеризации от температуры

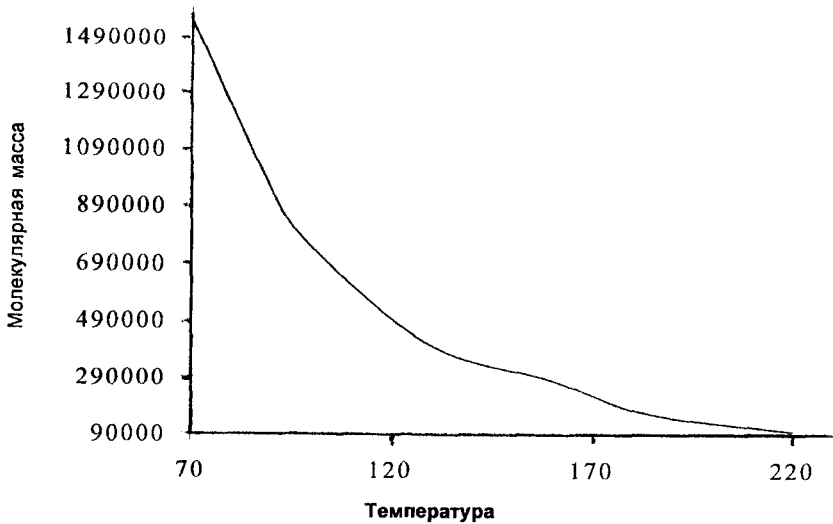


Рис. 2. Зависимость молекулярной массы от температуры

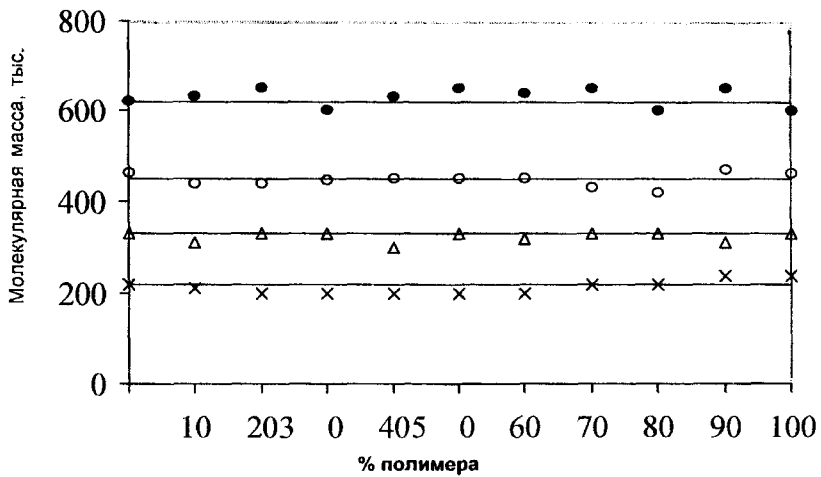


Рис. 3. Изменение молекулярной массы полистирола с конверсией при различных температурах: ● 100 °C; ○ 120 °C; △ 130 °C; × 150 °C

Показано, что молекулярная масса полистирола, образующегося на всех стадиях процесса, практически постоянна, в широком диапазоне изменений конверсий (0-100 %) (рис. 3). Это объясняется тем, что 80 % реакций обрыва цепи для термоинициированной полимеризации стирола в массе приходится на реакцию передачи цепи через мономер, а константа скорости этой реакции не зависит от конверсии.

Средневязкостная молекулярная масса определялась по формуле:

$$M(T) = a \cdot \exp\left[\frac{a}{T}\right] \quad (3)$$

Экспериментальные данные (табл. 3) необходимы для расчета коэффициентов уравнения (1) [4, 7].

Нами предложено аппаратное оформление процесса полимеризации стирола в виде трехступенчатой системы из двух последовательно соединенных реакторов и колонны. Под форполимеризатором подразумевается 1-й реактор.

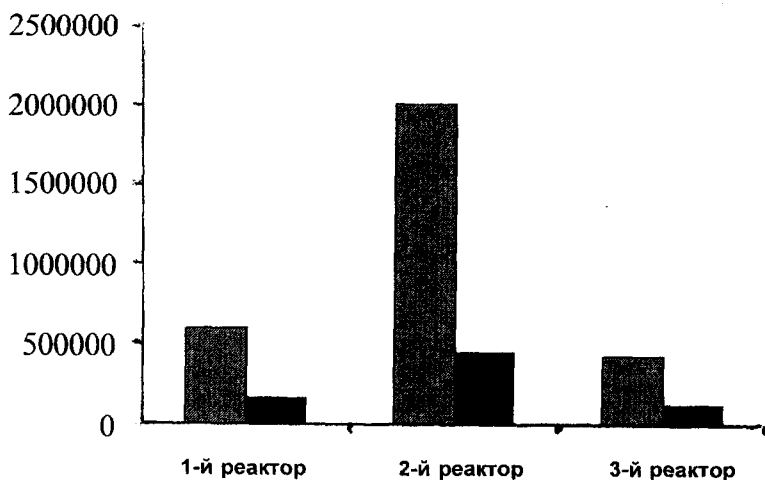


Рис. 4. Изменение молекулярной массы в аппаратах:
 ▨ – средневесовая; ■ – среднечисловая

Максимальное значение молекулярной массы достигается во втором реакторе (рис. 4). На выходе из аппаратов молекулярная масса полимера уменьшается и доходит до значения молекулярной массы в первом реакторе. Повышение температуры полимеризации увеличивает вероятность передачи цепи на полимер, что и приводит, в свою очередь, к появлению разветвленных макромолекул. При понижении температуры полимеризация идет по механизму «живых цепей», что вызывает сужение ММР, при этом образуется линейный полимер. Построение ММР полимера с последующим нахождением молекулярно-массовых характеристик позволяет установить тесную связь между математической моделью и экспериментальной базой данных и, как следствие, снизить погрешность вычислений, связанных с обработкой промышленного эксперимента в режиме реального времени.

Литература

1. *Denbigh K. G.* Trans. Farad. Soc. 43, 648, 1947.
2. *Zeman R. J., Amundson N. R.* Chemical Engineerig science. 20, 331, 1965.
3. *Глейзер Р. Г., Файдель Г. И., Ханукаева А. И., Шатхан Ф. А.* Расчет оптимальных режимов термоинициируемой полимеризации стирола в массе для получения полимера с заданным молекулярным весом // Высокомолекулярные соединения. – 1974. – № 9. – 196 с.
4. *Оспанова А. О., Кокетаев А. И.* Исследования марочного ассортимента полистиролов // Промышленность Казахстана. – 2003. – № 11. – С. 68-69.
5. *Малкин А. М., Вольфсон С. А., Кулезнев В. Н. Файдель Г. И.* Полистирол. – М.: Химия, 1975. – С.104-106.
6. *Гаччиладзе М. В.* МВР промышленного блочного полистирола и полистирола по схеме шнековой полимеризации // Пластмассы. – 1999. – № 12. – С.40-41.
7. *Оспанова А. О.* Способ разработки математических моделей процессов полимеризации стирола // Поиск. – 2001. – № 3. – С. 17-23.
8. *Сивергин Ю. М., Гайсин Ф. Р., Ухова Н. В., Усманов С. М.* О гранулометрическом распределении в трехмерных полимерах. Численный эксперимент // Пластмассы. – 2007. – № 6.

**АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОЙ СЕРЫ,
СУЛЬФИТ- И ТИОСУЛЬФАТ-ИОНОВ
НА ТВЕРДЫХ ЭЛЕКТРОДАХ В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ**

И. В. Фигуринене, к.х.н.

Карагандинская государственная медицинская академия

Элементтік күкірттің, сульфит- және тиосульфат-иондардың электрохимиялық іс әрекеті зерттелген. Бірвалентті және эквивалентті мыстың сульфидтерін алудың жаңа электрохимиялық тәсілдері жасалған. Зерттеу нәтижелері күкірт белсенді сульфидизатор болып табылатын қиын байытылатын қышқылданған мыс рудаларын электрохимиялық сульфидтеу өдісін жасау үшін қолданылған.

Түйінді сөздер: ұнтақ күкірт, сульфит-иондар, тиосульфат-иондар.

The electrochemical behavior of element powder sulfur, sulfite- and thiosulfate-ions in an alkaline medium on various solid electrodes is investigated. The new electrochemical methods of production of monovalent- and divalent copper are developed. The results of investigation are used for development of method of electrochemical sulfidizing of hard-cleaning oxidized waste ores in which sulfur is an active sulfidizer.

Key words: powder element sulfur, sulfite-ions, thiosulfate-ions.

В последнее время актуально вовлечение в производство труднообогатимых окисленных медных руд, которые практически не поддаются традиционным методам флотационного обогащения. Такие руды перерабатываются в настоящее время в основном по методу профессора В. Я. Мостовича [1], включающему выщелачивание меди серной кислотой, восстановление растворенной меди до металлического состояния губчатым железом и флотацию восстановленной меди в присутствии сернистого натрия и флотореагентов при температуре 65 °С. Основными недостатками данного метода являются сравнительно низкое извлечение меди в концентрат, сложность технологической схемы, относительно высокая температура и высокие энергозатраты на нагрев пульпы.

Наиболее перспективны при подготовке труднообогатимых окисленных медных руд к флотации методы электрохимического сульфидирования. Для создания таких высокоэффективных методов кроме

изучения физико-химического состояния окисленных минералов меди необходимы исследования электрохимического поведения сульфидизатора серы и ее соединений. Значительное влияние на электрохимические процессы оказывает природа электрода. Электрохимическое поведение серы, сульфит- и тиосульфат-ионов изучено в основном на ртутном и платиновом электродах [2].

Автором впервые исследовано анодное поведение элементарной серы, сульфит- и тиосульфат-ионов на различных твердых электродах-токоподводах в щелочной среде. Эксперименты проводили методом снятия потенциодинамических поляризационных кривых на платине, меди, никеле и нержавеющей стали. В данной работе приведены потенциалы относительно нормального водородного электрода. Вольт-амперные кривые серы снимали с помощью прижимного электрода [3], преимущество конструкции которого заключается в возможности поляризации порошковых материалов за счет прямого непосредственного контакта с поверхностью твердых электродов. Волны окисления серы обнаружены на вольт-амперных кривых всех перечисленных выше электродов (рис. 1), соответствующие образованию сульфит- и сульфат-ионов. На анодной поляризационной кривой медного электрода наблюдаются две волны, соответствующие реакциям окисления меди до Cu_2O и CuO . В присутствии серы появляется третья волна вблизи потенциала выделения кислорода-

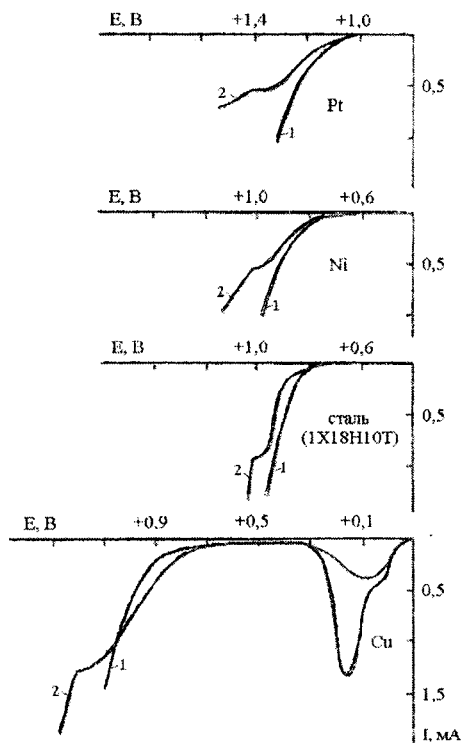


Рис. 1. Анодные вольт-амперные кривые элементарной серы на различных электродах в 1М растворе гидроксида натрия при 25 °С: 1 – в фоновом растворе; 2 – с порошковой серой, прижатой к поверхности электрода

да, соответствующая образованию SO_3^{2-} и SO_4^{2-} ионов (рис. 1). Изменение температуры не оказывает заметного влияния на скорость окисления серы на платиновом электроде.

Окисление халькогенов в щелочных растворах можно представить двумя механизмами [4]: диспропорционирование с последующим окислением халькогенидных соединений; непосредственное окисление адсорбированным и на твердой поверхности окислителями. В случае серы наблюдается и диспропорционирование, и окисление кислородом. С повышением температуры эти процессы конкурируют друг с другом, поэтому существенного изменения высоты волны окисления не наблюдается.

Как известно [2], сульфит-анион в щелочной среде электрохимически не восстанавливается. Исследования катодного поведения SO_3^{2-} -иона, проведенные нами на твердых электродах, подтверждают эти данные. Установлено, что SO_3^{2-} проявляет электрохимическую активность на платиновом, никелевом и медном анодах, а на анодной поляризационной кривой стального электрода волн окисления до потенциала выделения кислорода не обнаружено (рис. 2, кривая 2).

Это обусловлено тем, что при концентрации щелочи 1М окисление сульфит-иона происходит в области выделения кислорода, по-

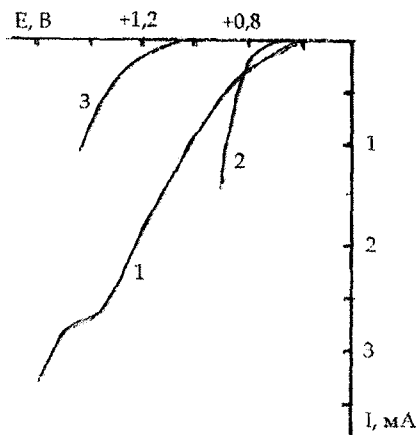
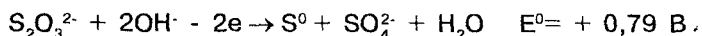


Рис. 2. Анодные поляризационные кривые окисления серы (IY) (0,5М) на электродах из платины (1) и нержавеющей стали (2) в 1М растворе гидроксида натрия (3) – платиновый электрод в фоновом растворе

этому волна окисления SO_3^{2-} иона сливается с волной кислорода. На платиновом аноде зарегистрирована волна окисления иона SO_3^{2-} до SO_4^{2-} в области потенциалов $+0,90$ В (рис. 2, кривая 1). При анодной поляризации медного электрода в присутствии сульфит-ионов кроме волн окисления меди обнаружена волна окисления SO_3^{2-} при $E=+0,56$ В, высота которой также зависит от концентрации сульфита.

На катодных поляризационных кривых тиосульфата на перечисленных выше электродах наблюдается лишь ток восстановления водорода. На анодных поляризационных кривых электродов из платины, никеля и нержавеющей стали окисление тиосульфат-ионов (рис. 3) протекает по реакции:



На анодной кривой медного электрода в присутствии тиосульфата в результате анодного окисления образуется Cu_2S , что установлено с помощью рентгенофазового анализа. По-видимому, окисление тиосульфат-иона на медном электроде протекает по следующему механизму: при наложении анодной поляризации поверхность медного электрода покрывается оксидом меди (II). Затем на окисленной поверхности происходит окисление тиосульфат-иона до элементарной серы по реакции (3). Свежеобразованная сера сразу же взаимодействует с оксидом меди(II) с образованием Cu_2S .

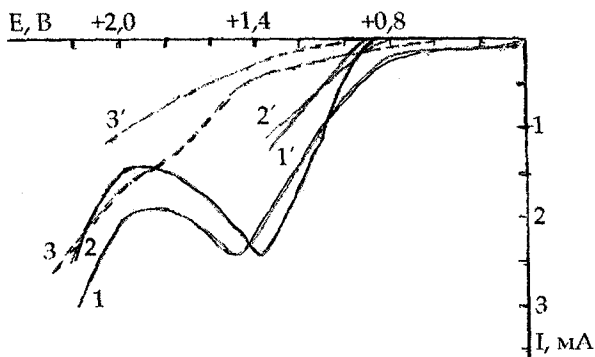


Рис. 3. Анодные поляризационные кривые тиосульфат-иона ($0,1\text{M}$) на электродах из нержавеющей стали (1), никеля (2) и платины (3) в $0,2\text{M}$ растворе NaOH (1', 2', 3' соответственно фоновые кривые)

Повышение температуры раствора приводит к возрастанию высоты максимума тока окисления. Рассчитанные величины энергии активации окисления тиосульфат-иона на платине соответственно в среднем равны 20,05- 16,89 кДж/моль, что свидетельствует о протекании реакции в диффузионно-кинетическом режиме.

В настоящее время вопрос о строении тиосульфат-иона остается спорным. Свойства тиосульфата позволяют рассматривать его и как производное сульфат-иона, в котором один атом кислорода замещен на атомы серы, и как производное сульфит-иона, имеющего дополнительный атом серы. Проведенные нами исследования анодного поведения сульфит- и тиосульфат-ионов в щелочной среде позволяют предположить, что при анодной поляризации тиосульфат-иона окисляется сульфит, входящий в структуру тиосульфата, так как потенциалы окисления ионов SO_3^{2-} и $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ близки (рис. 2, 3). На поверхности электродов из платины, нержавеющей стали и никеля продуктом анодного окисления (в области потенциалов +0,84+1,5 В) зафиксирована элементная сера. Предполагаем, что в структуре тиосульфат-иона один атом серы находится в состоянии, близком к атомарному, а другой имеет степень окисления +4, который при анодной поляризации окисляется до сульфат-иона. Эти данные подтверждены результатами рентгенографического и спектрального анализов.

Таким образом, изучено электрохимическое поведение элементной серы, сульфит- и тиосульфат-ионов. Результаты исследований использованы для разработки новых электрохимических способов получения сульфидов одновалентной [5] и двухвалентной меди [6]. Разработан способ электрохимического сульфидирования труднообогатимых окисленных медных отвалов Жезказгана и Балхаша [7], в которых сера является активным сульфидизатором.

Литература

1. *Фалеев В. П.* Переработка джезказганских окисленных руд по методу Мостовича // Большой Джезказган. – Алма-Ата, 1963. – 229 с.
2. *Жданов С. И.* Электрохимия серы и ее неорганических соединений. Итоги науки и техники // Электрохимия. – М.: ВИНТИ. – 1981, Т. 17. – С. 230-283.
3. *Башова А. К., Башов А., Угорец М. З., Букетов Е. А.* Катодная поляризация дисперсного селена в растворах гидроксида натрия на твердых электродах // Журн. прикл. хим. – 1980. – № 9. – С. 2122-2124.

4. *Букетов Е. А., Угорец М. З.* Гидрохимическое окисление халькогенов и халькогенидов. – Алма-Ата: Наука, 1975. – 326 с.

5. *Башов А., Володина Е. Н., Фигуринене И. В.* и др. Способ получения сульфида одновалентной меди // А. с. СССР № 1328404, 1987.

6. *Доспаев М. М., Малышев В. П., Фигуринене И. В.* и др. Способ получения сульфида двухвалентной меди: Пол. решение на выдачу предпатента по заявке № 2006/0159.1 от 06.04.2007 г. № 12-2/И25.

7. *Башов А., Бектурганов Н. С., Доспаев М. М.* и др. Способ переработки труднообогатимой окисленной медной руды: А. с. СССР № 1535035, 1986.

ИНФОРМАЦИЯ

НТ2007К2072 СОРТ РИСА АРУ

Назначение – замена устаревших районированных сортов Маржан, Кубань 3, Авангард .

Вегетационный период 90-95 дней. Высота растений 95-100 см. Количество зерен в метелке 90-100 шт. Масса 1000 зерен 30-31г. Устойчивость к полеганию 7 баллов (среднеустойчив). Устойчивость к осыпанию 1 балл (устойчив). Выход крупы 68-70 %. Выход целого ядра 85-90 %. Урожайность 55-60 ц/га. Солеустойчив.

<i>Этапы разработки</i>	Опытный образец Районирование
<i>Состояние защиты</i>	Патент(ы)
<i>Вид делового предложения</i>	Продажа лицензии Совместное производство
<i>Организация-разработчик</i>	Научно-исследовательский институт риса

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИРОДНОГО БИТУМА МАНГЫШЛАКА**К. Б. Батманов, к.х.н.**Актауский государственный университет
им. Ш. Есенова

Манғыстаудың табиғи битумын әр түрлі физика-химиялық әдістермен зерттеу жолдарын құрылысында және басқа өндірістерде қолдануың практикалық маңыздылығы көрсетілген. Зерттеулер Манғыстаудың бұл табиғи битумдардың өте манызы артық көмір сутегіне теңдес шикізат болып тұр. Таспас, Тюбеджик и Джангурши табиғи битумдарды зерттеу барысында алынған эксперименталдық нәтижелер көрсетеді, бұл шикізаттан жол құрылысына арналған товарлық битуммен бірге жанармай мен электродық материалдар алынады.

Түйінді сөздер: Манғышылақ, мұнайбитумды породадар, табиғи битум.

It is shown that natural oil-bituminous rocks of Mangyshlak are valuable alternative hydrocarbon raw material. The natural bitumen of Taspas, Tyubedzhik and Dzhangurshi fields can be used for production of commercial grades of bitumen, fuel- and electrode materials.

Key words: Mangyshlak, oil-bituminous rocks, natural bitumen.

Проведены исследования, направленные на определение и изучение физико-химического, минералогического состава, а также качественных показателей органической части нефтебитуминозных пород (НБП), выделенных различными способами. Целью исследования является использование НБП в качестве альтернативного углеводородного сырья. Рассмотрены наиболее крупные и перспективные месторождения нефтебитуминозных пород Мангышлака - Беке-Таспас, Тюбеджик и Джангуршы. Общие запасы нефтебитуминозных пород составляют 120-125 млн т, битумонасыщенность колеблется от 7,2 до 20,6 вес. % (в среднем 13,9 вес. %). Изучен физико-химический и минералогический состав битума Тапасского месторождения (табл. 1, 2).

Таблица 1

**Физико-химический состав битума
Таспасского месторождения (класс битума – асфальт)**

Смола, %	Масло, %	Асфальтены, %	Удельный вес, кг/м ³	Примечание
17,7-38,7	48,7-74,5	4,5-12,5	1130-1260	Вязкость по стандартному вискозиметру с отв. 5 мм при T=60 °C равна 434-1693 с

Таблица 2

**Минералогический состав битума
Таспасского месторождения**

Минерал	Состав, %
Кварц	80-90
Полевой шпат	1-12
Гипс	до 3
Магнезит	до 1
Слюда	до 1
Лимонит	до 1
Пирит	1-2

Экспериментальные исследования [1-5] показывают, что содержание вяжущих в нефтебитуминозных породах различных месторождений Мангышлака колеблется в пределах 8-20 % мас. НБП (кроме углеводорода) также содержат до 0,01 % различных химических элементов: ванадий, никель, титан, цинк, медь, магний, рений, молибден, кобальт, алюминий, железо и золото.

Качественные характеристики и потенциальное содержание углеводородной части и других минеральных соединений в НБП определялось с применением различных физико-химических методов. Извлечение органической части НБП осуществлялось экстракционным и термическим способами. Определены качественные показатели органической части НБП, выделенной методом экстракции из некоторых более крупных и перспективных месторождений Казахстана (табл. 3).

Степень извлечения нефти из НБП в присутствии различных растворителей (бензин БР-1, изооктан, толуол и их смеси) колебалась в пределах 90,2-95,6 % мас. Извлеченная нефть из НБП характеризуется следующими показателями: $\rho_{4^{20}} = 1,018-1,195 \text{ г/см}^3$; $\eta = 25,8-28,2 \text{ сСт}$; $T_{\text{заст.}} = 14-19 \text{ }^\circ\text{C}$; коксуемость – 28,4-31,3 %; зольность – 0,25-0,27 % мас.; содержание серы – 1,08-1,13 %; N = 0,59-0,65 %; C = 84,48-85,53 %; $H_2 = 10,69-11,80 \text{ %}$; $O^2 = 2,02-4,04 \text{ %}$; фракций, выкипающих до 180 $^\circ\text{C}$ – 0,93-1,2 %; фр. 180-350 $^\circ\text{C}$ – 11,6-14,2 %; 350-460 $^\circ\text{C}$ – 26,7-31,6 % мас. и выше 460 $^\circ\text{C}$ – 55,7-59,5 %.

Таблица 3

Характеристика органической части нефтебитуминозной породы, выделенной методом экстракции

Показатель	Месторождение НБП		
	Тюбеджик	Джангуршы	Беке-Таспас
Плотность, $\rho_{4^{20}}$, г/см ³	1,018	1,025	1,195
Содержание общ. серы, % мас.	1,12	1,08	1,13
Элементный состав, % мас.:			
Углерод	85,53	84,48	84,59
Водород	11,80	10,69	11,28
Кислород	2,02	4,04	3,50
Азот	0,65	0,59	0,63
Зольность, % мас.	0,25	0,27	0,25
Коксуемость, % мас.	28,4	31,3	29,5
Температура размягчения по КиШ, $^\circ\text{C}$	23,0	21,0	22,0
Температура застывания, $^\circ\text{C}$	19,0	14,0	16,0
Кинематическая вязкость при 80 $^\circ\text{C}$	26,5	25,8	28,2
Глубина проникновения при, $d = 0,1$	25,0	22,0	24,0
Содержание, % мас.:			
масел	50,4	52,9	61,6
смолов	33,4	34,5	28,2
асфальтенов	16,2	12,6	10,2
Содержание органической части НБП*	17,8/100	14,8/100	18,2/100
в том числе:			
Бензин: фракция -180 $^\circ\text{C}$	0,17/1,1	0,15/0,93	0,16/1,2
Дизельное топливо(180-350 $^\circ\text{C}$)	1,7/11,6	1,22/14,2	1,84/11,6
Масляные дистил.			
фракция -350-400 $^\circ\text{C}$	1,32/9,1	1,1/7,92	1,5/9,2
фракция - 400-460 $^\circ\text{C}$	4,8/22,5	2,13/18,6	3,75/18,5
Остаток выкипающий >460 $^\circ\text{C}$	9,8/55,7	10,2/58,8	10,95/59,5
Итого:	17,8/100	14,8/100	18,2/100

* В знаменателе - выход продуктов в расчете на органическую часть НБП, в числителе - выход продуктов на исходную НБП.

Термическое извлечение органической части НБП осуществлялось на лабораторной установке коксования, состоящей из куба с нагревательной печью, конденсатора-холодильника, сборника дистиллята, абсорбера, газового счетчика и сборника газообразных продуктов. Процесс проводился при температуре 400-500 °С. Определен выход отдельных продуктов и физико-химические характеристики жидкого дистиллята, полученного из НБП путем термической переработки (табл. 4).

Таблица 4

**Физико-химические свойства фракции НБП
выделенных путем термической обработки**

Показатель	Месторождение НБП		
	Беке-Таспас	Тюбеджик	Джангуршы
Выход продуктов, % мас.:			
Газообразные	1,8/9,8	1,7/8,6	1,6/7,8
Жидкие	15,6/83,1	13,4/81,2	11,8/80,6
Бензин фракция н.к. - 180 °С	2,4/14,8	2,3/13,9	2,1/12,8
Керосино-газойлевые- 180-350 °С	6,8/43,6	8,2/48,0	6,5/42,3
Остаток, выкипающие >350 °С	3,5/20,7	3,4/14,0	3,6/21,4
Кокс	1,5/9,6	1,3/8,4	1,4/9,1
Характеристика продукта:			
Плотность, г/см ³	0,826	0,818	0,813
Содержание общей серы, % мас.	0,68	0,62	0,65
Коэффициент преломления,	1,438	1,442	1,426
Молекулярная масса	258	252	254
Зольность, % мас.	0,65	0,60	0,65
Коксуемость, % мас.	13,6	13,5	13,6
Температура вспышки, °С	43,0	41,0	42,0
Температура застывания, °С	-35	-32	-30
Йодное число, г I ₂ на 100 г НБП	82,5	80,2	81,5

Из качественных характеристик широкой фракции продуктов термодеструктивной переработки (ТДП) нефтебитуминозных пород видно, что она по многим физико-химическим показателям сходна с нефтяными фракциями, за исключением содержания олефинов (йодное число 80,2-82,5 г I₂ на 100 г НБП), концентрация которых в ней составляет около 80 % об. Для определения физико-химических характеристик отдельных стандартных фракций широкая дистиллят-ная фракция НБП подвергалась перегонке по ГОСТ 11011-85. Получены экспериментальные данные перегонных фракций (табл. 5).

Таблица 5

**Физико-химические свойства дистиллятных фракций НБП,
полученных при перегонке на аппарате АРН-2**

Фракционный показатель	Месторождение НБП		
	Беке-Таспас	Тюбеджик	Джангуршы
Фракция н.к. – 180 °С; выход, % мас.	15,6	14,1	13,8
Плотность при 20 °С, г/см ³	0,761	0,760	0,759
Йодное число, г I ₂ /100г НБП	49,6	50,9	49,8
Содержание общей серы, % мас.	0,162	0,171	0,156
Фракционный состав, °С н.к.	39	41	38
10 %	71	69	70
50 %	112	113	110
90 %	186	185	184
к.к.	193	191	192
Фракция 180-350 °С; выход, % мас.	45,3	48,0	43,3
Плотность при 20 °С, г/см ³	0,883	0,885	0,881
Йодное число, г I ₂ /100 г НБП	81,8	79,8	80,2
Содержание общей серы, % мас.	0,265	0,280	0,275
Кислотность, мг КОН на 100 г НБП	5,24	6,36	5,14
Температура застывания, °С	-45	-43	-41
Кинематическая вязкость при 20 °С, сСт	5,38	4,62	4,26
Зольность, % мас.	0,048	0,044	0,049
Температура вспышки, °С	43	44	43
Фракционный состав, °С н.к.	191	188	189
10 %	215	213	211
50 %	275	281	276
90 %	362	361	360
Фракция выше 350 °С; вых, %	21,4	20,2	21,1
Плотность при 20 °С, г/см ³	0,961	0,974	0,963
Содержание общей серы, % мас.	0,887	0,918	0,883
Зольность, % мас.	0,29	0,27	0,31
Коксуемость, % мас.	7,8	7,4	7,6
Температура застывания, °С	-22	-24	-20
Температура вспышки, °С	144	150	146
Кинематическая вязкость 20 °С, сСт	48,2	49,4	48,5
Кинематическая вязкость 100 °С, сСт	7,1	7,5	7,3

Из экспериментальных данных (табл. 5) видно, что бензиновая фракция вследствие значительного содержания непредельных углеводородов не позволяет использовать ее напрямую в качестве сырья каталитического риформинга без предварительного гидрокаталитического облагораживания.

Керосино-газойлевая фракция 180-350 °С, имеющая низкую температуру застывания -41÷-47 °С, является прекрасным сырьем для

получения дизельного и авиационного топлива после предварительной гидроочистки.

Фракции свыше 350 °С соответствуют требованиям, предъявляемым к легкому судовому топливу, а также компоненту для котельного топлива и сырью для производства нефтяного электрода. Кроме того, отмечено, что окисление фракций органической части НБП, выкипающих при температуре более 500 °С, позволяет получить из него товарные марки битумов, отвечающих требованиям ГОСТов.

Таким образом, исследования природного битума Мангышлака показывают, что данное сырье является прекрасным альтернативным углеводородным продуктом, позволяющим получать не только товарные марки битума, но и топливные и электродные материалы.

Литература

1. *Батманов К. Б., Будников В. Ф.* Перспективы использования природных битумов Беке-Таспас в ПО «Мангышлакнефть»: Матер. 2-го Всесоюз. совещания по переработке и использованию нефтебитуминозных пород. – Гурьев, 1985.

2. *Батманов К. Б., Ахмеджанов М. С.* Засыпная композиция на основе природного битума (кира) Мангышлака: Матер. Всесоюз. конф. – Белгород, 1987.

3. *Батманов К. Б.* Применение природного битума (кира) Мангышлака в народном хозяйстве // Сб. тез. Респ. конф. «Науч.-техн. проблемы Западного Казахстана». – Алматы, 1991.

4. *Батманов К. Б., Мансуров З. А.* Разработка дорожно-строительного материала на основе природного битума // Сб. тез. Междунар. конф. – Уральск, 2006.

5. *Батманов К. Б.* Природный битум (кир) Казахстана – прогрессивный дорожно-строительный материал нового типа: Пятое Междунар. Надиоровские чтения. – Актобе, 2007.

**РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА
ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК В КОЛОННАХ
С УМЕНЬШЕННЫМ МЕЖТАРЕЛЬЧАТЫМ РАССТОЯНИЕМ**

Н. Ж. Дуйсенов, к.т.н., **М. Ж. Кошкинбаева**,
М. А. Серимбетов, к.т.н. **А. М. Бренер**, д.т.н.

Южно-Казахстанский государственный университет
им. М. Ауезова

Барботажды қабат үшін ұсынылған үлгі негізінде қажетті тиімділікті қамтамасыз ететін табақшалар арасындағы минимальды ара қашықтықты алу мақсатында ситалық табақшалар жұмысының негізгі гидродинамикалық сипаттарын есептеуге болады. Табақшалы колонналы аппараттың конструкциясы жасалған.

Түйінді сөздер: гидродинамикалық сипаттамалар, табақшалы колонналық аппараттар.

The proposed bubble layer model makes possible to calculate main hydrodynamic characteristics of operation of perforated plates for achieving the minimum space between plates. The design of plate column unit is developed.

Key words: hydrodynamic characteristics, plate column units.

Производство спирта из различных видов сельскохозяйственного сырья довольно распространено в большинстве промышленно развитых стран мира. Спиртовая промышленность, в свою очередь, тесно связана со многими отраслями экономики. Для получения спирта-ректификата в процессах ректификации используют преимущественно тарельчатые контактные устройства. Более высокой эффективностью обладают ситчатые тарелки, отличающиеся также простой конструкции [1]. Процесс разделения водно-спиртовых смесей требует, как правило, значительного числа теоретических тарелок, и во многих ректификационных колоннах это количество превышает 70, что определяет значительные габариты установок по высоте. Особенно актуальна эта проблема при образовании статического слоя пены на тарелке, наблюдаемой в водно-спиртовых смесях в интервале концентраций 20-40 %.

С целью выявления резервов снижения вертикальных габаритов колонн за счет уменьшения межтарельчатого расстояния был осуществлен комплекс исследований, экспериментально изучена гидродинамика ситчатых тарелок с уменьшенным межтарельчатым расстоянием [2-4]. Для стандартных ситчатых тарелок минимальное межтарельчатое расстояние составляет, как правило, 170 мм и лимитируется величиной переброса жидкости на вышележащую тарелку.

Нами разработана конструкция тарельчатого колонного аппарата [5], позволяющая уменьшить межтарельчатое расстояние до 80 мм без существенного увеличения межтарельчатого переброса жидкости и гидравлического сопротивления. Этот эффект достигается за счет установки на ситчатую тарелку специального промежуточного отбойника в виде металлической сетки.

Опыты проводились на экспериментальной колонне диаметром 200 мм, высота перелива 35 мм. В качестве модельной жидкости использовали воду. Для изменения поверхностного натяжения в воду добавляли поверхностно-активные вещества, что позволяет создавать статическую пену.

Опыты показали, что гидравлическое сопротивление тарелки без отбойника в рабочих диапазонах скоростей 0,4-1,0 м/с меняется в пределах 0,24-0,32 кПа. Гидравлическое сопротивление тарелки с отбойником в этом же диапазоне скоростей в среднем на 12 % выше. В то же время диапазон рабочих скоростей газа для тарелки с отбойником возрастает до 1,35 м/с. При максимальных нагрузках по газу гидравлическое сопротивление ситчатых тарелок с отбойником не превышало 0,48 кПа. Отметим, что во всех исследованных режимах работы на обеих системах значительного выноса жидкости на высоту более 80 мм не наблюдалось. Рассмотрена зависимость абсолютного каплеуноса от скорости газа для тарелки без отбойника и с отбойником (рис. 1).

Результаты экспериментов убедительно свидетельствуют о том, что установка промежуточного отбойника выравнивает газонаполнение по высоте барботажного слоя, существенно улучшая тем самым его гидравлическую структуру (рис. 2).

Отметим, что почти все режимы характеризуются наличием участков с приблизительно постоянным значением газонаполнения. Гидравлическое сопротивление тарелок при наличии слоя статической пены несколько ниже, чем при отсутствии поверхностно-активных веществ.

Изучена зависимость среднего газонаполнения от средней скорости газа (рис. 4). Показано, что зависимость гидравлического со-

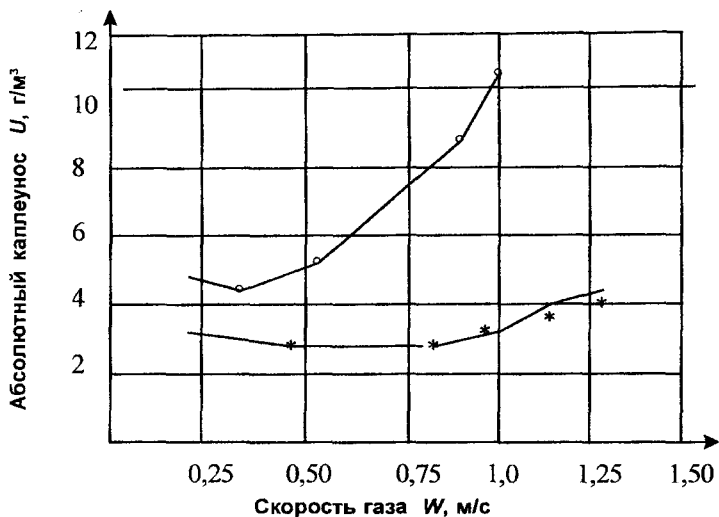


Рис. 1. Зависимость абсолютного каплеуноса от скорости газа:
 о - опыты без отбойника; * - опыты с отбойником

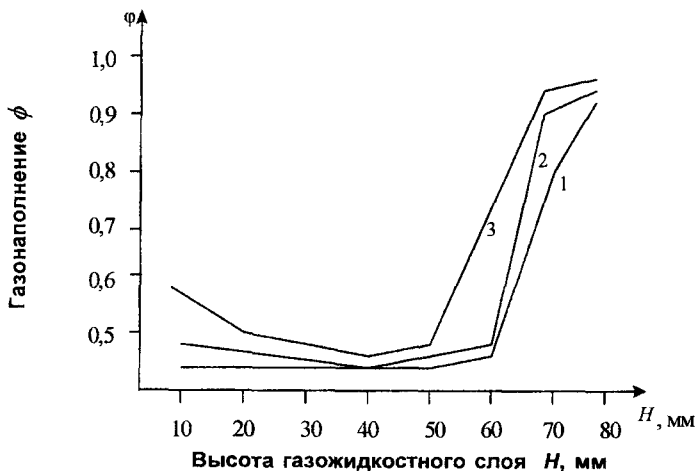


Рис. 2. Изменение газонаполнения по высоте газожидкостного слоя (свободное сечение тарелки $\omega=0,035$ %, плотность орошения $L=5$ м/с):
 средние скорости газа: 4.12 - $W=0,6$ м/с; 2 - $W=0,8$ м/с; 3 - $W=0,9$ м/с

противления от плотности орошения, особенно в режимах с обильной пеной, очень слабая. Для достижения максимальной удельной поверхности контакта фаз в аппарате наиболее оптимальным является режим 50 %-ного газонаполнения слоя. В диапазоне свободных сечений (3,5-5,0 %) в режимах динамической пены наблюдается газонаполнение в пределах 0,5-0,8 в зависимости от скорости газа.

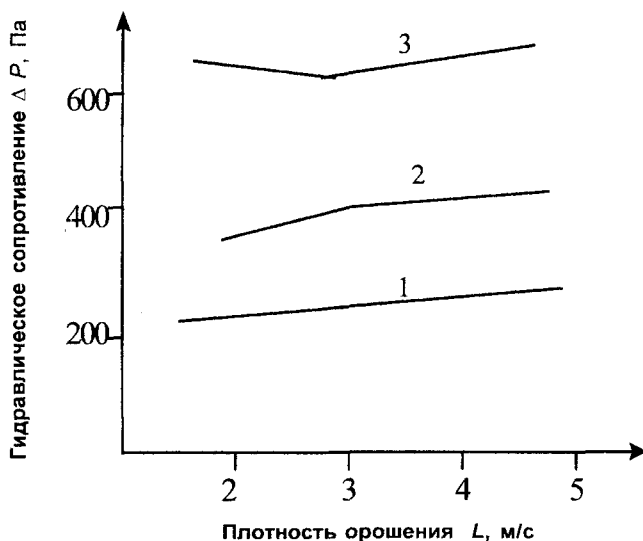


Рис. 3. Зависимость гидравлического сопротивления от плотности орошения (свободное сечение тарелки $\omega=0,035$ %):
 средние скорости газа: 1 – $W = 0,6$ м/с; 2 – $W = 0,8$ м/с; 3 – $W = 0,9$ м/с

Основные гидродинамические показатели работы ситчатых тарелок (гидравлическое сопротивление, газонаполнение слоя, общая высота газожидкостного слоя, величина брызгоуноса) связаны с нагрузками по газовой и жидкой фазам и конструктивными параметрами тарелки. Важнейшим из конструктивных параметров при этом является площадь свободного сечения отверстий ситчатой тарелки [1].

Проведенные исследования [5] позволяют рекомендовать работу ситчатых тарелок в условиях уменьшения межтарельчатого расстояния до 180 мм в колоннах диаметром до 600 мм и до 100 мм в колоннах диаметром 600-1000 мм. Это позволит уменьшить вертикальные габариты колонн в 2-3 раза.

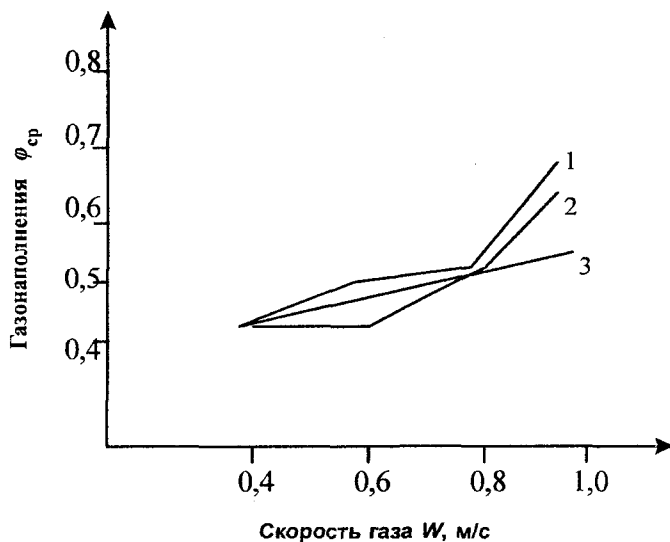


Рис. 4. Зависимость среднего газонаполнения от скорости газа (свободное сечение тарелки $\omega=0,035$ %): плотности орошения: 1- $L=2$ м/с; 2- $L=3$ м/с; 3- $L=5$ м/с

На основании предложенной модели барботажного слоя можно рассчитывать основные гидродинамические характеристики работы ситчатых тарелок с целью достижения минимально допустимых расстояний между тарелками, при которых обеспечивается необходимая эффективность их работы.

Исходными при расчете гидродинамики ситчатых тарелок с отбойниками являются диаметр колонны, высота перелива, расстояние между тарелками; а также режимные параметры - расход газа и жидкости. Кроме того, предполагаются известными физические характеристики взаимодействующих сред.

В результате расчетов определяются: линейная плотность орошения; размер стрелки переливного сегмента; максимальная допустимая скорость газа; рабочая приведенная скорость газа; необходимая площадь поперечного сечения колонны; отношение рабочей площади поперечного сечения колонны к полному сечению; высота светлого слоя жидкости; газосодержание слоя; уровень светлой жидкости над переливным порогом; высота пены на тарелке; добавка к сопротивлению, обусловленная силами поверхностного натяжения; максимальная скорость газа в отверстиях тарелки; живое сечение колонны, необходимое для устойчивой работы; длина пути жидкости на тарелке; скорость газа в отверстиях и гидравлическое сопротивление сухой тарелки; сопротивление газожидкостного слоя и общее сопротивление тарелки; минимальное расстояние между тарелками; рабочее расстояние между тарелками; коэффициент газораспределения.

Предложенная методика апробирована при разработке проекта спиртовой установки производительностью 500 декалитров/сут. спирта ректификата, предназначенной для коллективных, акционерных и фермерских хозяйств.

Литература

1. Левш И. П. Исследование элементов гидродинамики барботажа и псевдооживленного слоя орошаемой насадки применительно к интенсификации высокопроизводительных колонн: Автореф. дис. на соискание уч. степ. д-ра. техн. наук. – Ташкент, 1975.

2. Ахбердиев А. С. Новые подходы к моделированию сложных газоочистных систем // Тр. Междунар. конф. «ПАХТ-2001». – Шымкент, 2001. – Ч. 2. – С. 261-263.

3. Серимбетов М. А., Ахбердиев А. С. Гидродинамика и брызгоунос в скрубберах с насадочными элементами сложной конфигурации // Тр. Междунар. конф. «ПАХТ-2001». – Шымкент, 2001. – Ч. 1. – С. 104-110.

4. Ахбердиев А. С., Жайлаубаев Н. Гидродинамические характеристики колонных аппаратов с уменьшенным межтарельчатом расстоянием // Тр. Междунар. конф. «ПАХТ-2001». – Шымкент, 2001. – Ч. 1. – С. 3-7.

5. Дуйсенов Н. Ж. Моделирование тепло- и массопереноса в химических аппаратах с нестационарной межфазной поверхностью: Автореф. дис. на соискание уч. степ. канд. техн. наук. – Шымкент, 2007.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА
ТЕРМООБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ****З. У. Уалиева, Аль-Фараби Мадиджан, Р. А. Казова, д.х.н.**Казахский национальный технический университет
им. К. И. Сатпаева

Материалдарды күйдіру үрдістің корреляциялық тәсілмен математикалық моделін алу нәтижелері көрсетілген. Модел арқылы оптималды технологиялық параметрлер анықталған.

Түйінді сөздер: шлакты термоөңдеу, күйдіру моделі, шлакты күйдіру.

The generalized model of the roasting process with use of the multiple correlation method is obtained. With the help of the model the optimum technological parameters of the slag thermal treatment are determined.

Key words: slag thermal treatment, roasting model, slag roasting.

Изучение взаимодействия в твердофазных системах при нагревании имеет большое теоретическое и практическое значение. Нами проведены физико-химические исследования исходных материалов и продуктов взаимодействия в твердофазных фосфор-силикатсодержащих системах, состоящих из техногенных компонентов техногенеза.

С применением метода множественной корреляции получена обобщенная модель процесса обжига фосфорного шлака с целью производства керамики. Опыты проведены по методу планирования технологического эксперимента. Составлена четырехфакторная матрица планирования экспериментов на пяти уровнях, обеспечивающая усреднение действия изучаемого фактора при выборке результатов экспериментов на любой уровень любого фактора.

Рассмотрены различные уровни изучаемых факторов. Критерием полноты протекания процесса обжига является степень реагирования, т. е. содержание $\beta\text{-CaSiO}_3$. По результатам экспериментов найдена зависимость степени реагирования (функция) от отдельных изучаемых факторов (температура, продолжительность, расход воздуха, класс материала) [1].

Построение графиков частных зависимостей необходимо для определения характера закономерностей и подбора аналитической формы частной функции (аппроксимации). После нахождения аналитических форм частных зависимостей находим расчетные значения частных функций. Для технологических экспериментов величина коэффициента определяет значимость функции. Функция значима, если выполняется условие: $t_R > 2$.

После выявления значимости частных функций выводится обобщенное уравнение:

$$Y_{об.} = (Y_1 \cdot Y_2 \cdot Y_3 \dots Y_n) / Y_{cp}^{n-1}, \quad (1)$$

где $Y_{об.}$ – обобщенная функция:

$(Y_1 \cdot Y_2 \cdot Y_3 \dots Y_n)$ – частные функции;

Y_{cp} – общее среднее всех учитываемых значений обобщенной функции в степени, на единицу меньшей числа частной функции.

Обобщенное уравнение анализируют на адекватность по величине коэффициентов корреляции R и значимости t_R . Далее выполняется проверочный теоретический расчет степени реагирования с сопоставлением его с экспериментальной для всех 25 опытов. По обобщенному уравнению находим оптимальные условия реагирования.

В опытах использовали гранулированный шлак состава (мас. %): SiO_2 44,8; CaO 46,2; Al_2O_3 1,12; MgO 2,8; Fe_2O_3 0,17; F 2,1; P_2O_5 2,0. Для изучения степени реагирования компонентов шлака с образованием β -метасиликата была составлена матрица планирования экспериментов на пяти уровнях (табл. 1).

Таблица 1

Матрица четырехфакторного эксперимента

Фактор	Уровень				
	1	2	3	4	5
X_1 – температура, °C	500	600	800	900	1000
X_2 – продолжительность, мин	2	5	5	30	60
X_3 – расход воздуха, л/мин	0	1	2	3	4
X_4 – класс, мм	10	20	30	40	50

Получены частные уравнения, описывающие влияние отдельных факторов на степень реагирования (Y , доли):

$$Y_1 = 0,0020X_1 - 0,59, \quad (2)$$

$$y_2 = 1 - e^{-0,560x_2^{0,230}}, \quad (3)$$

$$y_3 = 0,60 + 0,0081x_3, \quad (4)$$

$$y_4 = 0,486 + 0,003x_4. \quad (5)$$

Используя коэффициент нелинейной множественной корреляции R для каждого частного уравнения (2-5) и его значимость t_g , выявили значимые функции (табл. 2). На основании частных функций найдено обобщенное уравнение, описывающее влияние всех факторов на степень реагирования:

$$y_{об} = (0,0020x_1 - 0,59)(1 - e^{-0,560x_2^{0,230}})(0,60 + 0,0081x_3)(0,486 + 0,003x_4)/0,63^3 \quad (6)$$

Таблица 2

**Коэффициент корреляции R и его значимость t_g
для частных функций**

Функция	R	t_g	Значимость функции
y_1	0,97	34,07 > 2	Значима
y_2	0,87	6,07 > 2	Значима
y_3	0	0 < 2	Незначима
y_4	0,50	1,14 > 2	Значима

Коэффициент корреляции обобщенного уравнения при N=25 и K=4 равен 0,95 со значимостью t_g 84,76 > 2. Он составил 1,9 абсолютного процента. Ошибка эксперимента при проведении пяти повторных опытов составила 1,5 %.

Анализ частных функций с увеличением зависимостей показал, что наиболее сильнодействующими (значимыми) факторами оказались температура и продолжительность обжига. С увеличением температуры возрастает интенсивность декарбонизации (от 18,94 % при 500 °С до 99 % при 1020 °С). При увеличении продолжительности обжига заметно возрастает полнота реакции (от 47,81 % в течение 2 мин до 80 % в течение 90 мин). С увеличением температуры процесса повышаются скорость и интенсивность взаимодействия в твердофазной среде. Улучшение условий взаимодействия происходит за счет образования не только дефектов на кристаллической решетке компонентов, но и вследствие образования низкоплавких эвтектик. Все это приводит к возрастанию полноты реагирования.

Увеличение продолжительности контакта реагирующих веществ позволяет улучшить условия для протекания диффузионных процес-

сов, а следовательно, привести к более глубокому превращению исходных компонентов [2].

Расход воздуха и крупность материала слабо влияют на степень образования волластонита. Это можно объяснить тем, что увеличение расхода воздуха вызывает некоторое снижение температуры на поверхности образца и снижение степени реагирования. Увеличение размеров образцов способствует усилению сопротивления диффузионным процессам, градиенту температур в центре и на периферии кускованного материала.

По обобщенному уравнению (6) определены оптимальные условия термообработки шлака: температура 1000-1050 °С, продолжительность 1 ч, скорость воздуха 0,3 м/с, класс кусков 25 мм. В указанных условиях степень реагирования составила 96-97 %.

Литература

1. *Малышев В. П.* Вероятностно-детерминированное планирование металлургического эксперимента. – Алма-Ата: Наука, 1981. – 47 с.

2. *Бержанов Д. С., Джусипбеков У. Ж., Казова А. М.* Химическая и термохимическая подготовка фосфатного сырья для электротермии. – Алматы: Ғылым, 1999. – 175 с.

В целях содействия широкому использованию не опубликованных и не востребованных по тем или иным причинам результатов научной, научно-технической или другой творческой деятельности граждан и предприятий (организаций) НЦ НТИ РК формирует

Банк интеллектуальной продукции (БИП)

В Банк на регистрацию принимается интеллектуальная продукция:

- описание интеллектуального продукта (идеи, гипотезы)
- концепции, методы, способы

Представленные материалы не подвергаются содержательной экспертизе. Ответственность за полноту и достоверность сведений несет организация и (или) автор-заявитель (исполнитель).

Заявитель – гражданин или организация – получает уникальную возможность рекламировать с помощью НЦ НТИ РК в стране и за рубежом результат своей творческой интеллектуальной деятельности и привлечь потенциальных инвесторов к его реализации.

НЦ НТИ РК гарантирует заявителю:

- регистрацию описания интеллектуальной продукции;
- опубликование в течение 6 месяцев в периодическом издании НЦ НТИ описания интеллектуальной продукции с указанием автора;
- хранение описания в информационном фонде;
- рекламу интеллектуальной продукции путем включения реферативных и справочных сведений о ней в базы данных и обеспечения доступа к информационным фондам объектов регистрации отечественных и зарубежных пользователей через глобальные информационные сети.

Необходимые для регистрации бланки карт на регистрацию интеллектуальной продукции можно получить в НЦ НТИ.

Стоимость регистрации интеллектуальной продукции 1500 тенге.

Стоимость ввода в информационный фонд дополнительного текста объемом до 100 страниц 1200 тенге.

Заинтересованные лица и организации приглашаются к сотрудничеству с НЦ НТИ в качестве посредников в сборе указанной информации на взаимовыгодных условиях.

Контактный телефон: 254-73-99

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВОГО СУЛЬФИДРИЛЬНОГО ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЯ ПРИ СЕЛЕКТИВНОМ РАЗДЕЛЕНИИ МЕДИ И СВИНЦА

**Л. В. Сёмушкина, Н. С. Бектурганов, д.т.н., Н. К. Тусулбаев, к.х.н.,
Д. К. Турысбеков, Ж. А. Калдыбаева**

Центр наук о Земле, металлургии и обогащения

Жаңа сульфидрильді көбіктендіргіш КСК-6-ны қолдана отырып, Артем кенорнының түстіметалл сульфидті кендерінің флотацияланушылығы зерттелген. Зерттеулердің нәтижесі мыс пен қорғасынды таңдамалы түрде бөліп алуға қолданылатын дәстүрлі көбіктендіргіш Т-80-ді КСК-6-ға айырбастау мүмкіндігін көрсетті.

Түйінді сөздер: сульфидридті көбік түзуші, көбіктендіргіштер, мысты-қорғасынды концентрат.

The Artemyevsk sulfide complex ore floatability was studied using new sulfhydic foam former KSK-6. The possibility of substitution of a traditional foam former T-80 for KSK-6 at selective separation of copper-lead concentrate is shown.

Key words: sulfhydic foam former, foamers, copper-lead concentrate.

В последние годы возникло новое направление в разработке технологий разделения коллективных концентратов, полученных из сульфидных руд цветных металлов, с использованием низкомолекулярных органических реагентов, обладающих способностью снижать флотирруемость некоторых сульфидных минералов в присутствии ксантогената. Предложенные для этой цели реагенты можно разделить на два основных типа. Первый – органические соединения алифатического и циклического ряда, содержащие в молекуле различные функциональные и гидрофильные группы. Функциональная группа позволяет реагенту закрепляться на поверхности минерала, а полярная – обеспечивает гидрофилизацию поверхности. Второй тип - реагенты класса собирателей, в частности дитиокарбаматы, с короткими углеводородными радикалами. Известно, что дитиокарбаматы ще-

лочных металлов химически более активны, чем ксантогенаты, и образуют значительно более труднорастворимые соединения с катионами тяжелых цветных металлов [1, 2].

Предполагается, что, выигрывая в конкуренции с ксантогенатами, диметилдитиокарбаматы адсорбируются на поверхности сульфидов за счет наличия в их молекуле коротких углеводородных радикалов и создают слабогидрофобное покрытие. Это облегчает флотационную селекцию с использованием традиционных неорганических депрессоров [2]. В связи с этим настоящая работа направлена на улучшение селективности разделения медно-свинцового концентрата в присутствии депрессора галенита, представляющего собой твердый парамагнитный материал, с использованием нового сульфгидрильного пенообразователя, который обладает также частично собирательными свойствами, с последующей заменой традиционного пенообразователя и снижением расхода базового собирателя. При этом указанный реагент способен улучшить депрессирующее действие парамагнитного материала неорганического происхождения на галенит.

Нами проведены исследования по синтезу таких сульфгидрильных пенообразователей на основе местного сырья. Один из полученных образцов сульфгидрильного пенообразователя, имеющий гексильный радикал, который получил условное название КСК-6 [3], обладает пенообразующими и частично-собирательными свойствами.

Исследования по флотуемости руды с применением флотореагента КСК-6 проводили на полиметаллической руде Артемьевского месторождения. Схема обогащения включала в себя цикл коллективной медно-свинцовой флотации и селективный цикл с получением медного и свинцового концентратов. В процессе измельчения подавали соду, сульфид натрия и цинковый купорос. В основной коллективной медно-свинцовой флотации использовали цинковый купорос, цианид натрия, бутиловый ксантогенат. В качестве вспенивателя и в коллективном и в селективном цикле в сравнении применяли Т-80 и КСК-6.

Данные исследований показывают, что в коллективной медно-свинцовой флотации наилучшие результаты были получены с применением КСК-6, обработанным ультразвуком, а в цикле селективного разделения медно-свинцового концентрата реагент КСК-6 работает хорошо и без обработки ультразвуком.

На полученном в лабораторных условиях коллективном медно-свинцовом концентрате Артемьевского месторождения были проведены опыты по селекции медного и свинцового концентратов. В ка-

честве депрессора галенита использовался парамагнитный материал неорганического происхождения. Перед селективной флотацией проводилась агитация коллективного медно-свинцового концентрата в течение 10 мин. в присутствии сернистого натрия (4 кг/т) для десорбции ранее примененных реагентов. Агитация выполнялась в лабораторной мешалке. После десорбции проводилась отмывка коллективного концентрата. Схема селективной флотации включала в себя основную медную флотацию, две перечистки и контрольную флотацию. Проводились исследования по подбору реагентного режима в селективной медной флотации. Подавались различные расходы бутилового ксантогената, Т-80 и КСК-6. Перечистки проводились без использования реагентов. Все операции выполнялись в узком интервале pH =5,6-5,8.

**Результаты флотационных опытов
по разделению медно-свинцового концентрата
с применением Т-80 и КСК-6**

Наименование продукта	Выход, %	Содержание, %				Извлечение, %				Примечание
		Cu	Pb	Zn	Fe	Cu	Pb	Zn	Fe	
Си концентрат	43,13	30,8	5,3	2,4	26,5	82,4	8,4	16,5	63,3	БКс-15 г/т
Пром. прод. 2	5,76	18,4	18,8	8,5	20,3	6,6	3,9	7,8	6,5	Т-80-10 г/т
Пром. прод. 1	11,64	10,0	32,1	9,2	15,1	7,2	13,7	17,1	9,7	
Pb концентрат	39,47	1,57	51,08	9,3	9,4	3,8	74,0	58,6	20,5	
Исх. кол. к-т	100,0	16,13	27,2	6,27	18,06	100,0	100,0	100,0	100,0	
Си концентрат	47,5	31,4	3,8	0,97	28,0	85,7	6,8	10,5	70,7	БКс -15 г/т
Пром. прод. 2	5,2	18,1	15,2	5,8	20,6	5,4	3,0	6,8	5,7	КСК-6-10 г/т
Пром. прод. 1	9,2	8,5	37,5	6,8	13,3	4,5	12,9	14,2	6,5	
Пен.контр. фл.	2,9	9,7	36,7	7,3	13,6	1,6	4,0	4,8	2,1	
Pb концентрат	35,2	1,4	55,5	8,0	8,1	2,8	73,3	63,7	15,0	
Исх. кол. к-т	100,0	17,4	26,6	4,4	18,8	100,0	100,0	100,0	100,0	
Си концентрат	49,15	31,0	2,7	2,0	27,5	83,9	5,2	19,4	73,5	БКс -10 г/т
Пром. прод. 2	5,58	18,5	18,2	7,3	19,9	5,7	4,0	8,1	6,0	КСК-6 -7 г/т
Пром. прод. 1	9,76	7,7	41,8	8,0	11,1	4,1	16,2	15,4	5,9	
Pb концентрат	35,51	3,19	53,0	8,1	7,5	6,3	74,6	57,1	14,6	
Исх. кол. к-т	100,0	18,15	25,2	5,06	18,38	100,0	100,0	100,0	100,0	

Результаты опытов в цикле селекции коллективного медно-свинцового концентрата свидетельствуют о возможности замены традиционного пенообразователя Т-80 на новый синтезированный флото-реагент КСК-6. При этом расход бутилового ксантогената сокраща-

ется на 30 %, так как КСК-6 обладает частично собирательными свойствами.

При применении КСК-6 (расход 7 г/т) и бутилового ксантогената (расход 10 г/т) вместо Т-80 медный концентрат содержит 31 % меди; 2,7 % свинца при извлечении меди 83,9 %. Качество медного концентрата заметно улучшается, содержание свинца в нем по сравнению с применением Т-80 уменьшается в 2 раза. В свинцовом концентрате содержание свинца составляет 53,0 %, содержание меди – 3,19 % при извлечении свинца – 74,6 %.

Литература

1. Недосекина Т. В., Бехтле Г. А., Глембоцкий А. В. Исследование взаимодействия низкомолекулярных органических депрессоров класса диалкилдитиокарбаматов с сульфидными минералами // Цветная металлургия. – 1993. – № 8. – С. 32-36.

2. Глинкин В. А., Глембоцкий А. В., Кузькин А. С. Применение диметилдитиокарбамата натрия при селективной флотации сульфидных минералов // Цветная металлургия. – 1996. – № 2-3. – С. 15-19.

3. Кушекова А. К., Балтабаев А. Т., Калугин С. Н., Сагимбекова Н. Б., Абилов Ж. А. Разработка способов получения ксантогенатов тетрагидрапиранового ряда // Современные проблемы органического синтеза, электрохимии и катализа: Матер. Междунар. конф. – Алматы, 2006. – 369 с.

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО РЕАГЕНТА
ПРИ ФЛОТАЦИИ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД**

**Д. К. Турысбеков, Н. К. Тусупбаев, к.х.н.,
М. Д. Амирова, к.т.н., Л. В. Сёмушкина**

Центр наук о Земле, металлургии и обогащения

Белоус кен орнының түстіметалл сульфидті кендерін флотациялауда диэтилдитиокарбаматтың бутил ксантогенатымен қоспасын жинағыш ретінде қолдануының зерттеулері жүргізілді. Бұл қоспаның бутил ксантогенатына қарағанда тиімдірек екендігі айқындалды.

Түйінді сөздер: флотация, полиметаллические руды, композиционные реагенты.

The sulfide complex ore floatability of Belousov field was studied using diethyldithiocarbamate-butyl xanthate mixture as collecting agent which proved to be more efficient as compared to butyl xanthate.

Key words: floatation, complex ores, composite reagents.

Реагенты, применяемые при флотации, обеспечивают высокую избирательность, стабильность и эффективность [1] флотационного процесса, а также создают наибольшие возможности совершенствования и интенсификации этого метода обогащения. Без применения флотационных реагентов флотация практически невозможна.

Воздействие флотационных реагентов позволяет в широком диапазоне изменять поверхностные свойства минералов, что делает флотацию наиболее универсальным методом обогащения полезных ископаемых. В частности, такими реагентами являются собиратели, которые представляют собой органические соединения, применяемые при флотации для гидрофобизации минералов, достигаемой в результате закрепления молекул или ионов собирателя на их поверхности. Назначение гидрофобизации – снизить до минимума смачиваемость минералов водой, т. е. сделать их гидрофобными. Для большинства собирателей характерна сложная асимметрическая структура молекулы, состоящая из двух частей, отличаю-

щихся по своим физико-химическим и химическим свойствам, т. е. аполярной и полярной.

Рассмотрена эффективность селективной смеси ДЭТК (диэтилдитиокарбамат) с бутиловым ксантогенатом при цинковой флотации [2]. При использовании этой селективной смеси собирателей извлечение цинка увеличивается и расход собирателя уменьшается с 250 до 70 г/т. Это показывает, что данная смесь реагентов более эффективно гидрофобизирует поверхность активированного сфалерита. В то время как на поверхности пирита собирательные свойства их ухудшаются по сравнению с бутиловым ксантогенатом.

Исследования проводились на полиметаллической руде Белоусовского месторождения (рисунок). Результаты флотационных опытов (таблица) показали, что ДЭТК является более эффективным собирателем по сравнению с бутиловым ксантогенатом натрия. Как видно, при расходе ксантогената 40 г/т руды извлечение меди в коллективный концентрат составляет 68 %, а в случае использования ДЭТК при расходе 20 г/т руды – 80 %. Несмотря на то, что содержание меди снизилось, оно приемлемо для коллективного концентрата. Относительно свинца – извлечение также повысилось на 2 %.

Необходимо отметить, что ДЭТК также способствует повышению содержания и извлечения цинковых минералов, несмотря на использование сильнодействующих реагентов-депрессоров. Извлечение цинка в коллективный медно-свинцовый концентрат – повышается с 13 до 26 %, а содержание – с 7,4 до 11 %. Повышение расхода реагентов-депрессоров сульфидных минералов цинка и железа повлечет за собой депрессию медных минералов. Полученные результаты показывают, что ДЭТК является также собирателем цинка, что подтверждается литературными источниками.

Результаты проведенных флотационных опытов также показывают, что ДЭТК является не только собирателем, но и вспенивателем. Выход коллективного концентрата увеличивается в 2 раза.

В случае совместного использования ксантогената и ДЭТК, причем с более низким расходом, т. е. расход бутилового ксантогената снижается в 2 раза и составляет 20 г/т руды и ДЭТК 5 г/т, содержание и извлечение сульфидных минералов меди и свинца в коллективный концентрат остаются такими же, как в случае применения только ДЭТК (20 г/т руды). В то же время снижение расхода ДЭТК способствует снижению извлечения цинка в коллективный концентрат, или извлечение составляет 18,5, а содержание – 9,0 %, т. е. применение ДЭТК при небольшом расходе способствует уменьшению расхода ксантогената и снижению извлечения цинка в коллективный концентрат.

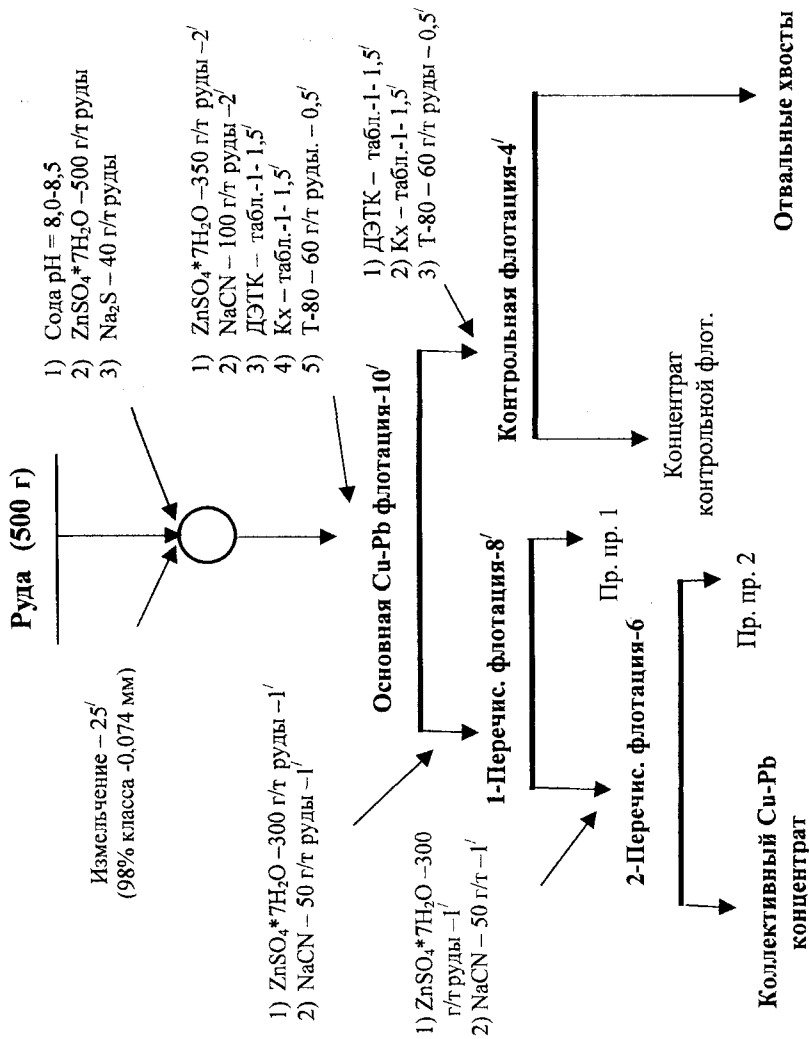


Схема медно-свинцовой флотации в присутствии ДЭТК

**Результаты флотационных опытов,
проведенных с различным расходом бутилового ксантогената
и ДЭТК (диэтилдитиокарбамат)**

№ опыта	Расход реагента, г/т руды		Выход коллективного концентрата, %		Содержание, мас. %				Извлечение, мас. %			
	бутиловый ксантогенат калия	ДЭТК	г	%	Cu	Pb	Zn	Fe	Cu	Pb	Zn	Fe
1	40	-	19,5	3,9	22,9	9,8	7,4	22,4	68,0	70,0	13,0	9,0
2	-	20	40,0	8,0	15,0	6,0	11,0	20,2	80,0	72,0	26,0	22,0
3	20	5	33,0	6,6	15,4	7,0	9,0	20,1	83,0	70,0	18,5	15,5
4	20	20	53,0	10,6	13,0	5,5	10,7	22,0	87,0	78,5	33,0	20,0
5	-	40	43,3	8,66	12,0	5,6	10,5	22,0	83,0	73,0	26,0	18,0

Таким образом, предварительные опыты показывают перспективность реагента ДЭТК, возможность его использования в качестве собирателя и вспенивателя при оптимизации технологических параметров процесса флотации полиметаллических руд. Смесь ДЭТК с бутиловым ксантогенатом более эффективна и селективно действует на минералы меди и активированный сфалерит.

Литература

1. Глембоцкий В. А., Классен В. И. Флотационные методы обогащения. – М.: Недра, 1981.
2. Турысбеков Д. К. Селективный собиратель типа М-ДЭДК для флотации полиметаллических руд // *Металлургия XXI века – состояние и стратегия развития: Матер. Междунар. конф.* – Алматы, 2006.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ
МЕДНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА ОТ МЫШЬЯКА
УГЛЕКИСЛЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ СВИНЦА**

**С. К. Алдабергенова, Х. Б. Омаров, к.х.н.,
З. Б. Сагиндыкова, к.х.н., М. И. Байкенов, д.х.н., З. Б. Абсат, к.х.н.**

Карагандинский государственный университет
им. Е. А. Букетова

Мышьяк толық тұнбаға ауысатындай мыс электролитінен мышьякті тұндырудың оңтайлы шарттары анықталған. Мыс электролитінен мышьякті тұндырғыш ретінде қорғасын қосындыларын пайдаланудың артықшылығы атап көрсетілген.
Түйінді сөздер: мыс электролитін тазарту, мышьяк, қорғасынның көмірқышқыл қосындылары.

—

The optimum conditions of arsenic deposition from copper electrolyte at which arsenic more fully transfers into residue are obtained. The advantages of use of lead compounds as arsenic precipitating agents from copper electrolyte are noted.
Key words: copper electrolyte cleaning, arsenic, lead carbonate compounds.

Электролитическое рафинирование меди направлено на глубокую очистку ее от примесей. К наиболее вредной группе примесей относятся мышьяк, сурьма и висмут, электродные потенциалы которых близки к потенциалу выделения меди, поэтому переход их в катодные осадки наиболее вероятен. Для предотвращения загрязнения катодной меди этими примесями необходимо поддерживать их концентрации в медном электролите в области предельно допустимых, что достигается выводом части электролита на очистку [1].

Известен способ очистки медьсодержащего серноокислого электролита карбонатами бария и свинца от сурьмы и висмута [2]. Поскольку физико-химические свойства сурьмы и висмута близки мышьяку, нами исследован процесс осаждения мышьяка из медного электролита с использованием в качестве осадителей – основного карбоната свинца $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ и углекислого свинца PbCO_3 .

Для исследования процесса осаждения мышьяка из медного электролита использован технологический раствор АО «Казакхмыс»

(г. Балхаш) следующего состава, г/л: Cu 46,87; Ni 7,75; H₂SO₄ 100; As 7,4; Sb 0,64; Fe 0,40. Исследование процесса проводили по методике вероятностно-детерминированного планирования эксперимента с использованием пятифакторной матрицы на пяти уровнях [3]. Распределение варьируемых факторов по выбранным уровням приведено в таблице.

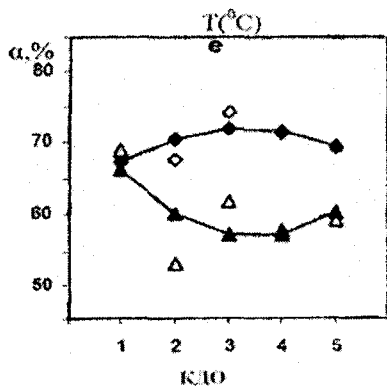
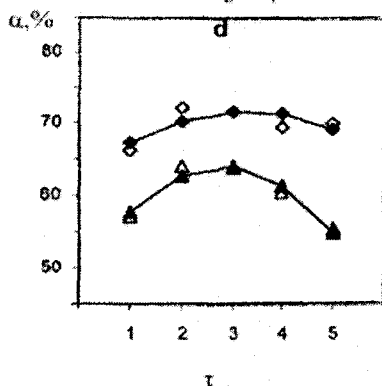
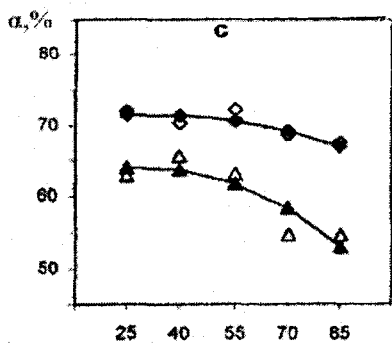
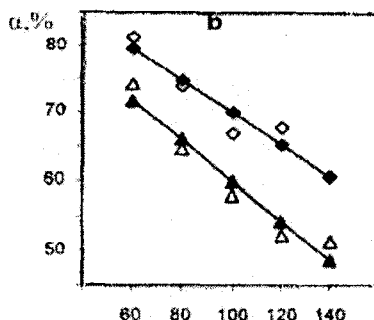
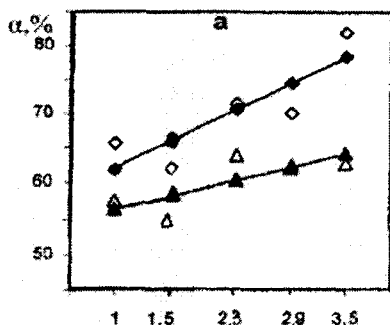
Уровни варьируемых факторов при осаждении мышьяка

Фактор	Уровень фактора				
	1	2	3	4	5
Отношение осадителя к мышьяку, Pb:As	1:1	1,45:1	2,3:1	2,9:1	3,5:1
Температура, T (°C)	25	40	55	70	85
Концентрация серной кислоты, г/л	60	80	100	120	140
Продолжительность процесса, ч	1	2	3	4	5
Кратность дозировки осадителя, КДО	1	2	3	4	5

По окончании опытов осаждения мышьяка осадок отделяли фильтрацией, в фильтрате определяли остаточное содержание мышьяка. Осадки идентифицировали рентгенофазовым методом анализа, из результатов которого следует, что мышьяк осаждается в виде Pb₈As₂O₁₃ и PbHAsO₄. В осадке кроме арсенатов свинца присутствует образовавшийся в процессе осаждения сульфат свинца.

По результатам выполненных экспериментов проведена выборка полученных данных, описаны и построены частные зависимости степени осаждения мышьяка углекислыми соединениями свинца (рисунок) от исследуемых факторов. Анализ частных зависимостей осаждения мышьяка свидетельствует о значительном влиянии на ход процесса таких факторов, как соотношение подаваемого осадителя к мышьяку (рисунок, а) и содержание серной кислоты в медном электролите (рисунок, б). Увеличение содержания свинца в рабочем растворе положительно сказывается на степени осаждения мышьяка (81,99 % – в случае использования карбоната свинца и 62,55 % – при осаждении основным карбонатом свинца). Процесс извлечения мышьяка принимает обратный характер при увеличении концентрации серной кислоты в электролите, что объясняется превалированием конкурирующей реакции образования сульфата свинца.

Зависимость степени осаждения мышьяка из медного электролита от температуры (рисунок, с) показывает оптимальную величину осаждения мышьяка в интервале температур от 25 до 55 °C, дальнейшее увеличение температуры приводит к понижению степени осаждения мышьяка.



Осаждение мышьяка карбонатом свинца: ◆ - теоретические; ◇ - экспериментальные значения

Осаждение мышьяка основным карбонатом свинца: ▲ - теоретические; △ - экспериментальные значения

Частные зависимости степени осаждения мышьяка из медного электролита карбонатом свинца и основным карбонатом свинца

С увеличением продолжительности опыта (рисунок, d) степень осаждения мышьяка из медного электролита повышается и имеет максимум при продолжительности осаждения, равной 3 ч, и затем в случае осаждения карбонатом практически не изменяется (71,74-70,24 %), а в случае осаждения основным карбонатом дальнейшее увеличение времени осаждения приводит к снижению степени осаждения мышьяка с 63,68 до 55,55 %.

Полученные результаты свидетельствуют о сложности реальных процессов перехода мышьяка в твердую фазу, химизм которого еще недостаточно изучен. Такой фактор, как кратность дозировки осадителя к мышьяку (рисунок, e), на степень осаждения мышьяка не оказывает существенного влияния (функция от кратности дозировки осадителя к мышьяку является незначимой).

Таким образом, в ходе исследования влияния различных факторов на степень осаждения мышьяка установлено, что степень осаждения мышьяка в осадок в изученных условиях колеблется в пределах 48,65-74,19 % (в случае осаждения основным карбонатом) и 51,57-81,99 % (в случае осаждения карбонатом свинца).

Определены условия осаждения, при которых мышьяк наиболее полно переходит в осадок: отношение Pb:As до 3,5:1, содержание серной кислоты в электролите 60 г/л, температура процесса 25-40 °С; продолжительность процесса осаждения 2-3 ч.

Необходимо отметить следующие положительные стороны использования соединений свинца в качестве осадителей мышьяка из медного электролита:

- пульпа после осаждения мышьяка хорошо фильтруется и отстаивается, что связано с присутствием в твердой фазе кристаллических арсената и сульфата свинца;
- в процессе осаждения не происходит загрязнения медного электролита посторонними примесями, в нашем случае – ионами свинца, поскольку сульфат свинца переходит в осадок вместе с арсенатом свинца.

Литература

1. Уткин Н. И. Производство цветных металлов. – М.: Интерметинж, 2000. – 442 с.
2. Способ селективного удаления сурьмы и висмута из электролита рафинирования меди: Патент Финляндии № 57619 от 10.09.1980.
3. Малышев В. П. Вероятностно-детерминированное планирование эксперимента. – Алма-Ата: Наука, 1981. – 116 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕДУКЦИИ МЕТАЛЛОВ
ТВЕРДЫМ УГЛЕРОДОМ И ГАЗОМ-ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ****С. М. Тлеугабулов, д.т.н., Е. С. Муравьева, С. Б. Абилов**Казахский национальный технический университет
им. К. И. Сатпаева

Үздіксіз редукциялай балқыту процесінің теориялық зерттеулері жүргізіліп, олар нақты есептер мен тәжірибелік зерттеулердің нәтижелерімен толықтырылған. Шихта құрамында негізгі редукциялық реагент есебінде көміртегі, ал көміртекті шихта бағанасын қыздыру үшін нейтралды ыстық газ пайдаланылды.

Көміртегінің шығынын реттей отырып болат және шойын қорытып шығару мүмкіншіліктері көрсетілген.

Түйінді сөздер: металл қортпалары, редукциялы–балқыту процесі, қатты көміртегі мен газ-жылутасымалдағыш.

The continuous reduction-smelting process of metals melting by solid carbon and gas heat carrier in a shaft furnace is investigated. The physicochemical and thermotechnical regularities of the continuous reduction-smelting process of metals smelting are determined.

Key words: metal smelting, reduction-smelting process, solid carbon, gas heat carrier.

Известно, что редукционно-плавильный процесс протекает с одновременным использованием в качестве редукционера как твердого углерода, так и газов (CO , H_2 , N_2) в слое шихты [1]. Поскольку газовый поток образуется в результате сжигания кокса при вдувании в печь обогащенного кислородом дутья, начальная его температура достигает более 2000 °С и обычно регулируется в пределах 2000-2200 °С. Поэтому он является не только редукционером, но и основным источником тепловой энергии. Благодаря большому градиенту температуры в слое шихты происходит интенсивный теплообмен между газовым потоком и шихтой вплоть до образования расплавов металла и шлака. Поскольку шихта, состоящая из рудных материалов и кокса, при загрузке распределяется по полному сечению печи, на любом уровне столба шихты имеются слои расплавляемых материа-

лов и нерасплавленного кокса. В нижних слоях столба шихты, где температура достигает порядка 1200-1450 °С, рудная часть шихты переходит в расплав и каплями протекает через коксовый слой. При этом происходит не только доредукция металла из оставшихся оксидов, но и науглероживание металла углеродом кокса и образование чугуна. Как видно, организация непрерывного редуционно-плавильного процесса по типу доменного приводит к неизбежному образованию чугуна.

Возможность ограничения науглероживания металла и образования чугуна в непрерывном редуционно-плавильном процессе впервые была схематически представлена в предыдущей работе автора [2]. Организация подобного процесса, во-первых, имеет перспективу развития, во-вторых, нуждается в раскрытии деталей химизма и теплопередач в системе. Исследования в этом направлении представляют научный и практический интерес, являются весьма актуальными.

Реализация химизма процесса твердым углеродом и газом имеет определенные границы и условия ее обеспечения. Взаимодействие твердого углерода с оксидами металлов протекает по эндотермическим реакциям, т. е. с поглощением тепла извне и развивается прямо пропорционально удельной поверхности слоя шихты, т. е. дисперсности. Редукция металлов газами, наоборот, протекает за счет теплосодержания газового потока и развивается обратно пропорционально удельной поверхности слоя шихты, т. е. требует обязательного ее окускования. Как видно, условия редукиции металлов твердым углеродом неприемлемы газовому потоку, редуционным реагентам и теплоисточнику, а условия редукиции газовым потоком - твердому углероду.

Преимущество углерода как редуционера перед газами СО и Н₂ заключается прежде всего в высокой степени использования. В результате взаимодействия углерода с оксидами металлов, как известно [3], образуются одновременно газы СО и СО₂. Соотношение этих газов, как продуктов реакций, конечно, зависит от температуры и дисперсности шихты. Редукция металлов твердым углеродом и газом СО основана так или иначе на использовании углерода соответственно в атомарном и монооксидном состояниях. Переход углерода от атомарного к монооксидному состоянию сопровождается снижением так называемого углеродного потенциала [4]. Это непосредственно отражается на степенях использования углерода при редукиции металла тем или иным редуционным реагентом и можно выразить их значения следующими соотношениями.

$$\eta_C = \frac{2CO_2 + CO}{CO_2 + CO} \quad (1)$$

$$\eta_{C(CO)} = \frac{CO_2}{CO + CO_2} \quad (2)$$

Как видно, при редукции твердым углеродом степень его использования по (1) превышает единицу, т. е. $\eta_C \geq 1$. Содержание газа CO_2 в зависимости от химической прочности оксидов и других параметров состояния системы может колебаться в довольно больших пределах от 0 до 60-80 %. При $CO_2=0$; $\eta_C=CO/CO=1$; при $CO_2=60\%$; $\eta_C=(120+40)/100=1,6$. При редукции металла газом CO содержание CO_2 также может колебаться от 0 до порядка 40 %. Тогда степень использования газообразного редуцирующего CO по (2) может колебаться при $CO_2=0$; $\eta_{C(CO)}=0/CO=0$; при $CO_2=40\%$; $\eta_{C(CO)}=40/100=0,4$.

Из приведенного примера можно видеть многократное превосходство степени использования углерода при использовании его в твердом состоянии. Однако следует заметить, что это преимущество может быть реализовано только при подводе тепловой энергии извне. Вероятным источником тепловой энергии может быть горячий газовый поток. Однако углеродсодержащая шихта преимущественно должна быть мелкой или даже дисперсной, что практически исключает возможность продувания газа через ее слой. Поэтому газовый поток может омывать только наружную поверхность плотного столба углеродсодержащей рудной шихты. Теплопередача в этом случае конвекцией практически сводится к нулю, а теплопроводностью и излучением – приобретает практическое значение. Движение газового потока в этом случае может быть организовано через коксовую насадку, примыкающую к поверхности плотного столба шихты. В шахтной печи может быть организован столб шихты, состоящий из внутреннего плотного столба, имеющего низкую газопроницаемость, и наружного коксового слоя, имеющего высокую газопроницаемость, которые выражаются величиной перепада давления газа на 1 м высоты слоя соответственно

$$\Delta P_{\text{вн}} = \lambda_{\Sigma \text{вн}} \cdot \frac{\gamma_z \cdot \omega_{\text{вн}}^2}{2g \cdot d_{\Pi(\text{вн})} \cdot \epsilon_{\text{вн}}^2} \quad (3)$$

$$\Delta P_{нар} = \lambda_{\Sigma нар} \cdot \frac{\gamma_g \cdot \omega_{нар}^2}{2g \cdot d_{п(нар)} \cdot \varepsilon_{нар}} \quad (4)$$

где $\Delta P_{вн}$ – газопроницаемость внутреннего столба;

$\Delta P_{нар}$ – газопроницаемость наружного столба;

λ_{Σ} – суммарный коэффициент сопротивления слоя, безразмерная величина;

$d_{п}, \varepsilon$ – приведенный диаметр канала, м, и порозность слоя соответственно;

γ – удельная масса газа, кг/м³;

ω – скорость движения газа в слое, м/с.

Поскольку давление газа в горизонтальном направлении на данном уровне выравнивается, перепад давления на высоту 1 м слоя как для внутреннего, так и для наружного слоя будет одинаковым. Из практики работы шахтных печей известно, что перепад давления в рыхлом слое находится в пределах 3400÷5000 Па/м. Для рассматриваемого случая примем в среднем $\Delta P=3920$ Па, что соответствует 400 мм вод. ст/м.

Суммарный коэффициент сопротивления слоя может быть выражен эмпирическим уравнением вида (5)

$$\lambda_{\Sigma} = \frac{515}{Re_{сл}} + \frac{38,5}{Re_{сл}^{0,52}} \quad (5)$$

Значение числа Рейнольдса для внутреннего и наружного слоев в переходном режиме потока может быть принято соответственно в пределах 50-80 и 250-350. Исходя из этих данных для внутреннего и наружного слоев, получим следующие значения коэффициентов сопротивления

$$\lambda_{\Sigma вн} = \frac{515}{60} + \frac{38,5}{60^{0,52}} = 8,6 + 5,0 = 13,6$$

$$\lambda_{\Sigma нар} = \frac{515}{300} + \frac{38,5}{300^{0,52}} = 1,72 + 2,22 = 3,94$$

Достигаемые скорости движения газов в слоях получим, решая уравнения (3) и (4) относительно скорости

$$\omega = \varepsilon \sqrt{\frac{2g \cdot \Delta P \cdot d_{II}}{\lambda_{\Sigma} \cdot \gamma_{Г}}} . \quad (6)$$

Для внутреннего слоя, принимая физические параметры слоя: $\varepsilon=0,25$; $d_{II(вн)}=0,002$; $\gamma_{Г}=1,34$, получим $\lambda_{\Sigma(вн)}=13,6$.

Для наружного слоя: $\varepsilon=0,5$; $d_{II(нар)}=0,022$; $\gamma_{Г}=1,34$, получим: $\lambda_{\Sigma(нар)}=3,94$.

Подставив соответствующие параметры в уравнение (6), получим:

$$\omega_{вн} = 0,25 \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot 400 \cdot 0,002}{13,6 \cdot 1,34}} = 0,23 \text{ м/с}$$

$$\omega_{нар} = 0,5 \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot 400 \cdot 0,022}{3,94 \cdot 1,34}} = 2,86 \text{ м/с}$$

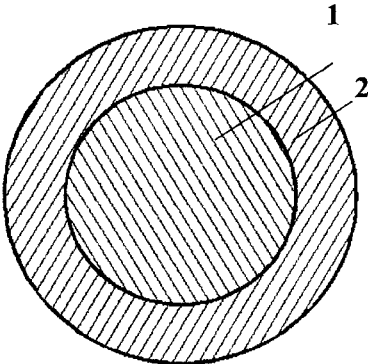
Как видно, скорость движения газа во внутреннем слое будет на порядок ниже, чем в наружном слое. Отсюда легко определить распределение газового потока по сечению столба шихты по уравнениям

$$V_{вн} = f_{вн} \cdot \omega_{вн} \quad (7)$$

$$V_{нар} = f_{нар} \cdot \omega_{нар} , \quad (8)$$

где $f_{вн}$, $f_{нар}$ – площади поперечного сечения внутреннего и наружного слоев соответственно, м².

Рассмотрим схему расположения слоев шихты и коксовой насадки (рисунок)



Принципиальная схема расположения слоев шихты (1) и коксовой насадки (2)

Для заданной производительности агрегата П (т/сут) поперечное сечение внутреннего столба шихты может быть определено по формуле

$$f_{\text{вн}} = \frac{П}{\ell_{\text{м}} \cdot h \cdot \gamma_{\text{нас}} \cdot n_n}, \quad (9)$$

где h – высота столба шихты, м;
 $\gamma_{\text{нас}}$ – насыпная масса шихты, т/м³;
 n_n – число периодов за сутки.

$$n_n = \frac{24}{\Delta\tau}, \quad (10)$$

где $\Delta\tau$ – время пребывания столба шихты в печи, ч;

$$\ell_{\text{м}} = \frac{\eta_{\text{Fe}} \cdot \text{Fe}}{[\text{Fe}]}, \quad (11)$$

где $\ell_{\text{м}}$ – выход металла из 1 т шихты, т/т;
 η_{Fe} – степень извлечения (редукция) железа;
 Fe , $[\text{Fe}]$ – содержание железа в шихте и в выплавляемом металле соответственно, %.

Для определения $f_{\text{вн}}$ необходимо задаваться данными П, h , $\gamma_{\text{нас}}$, $\Delta\tau$ и определить значение $\ell_{\text{м}}$ по уравнению (11).

Применяемый железорудный концентрат содержал 66 % железа. После добавок коксовой пыли и флюса среднее содержание железа в шихте составило $\text{Fe}=55,6$ %. В выплавляемом металле ожидаемое содержание железа составляет $[\text{Fe}]=98$ %. Тогда выход металла:

$$\ell_{\text{м}} = \frac{0,99 \cdot 55,6}{98} = 0,562 \text{ т/т шихты.}$$

Остальные параметры могут быть приняты исходя из реальных условий $П=100$ т/сут; $h=7,0$ м; $\gamma_{\text{нас}}=1,85$ т/м³; $\Delta\tau=5$ ч. Площадь поперечного сечения столба шихты по формуле (9) будет иметь значение $f_{\text{вн}}=2,863$ м² или отсюда его диаметр:

$$D_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot f_{\text{вн}}}{\pi}} = \sqrt{3,647} = 1,9097 \approx 1,91. \quad (12)$$

Толщину слоя насадки целесообразно выбрать конструктивно в пределах «в»=0,5 м. Тогда диаметр наружного слоя составит:

$$D_{нар} = D_{вн} + 2«в» = 1,91 + 1 = 2,91 \text{ м,}$$

т. е. диаметр печи по футеровке $D_n = 3,0$ м.

Моделирование процесса по данной схеме на основе железорудного концентрата ССГПО показало возможность редуционной выплавки стали, составы железорудного концентрата и выплавленного металла представлены в табл. 1, 2.

Таблица 1

Состав концентрата и шихты

Наименование материала	Химический состав, %								
	C	Fe	FeO	MnO ₂	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	P	S
Концентрат	-	66,5	18,2	0,18	3,65	0,87	0,95	0,019	0,032
Шихта	13,6	56,0	15,3	0,15	3,08	0,73	0,81	0,02	0,027

Таблица 2

Состав выплавленных металлов

Металл	Химический состав, %				
	[C]	[Mn]	[Si]	[S]	[P]
1	0,56	0,18	0,26	0,02	0,03
2	0,45	0,56	0,27	0,025	0,03

Формы сечения столба шихты могут быть круглыми или прямоугольными в зависимости от планируемой производительности агрегата. Для небольшого производства можно допустить круглое сечение, тогда сечение центрального столба шихты необходимо будет оптимизировать, по условию теплопроводности. Теплопередача теплопроводностью через цилиндрические стены может быть определена по уравнению:

$$q = \frac{2\pi\lambda(t_1 - t_2)}{\ln \frac{\tau_1}{\tau_2}}, \text{ кВт/м.} \quad (13)$$

Количество передаваемого тепла может быть выражено через физические параметры центрального столба шихты по уравнению:

$$q = c_{ш} \cdot \frac{\pi D^2}{4} \gamma_{нас} \cdot (t_1 - t_2) \frac{1}{\tau}, \text{ кДж/кг.} \quad (14)$$

Приравнявая уравнения (13) и (14), после преобразования и решения относительно времени ϕ , получим расчетную формулу

$$\tau = \frac{c_{ш} \cdot D^2 \cdot \gamma_{нас} \ln \frac{\tau_1}{\tau_2}}{8\lambda}, \quad (15)$$

где $c_{ш}$ – теплоемкость шихты, кДж/кг·град;

λ – коэффициент теплопроводности, кДж/м·ч·град;

$\gamma_{нас}$ – насыпная масса шихты, кг/м³;

D, τ_1, τ_2 – диаметр и радиусы столба шихты, м.

Формула (15) позволяет определять продолжительность прогрева центрального столба шихты в зависимости от диаметра, насыпной массы, теплоемкости и теплопроводности шихты.

Количество передаваемого тепла с другой стороны зависит от теплосодержания газового потока, который проходит через коксовую насадку. Теплосодержание газа подразделяется на усвоенную и остаточную части. Для определения его необходимо исходить из заданной производительности печи, в частности в области металлизации.

Усвояемое количество тепла:

$$q_{\Sigma ш} = (q_{ш} + q_{(R)})\Pi, \quad (16)$$

где $q_{ш}, q_{(R)}$ – теплосодержание шихты и суммарные эндотермические эффекты реакций соответственно, кДж/кг.

Разворачивая решение, перепишем уравнение (16)

$$q_{\Sigma ш} = (c_{ш} \cdot t_{ш} + (q_{Fe} + q_{Mn} + q_{Si}))\Pi, \quad (17)$$

где Π – производительность по шихте, кг/ч.

Теплосодержание газа должно быть

$$I = q_{\Sigma ш} / \eta_T = V_T \cdot c_T \cdot t_T \text{ кДж/ч} \quad (18)$$

откуда определяем расход газа с температурой t_r .

$$V_r = \frac{q_{\Sigma ш}}{\eta_r \cdot c_r \cdot t_r}.$$

Температура t_r ограничивается уровнем температуры размягчения шихты, т. е. 1100-1150 °С. Поведение этого газа в шихте зависит от состава. Если он не обладает достаточным по отношению к шихте редуccionным потенциалом, то будет работать как теплоноситель. Если же обладает редуccionным потенциалом, то необходимо определять долю его редуccionной работы и соответственно снизить расход углерода-редуccionера в составе шихты. Во избежание усложнения процесса можно пойти по первому пути, т. е. сохранить относительную нейтральность состава газа по отношению к редуccionии железа на уровне $\text{FeO-Fe}_{\text{мет}}$. Достаточно нейтральным является состав газа, отвечающий отношениям $\text{CO}_2/(\text{CO}+\text{CO}_2)=0,20-0,25$; $\text{H}_2\text{O}/(\text{H}_2+\text{H}_2\text{O})=0,22-0,30$.

В зоне плавления температура газа должна достигать 1900-2200 °С. Такая температура наблюдается при сжигании кокса обогащенным кислородом дутьем. Из зоны плавления газ выходит с температурой 1500-1600 °С. Понижение температуры до уровня 1150-1200 °С обеспечивается вводом охлаждающих добавок в виде азота или колошникового газа, количество которого может быть определено по формуле:

$$v_x = \frac{(c_{ГГ}t_{ГГ} - c_{СМ}t_{СМ})v_{ГГ}}{c_{СМ}t_{СМ} - c_{ХГ}t_{ХГ}}.$$

При $v_{ГГ}=1 \text{ м}^3$; $t_{ГГ}=1600 \text{ °С}$; $c_{ГГ}=1,70$; $c_{СМ}=1,55$; $t_{СМ}=1200 \text{ °С}$; $c_{ХГ}=1,40$; $t_{ХГ}=120 \text{ °С}$.

$$v_{ХГ} = \frac{1,7 \cdot 1600 - 1,55 \cdot 1200}{1,55 \cdot 1200 - 1,40 \cdot 120} = 0,508 \text{ м}^3/\text{м}^3,$$

Как видно, дополнительный ввод холодного газа в пределах 0,45-0,50 $\text{м}^3/\text{м}^3$ горячего газа обеспечивает стабильное тепловое состояние и металлизацию столба шихты углеродом. Регулирование количеством углерода в шихте от стехиометрического и выше позволяет выплавлять по выбору либо сталь, либо чугун.

Анализ редуccionно-плавильного процесса в целом позволил определить границы и условия протекания редуccionных реакций

газом и твердым углеродом, а также организовать несмешивающиеся столбы шихты и периферийной коксовой насадки, через которую проходит основной поток газа-теплоносителя. Центральный столб шихты автономно металлизирован твердым углеродом и обогревается наружным теплоносителем. Установлены физико-химические и теплотехнические закономерности непрерывного редуционно-плавильного процесса выплавки металла.

Литература

1. *Товаровский И. Г.* Доменная плавка. – Днепропетровский: Пороги, 2003. – 596 с.
2. *Тлеугабулов С. М.* Теоретические положения прямого производства стали восстановительной плавкой // *Сталь*. – 2003. – № 8. – С. 18-20.
3. *Тлеугабулов С. М., Левина В. В., Воронко Е. И.* О механизме восстановления железа углеродом // *Изв. АН СССР. Металлы*. – 1990. – № 6. – С. 36-38.
4. *Рыжонков Д. И., Томлянович В. Д.* Механизм и кинетика восстановительных процессов. – М.: МИСиС, 1986. – 120 с.
5. *Тлеугабулов С. М., Носов Г. К., Упюрин С. Д.* Управление процессом смешанного восстановления железа в шахте доменной печи. – Алматы: Фылым, 1991. – 190 с.

УКРУПНЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФЕРРОСИЛИЦИЯ ИЗ НЕОБОГАТИМОЙ ОКИСЛЕННОЙ ЦИНКСОДЕРЖАЮЩЕЙ РУДЫ

Б. А. Капсаямов, к.т.н.

Южно-Казахстанский государственный университет
им. М. Ауезова.

Темір мен кремниді ферросплавқа алуды және цинк пен қорғасынды возгонға алу дәрежесін арттыруды қамтамасыз ететін, байытылмайтын құрамында цинк-қорғасыны бар рудаларды өңдеу тәсілдері ұсынылған. Технология өндіріс саласына кондициялық емес шикізатты тартуға, алынатын ферроспалқыманың өзіндік құнын азайтуға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: ферросилиций, құрамында цинкі бар рудалар, электропалқымалар.

The method of processing of crude zinc- and lead containing ores by electric melting is proposed; the method provides extraction of iron and silicon to ferroalloy and increase of degree of extraction of zinc and lead into sublimate. The technology makes possible to attract nonconformed raw materials into production sphere, decrease prime coat of the ferroalloy obtained.

Key words: ferrosilicon, zinc-bearing ores, electric melting.

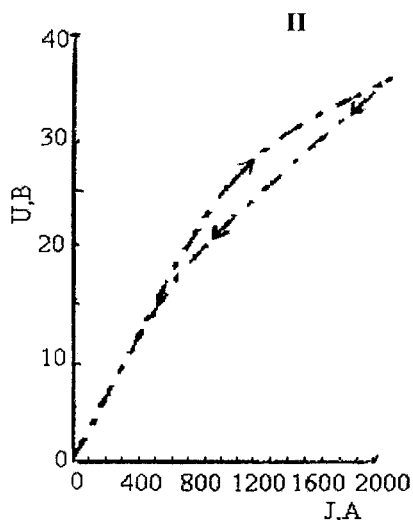
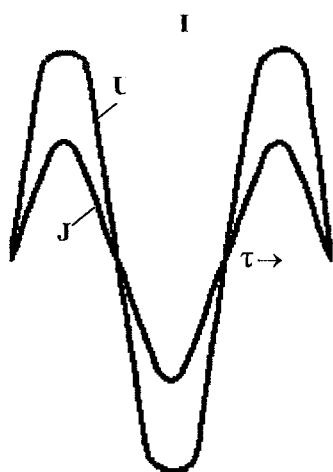
Необогащаемые руды месторождения Шалкия представляют собой окисленную (верхнюю) форму рудозалегания, в которых доля сульфидов минимальна. Вследствие этого рудные минералы не подвергаются (или подвергаются очень слабо) флотации. Запасы забалансовых (окисдно-необогащаемых) руд составляли на 1979 г. (данные ГКЗ СССР) 6,8 млн т, которые и в настоящее время не перерабатываются и находятся в отвалах. Известен способ переработки окисдных необогащаемых цинк-свинцовсодержащих руд пирометаллургическим способом – вельцеванием при температуре 1200-1250 °С в присутствии кокса с восстановлением Zn, Pb и отгонкой их в газовую фазу [1]. Недостатком способа являются большой расход восстановителя – кокса (40-50 % массы руды) и большая продолжительность процесса (2,5-3 ч). Существует также пирометал-

лургический способ переработки, заключающийся в электроплавке цинк-свинцоводержащего оксидного материала в присутствии кокса при температуре 1400-1450 °С [2]. Несмотря на достаточно высокое извлечение Zn в возгоны (98,5 %), Pb (97,0 %), железо при этом извлекается в металлизированный сплав до 10-15 %, а кремний (ввиду недостаточно высокой температуры) практически не восстанавливается и теряется со шлаком.

Автором предложен способ переработки необогатимых цинк-свинцоводержащих руд электроплавкой, обеспечивающий извлечение железа и кремния в ферросплав и увеличение степени извлечения Zn, Pb в возгоны [3]. Представлены результаты укрупненных испытаний по переработке необогатимых руд месторождения Шалкия с получением ферросплавов и возгонов цветных металлов на опытной базе ТОО НПФ «Казхиминвест» (г. Тараз) [4]. В период испытаний было переработано 4700 кг шихты, химический состав компонентов которой приведен в табл. 1. В результате плавки был получен ферросилиций с содержанием кремния 40,0-43,8, т. е. ферросилиций марки ФС45, со степенью перехода Si в ферросплав 80,0 и Fe 86,0. Выход ферросилиция составил 46,4 % массы руды. Цинка и свинца в ферросилиции содержалось не более 0,01 %, а в шлаке соответственно 0,0025-0,003 и 0,0012-0,0016 %, т. е. основная часть этих металлов (Zn на 99,7 %, Pb на 99,9 %) перешла в возгоны (табл. 2). Расход электроэнергии в период балансовых опытов составил 2700-3100 кВт·ч на 1 т ферросилиция. Необходимо отметить, что в период электроплавки руды электропечь работала преимущественно в режиме сопротивления, с небольшим развитием (об этом свидетельствуют осциллограммы) дугового тока и вольт-амперных характеристик процесса. О наличии дуги в печи свидетельствуют только искажения кривой напряжения. Форма осциллографирования напряжения в этом случае близка к трапеции. U – J характеристика плавки руды имеет отклонения от прямой в интервале U от 14 до 36 В и J от 600 до 1200 А (рис. 1).

Подобная U – J характеристика и кривые U, J свидетельствуют о том, что при электроплавке основная масса электроэнергии преобразуется в тепловую по закону Джоуля – Ленца, а доля тепловой энергии, выделяемой в дуговом разряде, значительно меньше [5]. Температура колошника перед выпуском расплава из электропечи составила 800-900 °С, температура сливаемого расплава – 1620-1680 °С.

Таким образом, использование длиннопламенного угля (29-37 % массы руды) в смеси с коксом (13-21 % массы руды) при отноше-



Осциллограмма силы тока ($J=2000$ А) и напряжения ($U=36$ В) (I) и вольт-амперные характеристики (II) процесса электроплавки с получением ферросилиция небогатимой окисленной цинксо­дер­жащей руды

нии угля к коксу 1,38-2,84 позволило получить ферросилиций марки ФС45 с извлечением Si из руды в ферросплав 80,6 %, Zn в возгоны – 99,7 % и Pb – 99,9 %.

На техническое решение получено заключение о выдаче инновационного патента на изобретение № 2007/0656.1 [6].

Литература

1. Абдеев М. А., Колесников А. В., Ушаков Н. Н. Вельцевание цинк-свинцовосодержащих материалов. – М.: Metallurgy, 1985. – 120 с.
2. Лакерник М. М. Электротермия в металлургии меди, цинка и свинца. – М.: Metallurgy, 1964. – 283 с.
3. Капсаямов Б. А. Переработка небогатимых полиметаллических руд месторождения Шалкия на ферросилиций // Новости науки Казахстана. – 2008. – № 1. – С. 55-59.
4. Шевко В. М., Колесников А. С., Капсаямов Б. А., Каргбаев С. К. Получение ферросилиция из клинкеров вельцевания ачисайской

окисленной руды // Рудно-термические печи (конструкции, исследование и оптимизация технологических процессов, моделирование): Сб. тр. Всерос. науч.-техн. конф. «Электротермия - 2006». – СПб., 2006. – С. 228-229.

5. *Платонов Г. Ф.* Параметры и электрические режимы металлургических электродных печей. – М.; Л.: Энергия, 1965. – 151 с.

6. *Шевко В. М., Капсаламов Б. А., Бишимбаев В. К.* и др. Способ переработки оксидной необогащенной цинк-свинцоводержащей руды. Заявка № 2007/0656.1 от 18.05.2007.

ИНФОРМАЦИЯ

НТ2007К2086

ПОЛУЧЕНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ

Назначение – улучшение качества деталей, приготовленных из вентильных металлов.

Метод микродугового оксидирования позволяет получить на вентильных металлах покрытия, прочно сцепленные с основой и характеризующиеся высокими механическими, износостойкими, защитными свойствами. Толщина покрытия 20-300 мкм.

Этапы разработки

Технорабочая документация

Опытный образец

Опытно-промышленный
образец

Состояние защиты

Патент(ы)

Прогноз производства

Вид делового предложения

Совместное производство

Организация-разработчик

Евразийский национальный
университет им. Л. Н. Гумилёва

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ САМОЦЕНТРИРУЮЩИХ РОЛИКООПОР ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ

В. Е. Джундибаев, К.Т.Н.

Казахстанский холдинг по управлению
государственными активами «Самрук»

Қазіргі автоматтандыру құралдары мен әдістерінің негізінде автоматтандырылған таспалы конвейерлерді бақылау және техникалық диагностикалау жүйелерін құрудың тұжырымдамасы әзірленді.

Таспалы конвейерлерді диагностикалау кезінде пайдалануға арналған өлшеу құралдарын іс жүзінде қолдану мысалдары келтірілген.

Түйінді сөздер: өздігінен центрленетін ролик тіректер, таспалы конвейерлер, конвейерлерді диагностикалау.

The concept of creation of control systems and technical diagnosis of automated belt conveyers on the basis of contemporary means and methods of automation is developed. The examples of practical realization of measurement means designed for use at diagnosis of belt conveyers are presented.

Key words: self-centering roller bearings, belt conveyers, diagnosis of conveyers.

Повышение эффективности эксплуатации ленточных конвейеров реализуется путем автоматизации основных узлов ленточного конвейера и конвейера в целом на базе современных средств и методов автоматизации.

Анализ технических решений проектирования и эксплуатации самоцентрирующих роlikоопор автоматизированных ленточных конвейеров позволяет их рассматривать как автоматические манипуляторы с числом степеней свободы не менее двух, переналаживаемых и перепрограммируемых, со значительными поперечными и продольными смещениями вдоль става конвейера, что позволяет классифицировать их как робототехнические системы.

В соответствии с этим тезисом предполагается выделить класс задач по их испытаниям с учетом работ проф. И. Б.Челпанова [1]. ГОСТ 23222-88 устанавливает номенклатуру нормируемых метрологических характеристик средств измерений и точностных характеристик средств автоматизации, способы их нормирования, формы представления и основные требования к методам контроля. Стандарт четко разделяет: метрологические характеристики нормируются для средств измерений, точностные характеристики – для приборов и средств автоматизации. Однако по структуре и составу комплекс точностных характеристик полностью подобен комплексу нормируемых метрологических характеристик.

В стандартах «Ленточные конвейеры» нормирование показателей точности монтажа не используется, а в стандартах «Роботы промышленные» и ГОСТ 25686-85 лишь введено неясное и нечеткое определение погрешности позиционирования рабочего органа как отклонение его положения от заданного. Это определение недопустимо хотя бы потому, что при цикловом программном управлении положение подвижных частей часто задается упорами, а не управляющей программой. Очень приблизительное представление о погрешности позиционирования в основном стандарте и отсутствие конкретизации требований к точности промышленных роботов в других нормативно-технических документах приводит к тому, что в этой важной области отсутствует единство, в паспортные данные о точности автоматизированных манипуляторов, ленточных конвейеров может вкладываться различный смысл, результаты приемо-сдаточных и контрольных испытаний, проводимых различными методами и по различным методикам, оказываются несопоставимыми.

Определены основные предварительные требования для нормирования точности манипуляторов, погрешности позиционирования которых имеют несколько степеней свободы:

1. Необходимо конкретизировать, погрешности каких именно параметров положения следует рассматривать. Рабочий орган (самоцентрирующая роликоопора) или объект (лента на самоцентрирующей роликоопоре) имеет шесть степеней свободы (как жесткое тело), его положение поэтому задается шестью обобщенными координатами – независимыми параметрами. Поэтому погрешность положения самоцентрирующей роликоопоры или ленты на ней задается совокупностью шести величин – погрешностей шести обобщенных координат или параметров положения. Часто удобно задавать условный центр самоцентрирующей роликоопоры или ленты на ней, тогда в качестве параметров положения вводятся три декартовы координаты

ты центра, как точки, и три угла поворота. Соответственно вводятся три составляющие вектора погрешности положения центра по заданным осям и три составляющие вектора малого угла поворота вокруг заданных осей.

Таким образом, следует говорить о векторе погрешности позиционирования и о векторе погрешности ориентирования, каждый из которых имеет три составляющие. Заметим, что составляющие погрешностей позиционирования зависят от выбора центра, и эта зависимость существенна, если не очень малы погрешности ориентирования. В настоящее время погрешности ориентирования исключаются из рассмотрения, не нормируются и экспериментально не определяются.

2. Необходимо четко знать, в какой системе координат определяются положение и погрешности. Для любого манипулятора (конвейера или самоцентрирующей роликоопоры на ставе конвейера) может быть условно задана базовая система координат, жестко связанная с основанием. Однако лишь немногие манипуляторы имеют материально реализованные базы в виде сочетаний участков поверхностей, линий или точек. Эти базы должны быть такими, чтобы, с одной стороны, можно было определить с требуемой точностью положение основания манипулятора относительно баз фундамента или баз другого оборудования, а с другой стороны, можно было определить положение рабочего органа (в частности, его центра).

При наличии материально реализованных баз возможно аналитическое программирование движений, аналогичное программированию движений рабочих органов манипуляторов в абсолютных координатах. При отсутствии материально реализованных баз начало отсчета принципиально не определено, и программирование соответствует программированию движений в приращениях. При наличии баз, когда к тому же положения задаются программой (при позиционном или контурном управлении) действительное положение рабочего органа или объекта сравнивается с задаваемой программой, погрешности позиционирования и ориентирования определяются однозначно. Если же не выполнено хотя бы одно условие (отсутствуют базы, датчики обратной связи и позиционирование осуществляется по упорам), требуемое положение задается при установке и однозначно не может быть определено. В первом случае погрешности могут быть разделены на систематические и случайные составляющие, во втором случае это невозможно.

3. Необходимо учесть, сколько и какие именно величины подлежат нормированию. Методически наиболее правильно нормировать

раздельно каждую из шести составляющих погрешностей (три составляющие погрешности позиционирования по трем осям и три составляющие ориентирования также по трем осям). Целесообразность независимого нормирования по осям определяется двумя обстоятельствами.

Во-первых, вследствие конструктивных особенностей самоцентрирующих роликкоопор, способов установки датчиков и т.д. составляющие погрешностей по различным осям могут существенно различаться.

Во-вторых, при эксплуатации самоцентрирующих роликкоопор на конкретных рабочих местах допустимые отклонения по разным направлениям и углы поворота вокруг разных осей также могут существенно различаться. Так, на ставе конвейера допустимые значения поперечных смещений роликкоопоры значительно меньше продольных. Также при монтаже роликкоопоры на ставе конвейера жесткими являются ограничения по боковым отклонениям и углам перекоса. Сопоставление действительных и требуемых различий точности по разным направлениям позволяет обоснованно выбирать самоцентрирующую роликкоопору и его монтаж на ставе конвейера. Если принят принцип нормирования раздельно составляющих погрешностей по осям, то необходимо обратить особое внимание на выбор осей. Принципиально возможно выбрать единую прямоугольную систему координат, жестко связанную со ставом конвейера, и в любой точке рабочей зоны (при любых значениях обобщенных координат) определять составляющие погрешностей позиционирования и ориентирования именно по этим осям.

При другом подходе к нормированию рассматриваются не составляющие погрешностей по осям, а модули векторов погрешностей позиционирования и ориентирования. При этом не учитываются ни направления, ни знаки погрешностей. Преимущества нормирования модулей векторов погрешностей очевидны: вместо шести величин (составляющих по осям) следует рассматривать только две. Однако при этом теряется возможность получения информации о направлениях, по которым может быть получена большая точность. Кроме того, нужно иметь в виду, что модули векторов погрешностей непосредственно не могут измеряться, измеряются по-прежнему составляющие по осям, а модули векторов по ним рассчитываются. Поэтому первичными данными остаются погрешности по осям.

4. После того, как сделан выбор погрешности (составляющей по оси или модуля вектора), необходимо задать способ нормирования. Могут быть приняты в качестве характеристик погрешностей

средние значения, средние квадратические значения, пределы отклонений, определяющие ширину диапазона разброса. Эти нормируемые характеристики должны определяться по результатам вычислений, по статистической обработке результатов однократных измерений. В зависимости от того, для каких величин осуществляется нормирование, эти характеристики могут рассчитываться как для составляющих по осям, так и для модулей векторов погрешностей. Как отмечалось выше, разделение погрешностей на систематические и случайные с отдельным их нормированием возможно только для составляющих по осям и лишь при условии, что имеются материально реализованные базы, а программирование движений осуществляется в абсолютных координатах. Более сложные способы нормирования погрешностей, основанные, например, на анализе вида распределений и принятии гипотез о виде распределений с последующим определением параметров, практически возможны лишь при специально поставленных исследовательских испытаниях и в дальнейшем не рассматриваются. Для окончательного выбора нормирования погрешностей целесообразно использовать рекомендации ГОСТ 8.009-84, хотя и относящиеся к средствам измерений, но практически без изменений переносимые на конвейеры при отдельном рассмотрении составляющих погрешностей по осям.

Одной из важнейших проблем современного машиностроения является создание нормативно-методического обеспечения и технических решений, позволяющих компенсировать влияние динамических возмущений, вызванных влиянием влияющих факторов и параметров различной природы.

Таким образом, основные принципы проектирования силоизмерительных средств на базе деталей производственных машин [2], автором апробированы и адаптированы к ленточным конвейерам широкого назначения.

Литература

1. *Челпанов И. Б.* Устройство промышленных роботов. – Л.: Машиностроение, 1990. – 223 с.
2. *Кадыров Ж. Н.* Теория и методы проектирования силоизмерительных средств на базе деталей производственных машин: Автореф. дис. на соискание уч. степ. д-ра. техн. наук. – СПб., 1993.

**РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕДУР ИССЛЕДОВАНИЯ
ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ПОСТРОЕНИЯ
ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ
ИНТЕРВАЛЬНО-ЗАДАННОЙ СИСТЕМЫ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ**

Г. Н. Пащенко, к.т.н.

Институт проблем информатики и управления

Кешігуі бар аралықтық жүйені тиімді басқаруды құру және кешігуі бар аралықтармен берілген объектілердің динамикалық қасиеттерін зерттеу үшін бағдарламалар кешені жасалған.

Түйінді сөздер: интервалды-берілген жүйелер, динамикалық қасиеттер, интервалды-берілген жүйелерді басқару.

The complex of programs for investigation of dynamic properties of the interval-given objects with delay and construction of optimum control of interval systems with delay is developed.

Key words: interval-given systems, dynamic properties, control of interval-given systems.

В настоящее время исследование динамических свойств положений равновесия биологических и иммунологических моделей является актуальной задачей [1,2]. В рамках проекта К-159-98 «Мониторинг проблемы чумы в Казахстане», выполняемого Международным научно-техническим центром, проведены работы по созданию программ по исследованию динамических свойств в различных системах.

Разработан пакет прикладных программ «SOLV», предназначенный для исследования свойства асимптотической устойчивости положения равновесия простейшей иммунологической модели реакции организма на вторжение микроба. Результаты представлены и апробированы на координационных совещаниях в Дании и Норвегии.

Пакет прикладных программ «SOLV», написанный на языке программирования высокого уровня Delphi, предусматривает:

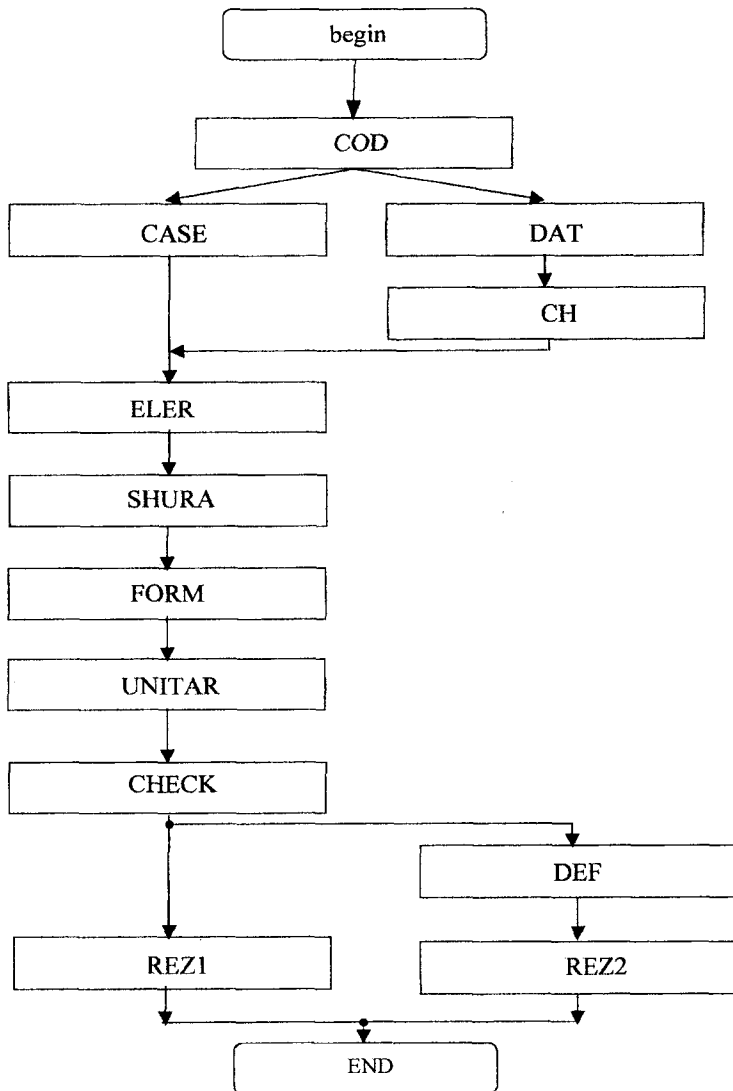
- Исследование свойства асимптотической устойчивости интервальной системы управления с запаздыванием.
- Построение оптимального управления интервально-заданной системы с запаздыванием.

Особенностью пакета прикладных программ «SOLV» является возможность его расширения и пополнения открытыми модулями пакета прикладных программ «SOLV» состоит из ряда модулей (рисунк 1).

Блок определения «COD» включает в себя подпрограмму определения кода решаемой задачи *cods*, т. е. осуществляет выбор того, что мы хотим решить: задачу синтеза или анализа, блок определения «CASE» – подпрограмму *cases* формирования исходных данных в зависимости от кода решаемой задачи и задания пользователя. Блок формирования матрицы Эйлера «ELER» состоит подпрограммы *matel*, которая создает блочную матрицу Эйлера, размерности $2n \times 2n$, где n – размерность исходных матриц, задаваемых пользователем в предыдущем блоке, на основе этих же исходных матриц. Блок определения «DAT» включает подпрограмму *data* формирования исходных данных в зависимости от кода решаемой задачи и задания пользователя.

Блок «SHURA» состоит из подпрограмм *shur* и *hessen*, которые формируют на основе матрицы Эйлера, матрицу в виде верхней треугольной формы Шура; подпрограммы *kvurav*, предназначенной для определения собственных значений указанных выше блоков, которые, в свою очередь, будут являться собственными значениями матрицы Эйлера; подпрограммы *mfad*, которая находит коэффициенты характеристического полинома матрицы Эйлера и подпрограммы *perfsh*, производящих проверку расположения корней характеристического уравнения в верхних n позициях главной диагонали. В случае, когда в данных позициях стоят неустойчивые собственные значения, подпрограмма переупорядочивает полученную форму Шура и обычной перестановкой строк и столбцов матрицы в форме Шура перемещает в эти n позиции устойчивые, т. е. более приближенные к точным собственные значения. Утраченную при этом форму Шура необходимо восстановить при помощи подпрограмм *shur3* и *hessen3* и возвратиться к подпрограмме *perfsh*.

Блок «FORM» состоит из трех подпрограмм: 1 – подпрограмма *shurotr*, формирующая матрицу как результат правосторонних умножений матриц отражения, при помощи которых в программе *shur3*



Структура пакета прикладных программ «SOLV»

матрица Эйлера приводится к верхней треугольной форме Хессенберга и матрицы отражения, при помощи которой создается промежуточная матрица В; 2 – подпрограмма hesotr, формирующая матрицу как результат правосторонних умножений матриц отражения, при помощи которых в программе hessen матрица В приводится к верхней треугольной форме Шура; 3 – подпрограмма imat, создающая унитарную матрицу U как матрицу произведения двух матриц из подпрограмм shurotr и hesotr. Матрица U трансформирует матрицу Эйлера в верхнюю треугольную форму Шура. Блок «UNITAR» состоит из подпрограммы hmat.bas, которая формирует результат решения поставленной задачи в виде матрицы, осуществляя процесс сужения матрицы Эйлера на подпространство Ω , базисные вектора которого являются столбцами унитарной матрицы U, и находит указанное решение в виде произведения блоков размерности n матрицы U. Блок «CHECK» состоит из подпрограммы check1, которая определяет, обладает ли полученный результат свойством положительной определенности; блок «CH» – подпрограммы ch, которая проверяет выполнение условий о непустоте множества допустимых решений, блок «DEF» – подпрограммы defin, которая вычисляет матрицу параметров K.

Блок «REZ1» состоит из подпрограммы mod, осуществляющей моделирование системы и подпрограммы rez11, которая выдает заключение о результатах исследования свойства асимптотической устойчивости рассматриваемой системы. Блок «REZ2» состоит из подпрограммы rez22, которая осуществляет моделирование исследуемой интервально-заданной системы с запаздыванием (рисунок).

Общение с пользователем в данном пакете ведется посредством системы меню, рекомендаций и указаний по выполнению тех, или иных действий, предполагающих определенные действия пользователя, либо ввод им числовых данных, зависящих от конкретного матричного уравнения.

Предложенный пакет прикладных программ «SOLV» обладает некоторыми достоинствами, которые выражаются в возможности сокращения вычислений при решении интервального матричного уравнения типа Риккати для задачи анализа или синтеза объекта управления с запаздыванием и проведение имитационного эксперимента с различными условиями моделирования.

Литература

1. Ашимов А. А., Аяганов Е. Т., Пашенко Г. Н. Асимптотическая устойчивость линейной системы управления интервально-заданным

объектом с последствием // Докл. Нац. акад. наук РК. – 2002. – № 2. – С. 11-16.

2. Пащенко Г.Н. К вопросу об асимптотической устойчивости простейшей иммунологической модели: Сб. матер. Междунар. науч.-теорет. конф. // Роль физико-математических наук в современном образовательном пространстве. – Атырау, 2005. – С. 259-263.

ИНФОРМАЦИЯ

НТ2007К2077

КАПУСТОУБОРОЧНАЯ МАШИНА

Назначение – сплошная поточная однофазная уборка белокачанной капусты (прямое комбайнирование).

Машина оснащена столом доработки в виде ячеистого транспортера и ленточного конвейера. Агрегатируется трактором МТЗ 80/82. Агрегат обслуживают 1 тракторист и 2 рабочих-переборщика. Производительность 0,13-0,15 га/ч.

<i>Этапы разработки</i>	Технорабочая документация Опытный образец
<i>Состояние защиты</i>	Патент(ы)
<i>Вид делового предложения</i>	Продажа патента Продажа лицензии Совместное производство
<i>Организация-разработчик</i>	Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина

**АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ДИСКРЕТНЫХ ИНТЕРВАЛЬНЫХ
ЗАМКНУТЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ****Н. Р. Юничева**

Институт проблем информатики и управления МОН РК

Басқарудың тұйық дискретті интервалды жүйелерінің асимптотикалық тұрақтылығының матрицалық критеріінің интервалдық аналогын алу процедурасы ұсынылған, матрицалық критеридің есептеу алгоритмдері жасалған.

Түйінді сөздер: басқару жүйелері, есептеу алгоритмдері, матрицалық критерилер.

The procedure of obtaining of matrix criterion interval analog of asymptotic stability of discrete interval closed-loop control system is proposed, computational algorithms of matrix criterion are developed.

Key words: control systems, computational algorithms, matrix criteria.

Вопросы анализа устойчивости движения различных физических систем, в том числе и систем управления, по-прежнему привлекают внимание специалистов различных областей знания и в силу отсутствия их полного решения продолжают оставаться одной из актуальных проблем в механике, прикладной математике и теории управления различными технологиями и технологическими процессами.

Изучение динамических свойств дискретных интервально-заданных систем, функционирующих в условиях параметрической неопределенности, является актуальной научной задачей. В большинстве случаев параметрическая неопределенность характеризуется принадлежностью реальных значений параметров технического объекта некоторым интервалам, границы которых априорно известны. Следовательно, возникает задача управления не единственным объектом, а семейством или множеством объектов.

Вопросы разработки методов, подходов решения задач исследования динамических свойств и построения систем автоматического управления интервально-заданными объектами находится на начальном этапе и требуют дальнейшего развития.

Автором рассмотрена дискретная интервальная замкнутая система управления, математическая модель которой в пространстве состояний представляется следующим образом:

$$X_{n+1} = [D]X_n, \quad (1)$$

где $[D] \in M_{n,n}(I(R))$, $[D] = \{[d_{ij}] | i, j = \overline{1, n}\}$, $[d_{ij}] = [\underline{d}_{ij}; \overline{d}_{ij}]$, $i, j = \overline{1, n}$ – вещественная интервальная матрица замкнутой системы управления; $M_{n,n}(I(R))$ – множества матриц, элементами которых являются вещественные интервалы $[\underline{a}, \overline{a}] = \{a \in R \wedge \underline{a} \leq a \leq \overline{a}\}$;

$I(R)$ – множества всех вещественных интервалов;

$X(t) \in R^n$ – вектор состояний.

При этом желаемый интервальный характеристический полином определяется следующим образом:

$$[d(\lambda)] = \det(\lambda E - [D]) = \lambda^n + [d_1] \lambda^{n-1} + [d_2] \lambda^{n-2} + \dots + [d_n], \quad (2)$$

где E – единичная матрица;

$[d_i] = [\underline{d}_i, \overline{d}_i] | i = \overline{1, n}$ – интервальные коэффициенты характеристического полинома замкнутой системы управления.

Система уравнений (1) является интервальной, поэтому для исследования динамических свойств данной системы потребуется изучение динамических свойств целого семейства точечных систем. Рассмотрим заданную интервальную матрицу $[D]$ замкнутой системы управления (1). Пусть D – точечная матрица такая, что $D \in [D]$. Для проведения дальнейших рассуждений воспользуемся следующими определениями:

Определение 1. Интервальная матрица $[D]$ замкнутой дискретной системы управления вида (1) асимптотически устойчива, если асимптотически устойчивы все точечные матрицы $D \in [D]$.

Как известно [1], характеристическое уравнение матрицы $D \in [D]$ представляется следующим образом:

$$\det(D - \lambda E = 0) \quad (3)$$

Тогда для интервальной матрицы $[D]$ имеется следующее определение:

Определение 2. Семейство характеристических уравнений для всех точечных матриц $D \in [D]$ называется характеристическим уравнением интервальной матрицы $[D]$ и формально записывается в следующем виде:

$$\det([D] - \lambda E = 0), \quad (4)$$

Предположим, что матрица $D \in [D]$ асимптотически устойчива и все ее собственные значения $\lambda_i(D), i = \overline{1, n}$ локализованы в круге единичного радиуса R в левой части плоскости комплексного переменного λ .

Для получения матричного критерия асимптотической устойчивости воспользуемся дробно-линейным преобразованием следующего вида:

$$\rho = \frac{\lambda}{R} + 1. \quad (5)$$

Оно позволяет перевести круг заданного радиуса R в левой части плоскости комплексного переменного λ , в единичный круг с центром в начале координат плоскости комплексного переменного ρ . Значение $\lambda = (\rho - 1)R$ из (5) подставим в (3), опустив промежуточные вычисления, получим:

$$\det(F - \rho I = 0), \quad (6)$$

где $F = \frac{D}{R} + 1$ – преобразованная матрица, собственные значения которой расположены в круге единичного радиуса. Если $\rho_i(F), i = \overline{1, n}$ являются собственными значениями матрицы F , то собственными значениями матрицы F^k будут числа $(\rho_i(F))^k$ [2]. Следовательно, если матрица $D \in [D]$ замкнутой системы управления устойчива, то последовательное возведение матрицы в k -ую степень позволяет уменьшить абсолютную величину собственных значений $(\rho_i(F))^k$, так как

все $\rho_i(F), i = \overline{1, n}$ локализованы внутри круга единичного радиуса и по модулю меньше единицы, т. е.

$$|\rho_i(F)| < 1, i = \overline{1, n} \quad (7)$$

Таким образом, для асимптотической устойчивости матрицы $D \in [D]$ необходимо и достаточно, чтобы неравенство (7) имело силу. Выполнимость необходимого и достаточного условия (7) устанавливается по $F^k \rightarrow 0$. Для того чтобы матрица $D \in [D]$ замкнутой системы управления была асимптотически устойчива, необходимо и достаточно, чтобы преобразованная матрица F^k стремилась к нулевой при $k \rightarrow 0$.

Интервальным аналогом точечной матрицы является интервальная матрица следующего вида:

$$[F] = \frac{[D]}{R} + 1 \quad (8)$$

Сформулируем последовательность k степеней матрицы $[F]$. Для асимптотической устойчивости $[D]$ необходимо и достаточно, чтобы нижние \underline{f}_{ij} и верхние \overline{f}_{ij} границы всех интервальных элементов $[f_{ij}]^k, i, j = \overline{1, n}$ одновременно стремились к нулю. Для установления факта асимптотической устойчивости возможно использование норм последовательности степеней $[F]: [F^k]$.

Введем в рассмотрение вещественную матрицу Q^k с элементами $(q_{ij}^k)^k, i, j = \overline{1, n}$: $q_{ij}^k = |[F]^k| = |[f_{ij}]^k| = \max\{\underline{f}_{ij}, \overline{f}_{ij}\}$ (9) и воспользуемся следующими матричными нормами:

$$\|Q^k\|_1 = \max_{i=1, n} \sum_{j=1}^n |q_{ij}^k|, \quad \|Q^k\|_2 = \max_{j=1, n} \sum_{i=1}^n |q_{ij}^k|, \quad (10)$$

$$\|Q^k\|_3 = \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |q_{ij}^k| \right)^{\frac{1}{2}}, \quad \|Q^k\|_4 = n \cdot \max_{i, j=1, n} |q_{ij}^k| \quad (11)$$

Выберем минимальную из матричных норм:

$$\vartheta(k) = \min \left\{ \|Q^k\|_i, i = \overline{1,4} \right\}. \quad (12)$$

Тогда, если неравенство $\vartheta(k) < 1$ выполняется для какого-нибудь k , то интервальная матрица $[D]$ замкнутой системы управления будет обладать свойством асимптотической устойчивости.

Наряду с обеспечением свойства асимптотической устойчивости необходимо обеспечить качественные показатели. Ниже представлена интервальная версия построения критериальной матрицы для области, внутри которой степень устойчивости не ниже заданной. Пусть степень устойчивости замкнутой системы характеризуется параметром α и все собственные значения матриц $D \in [D]$ интервальной системы (1) расположены в круге заданного радиуса плоскости переменного λ . Для построения критериальной матрицы необходимо отобразить круг, расположенный в левой части плоскости комплексного переменного λ с центром на вещественной отрицательной полуоси в точке $(-R_1 - \alpha, 0)$, на единичный круг с центром в начале координат плоскости комплексного переменного ρ при помощи функции следующего вида:

$$\lambda = (\rho - 1)R_1 + \alpha, \quad (13)$$

где R_1 – радиус круга, охватывающего все собственные значения $\lambda_i, i = \overline{1, n}$ матриц $D \in [D]$. Подстановкой значения (13) $\det(D - \lambda E) = 0$ в для матрицы D получим:

$$\det(Z - \rho E) = 0, \quad (14)$$

где $Z = \frac{D - \alpha E}{R_1} + E$ – преобразованная матрица, собственные значения которой расположены в круге единичного радиуса плоскости переменного ρ .

Для того чтобы все собственные значения матрицы замкнутой системы располагались внутри круга с центром в точке в левой части комплексного переменного, необходимо и достаточно, чтобы пост-

роенная матрица при возведении ее в k -ую степень стремилась к нулевой: $Z^k \rightarrow 0, k \rightarrow \infty$.

Интервальным аналогом полученной матрицы Z будет интервальная матрица следующего вида:

$$[Z] = \left[\frac{[D] - \alpha I}{R_1} + I \right], [Z] = \{ [z_{ij}], i, j = \overline{1, n} \}; [z_{ij}] = [z_{ij}, \overline{z_{ij}}], i, j = \overline{1, n}. \quad (15)$$

Исследование устойчивости осуществляется с помощью критерия, основанного на рассмотренных выше матричных нормах. Для этого введем в рассмотрение вещественную матрицу:

$$G = (g_{ij}), i, j = \overline{1, n}, G = [Z], g_{ij} = \max \{ |z_{ij}|, |\overline{z_{ij}}| \}, \quad (16)$$

и воспользуемся следующими матричными нормами:

$$\|G^k\|_1 = \max_{i=1, n} \sum_{j=1}^n |g_{ij}^k|, \|G^k\|_2 = \max_{j=1, n} \sum_{i=1}^n |g_{ij}^k| \quad (17)$$

$$\|G^k\|_3 = \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |g_{ij}^k| \right)^{\frac{1}{2}}, \|G^k\|_4 = n \cdot \max_{i, j=1, n} |g_{ij}^k|. \quad (18)$$

Выберем минимальную из норм:

$$\|G^k\| = \min \{ \|G^k\|_1, \|G^k\|_2, \|G^k\|_3, \|G^k\|_4 \}. \quad (19)$$

Тогда, если неравенство $\|G^k\| < 1$ выполняется для какого-нибудь k , то интервальная матрица $[D]$ замкнутой системы управления является асимптотически устойчивой.

В результате исследований предложена процедура получения интервального аналога матричного критерия асимптотической устойчивости дискретной интервальной замкнутой системы. Основой предлагаемой процедуры является использование аппарата теории матричного и интервального анализа, методов локализации. Для исследования качественных показателей предложена интервальная версия построения критериальной матрицы для области, где степень устойчивости не ниже заданной. Разработаны вычислительные ал-

горитмы предложенного матричного критерия асимптотической устойчивости.

Литература

1. *Dygarova I. V.* Interval Matrix Determinant Computing Method // *Relible Computing*. – 1999. – № 3. – P. 401-410.

2. *Юничева Н. Р.* Исследование асимптотической устойчивости интервальной замкнутой системы управления // *Вестн. КазНУ*. – 2002. – № 3. – С. 124-131.

ИНФОРМАЦИЯ

НТ2007К2082

ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦЕОЛИТОВ ЧАНКОНАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ КОНСЕРВАНТА-ОБОГАТИТЕЛЯ ЗЕЛЕННЫХ КОРМОВ

Назначение - консервирование зеленых кормов

Повышается качество силосованных кормов, снижаются потери питательных веществ в 1,4-1,6 раза. Силос обогащается комплексом макро- и микроэлементов.

Этапы разработки

Технорабочая документация

Состояние защиты

Патент(ы)

Вид делового предложения

Совместное производство

Организация-разработчик

Научно-производственный
центр животноводства
и ветеринарии

**ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ДЕКОМПОЗИЦИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ
СЛОЖНЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ**

Ху Вен-Цен, к.т.н.

Южно-Казахстанский государственный университет
им. М. Ауезова

Күрделі технологиялық жүйелерді оңтайлы басқарудың орталықсыздандырылған жүйелерін құру мәселелері, жеке алғанда басқару есептеріне декомпозициялау әдістерінің қолданылымдығы қарастырылған.

Түйінді сөздер: басқару, технологиялық жүйелер, декомпозициялау әдістері.

The questions of construction of decentralized systems of optimum control of complex technological systems, in particular, applicability to problems of control of decomposition methods are considered. The separability feature of the problems specified is formalized and substantiated. The generalized procedure of their decomposition is developed.

Key words: control, technological systems, methods of decomposition.

Эффективный подход к решению задач оптимального управления объектами класса сложных технологических систем (СТС) заключается в применении методов декомпозиции, реализуемых в децентрализованных системах управления с иерархической структурой. К данному классу отнесены объекты масштаба завершённых производств, группы производств и производственных объединений. Их отличительной особенностью является то, что применение в них обычных методов автоматического управления часто оказывается неэффективным, либо труднореализуемым. В качестве альтернативного направления в настоящее время активно развиваются методы декомпозиции, реализуемые в децентрализованных системах управления с иерархической структурной организацией. Идеи децентрализованного управления достаточно распространены. Однако полной теоретической проработки в части формальных обоснований ещё не получено. Это касается, в частности, требований, которым должна удовлетворять задача управления СТС, для того чтобы к её решению можно было применить декомпозиционный подход. В основе мето-

дов декомпозиции лежит сведение задачи управления СТС к совокупности локальных задач управления подсистемами, выделяемыми в составе СТС, и глобальной задаче координации [1].

В работе описаны возможности, связанные с обоснованием условий применимости и реализацией подобных методов. Рассмотрим обобщенную задачу оптимального управления СТС, которую сформулируем в виде задачи математического программирования

$$F(x) \rightarrow \max_{x \in X}$$

$$X = \{x : g(x) = 0; h(x) \geq 0\}, \quad (1)$$

где x – вектор независимых переменных размерности n ;

X – множество в R^n ;

$F(x)$ – скалярная функция;

$g(x)$ – векторнозначная функция размерности m ;

$h(x)$ – векторнозначная размерности t .

Функции $F(x)$, $g(x)$, $h(x)$ – являются непрерывными.

Введем в рассмотрение p -мерный вектор параметров s , множество $S \subset R^p$, скалярную функцию $\bar{f}(x, s)$, m -мерную функцию $\bar{g}(x, s)$ и t -мерную функцию $\bar{h}(x, s)$, определенные на декартовом произведении $X \times S$.

Сформулируем далее задачу вида:

$$\bar{f}(x, s) \rightarrow \max_{x, s \in M}$$

$$M = \{x, s : \bar{g}(x, s) = 0; \bar{h}(x, s) \geq 0\} \quad (2)$$

$$M = X \times S.$$

Предположим, что данная задача обладает таким свойством, что если пара x^*, s^* – есть решение задачи (2), то x^* – решение задачи (1), причем $\bar{f}(x^*, s^*) = f(x^*)$.

В этом случае для решения задачи (2) можно применить двухуровневую схему, с приведением к эквивалентной задаче координации:

$$\bar{F}(s) \rightarrow \max_s$$

$$s \in S \quad (3)$$

и локальной задаче:

$$\begin{aligned}
 \bar{f}(x, s) &\rightarrow \max_x \\
 \bar{g}(x, s) &= 0 \\
 \bar{h}(x, s) &\geq 0 \\
 x, s &\in X \times S,
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

где S - некоторое подмножество S ;

s - значение переменной s , учитываемое в локальной задаче как заданная константа;

$\bar{F}(s)$ - оптимальное значение целевой функции локальной задачи, обусловленное текущим значением s в задаче координации.

Рассмотренную двухуровневую схему можно охарактеризовать как параметрическую декомпозицию. При этом переменную x - считать локальной, а переменную s - глобальной, или параметром координации.

Если в задаче (2) переменные x и s , а также условия, учитываемые в ограничениях, имеют блочную структуру, локальная задача (4) может быть разделена на несколько автономных подзадач меньшей размерности, согласуемых решением глобальной задачи координации.

Определим теперь, при каких условиях может быть реализована приведенная выше двухуровневая схема решения задачи (1), сведенной к задачам (3) - (4).

Предположим, что существует однозначное непрерывное отображение $l(x)$ некоторого множества $\bar{X} \subseteq X$ на множество S . Обозначим через $\bar{X}(s)$ - множество допустимых решений локальной задачи (4).

$$\bar{X}(s) \subset X = \{x \in X; \bar{g}(x, s) = 0; \bar{h}(x, s) \geq 0\}.
 \tag{5}$$

Предположим далее, что выполняются следующие условия:

1. $\bar{f}(x, l(x)) = f(x), \forall x \in \bar{X}$
2. $\bar{X}(s) \neq \emptyset, \forall s \in S$ и, если $x \in \bar{X}(s)$, то $\bar{f}(x, s) \leq f(x)$;
3. Если $x_1 \in \bar{X}, l(x_1) = s_1$, то существует $x \in \bar{X}(s)$ такое, что $\bar{f}(x, s_1) \geq f(x_1)$.

Приведенные условия заключаются в следующем:

1. На множестве X существует подмножество \bar{X} , элементы которого однозначно пересчитываются в значение параметра координации s . При этом для любого значения $x \in \bar{X}$ значение целевой функции модифицированной задачи (2) совпадает со значением целевой функции исходной задачи (1). Такое совпадение возможно в том случае, когда параметр координации s связан с независимой переменной x взаимнооднозначной функциональной зависимостью. Как, например, выходная переменная объекта управления, или какого-либо его элемента, связанная с входной переменной в уравнении математической модели. В этом случае целевая функция задачи управления может учитывать данную переменную в явном виде, либо через зависимость от x . Вычисленные значения целевой функции по любому из этих выражений будут одинаковыми.

2. Для любого значения координирующей переменной s на своем множестве S множество допустимых решений локальной задачи (4) не пусто, т. е. локальная задача имеет решение. При этом для допустимых значений переменной x все возможные значения целевой функции модифицированной задачи (2) не превышают значения целевой функции исходной задачи (1).

3. Для любого значения координирующей переменной s , удовлетворяющего математической модели и учитываемой в задаче (3), существует допустимое значение x , которое доставляет целевой функции модифицированной задачи (2) значение не хуже, чем значение целевой функции исходной задачи (1).

Вместе взятые эти условия означают, что целевая функция модифицированной задачи (2) на допустимых значениях своих переменных может приближаться как угодно близко к целевой функции исходной задачи. Причем такое приближение будет обусловлено увеличением значений обеих целевых функций. А в точке оптимума обе целевые функции совпадут.

Отсюда можно утверждать:

Теорема. Если s^* - решение задачи координации (3), то x^* , (s^*) - есть решение исходной задачи (1). Если x^* - решение исходной задачи (1), то $l(x^*)$ - решение задачи координации (3), причем $f(x^*) = F(s^*)$.

Таким образом, решение исходной задачи (1) может быть получено в результате совместного решения задачи координации (3) и локальной задачи (4). Достижение искомого оптимума предполагает

поочередное изменение переменных в данных задачах. При этом обе задачи решаются с использованием итерационных процедур последовательного улучшения текущих решений, т. е. поисковых процедур оптимизации.

Описанным свойствам, очевидно, удовлетворяют задачи, которые естественным образом распадаются на отдельные подзадачи или приводимые эквивалентно к подобным задачам. Такие задачи принято называть сепарабельными [2]. Свойством сепарабельности обладают, в частности, задачи с аддитивной целевой функцией и блочной структурой переменных, уравнений математической модели и ограничений. К примеру, задачи линейного программирования с блочно-диагональной структурой матрицы коэффициентов при переменных в ограничениях. Для нелинейных задач сепарабельность в каждом конкретном случае устанавливается и, при наличии возможности, обеспечивается индивидуально, что требует проведения определенных исследований.

Задача управления СТС, удовлетворяющая свойству сепарабельности, может быть получена путем преобразования задачи (1) на основе разбиения СТС на совокупность взаимосвязанных подсистем, каждая из которых характеризуется собственной целевой функцией, математической моделью и ограничениями на допустимые режимы функционирования. Такая задача, которая в общем случае является нелинейной, может быть сформулирована в виде [3]:

$$\sum_{i=1}^N f_i(x_i, u_i) \rightarrow \max_{x, u}$$

$$\begin{aligned} g_i(x_p, u) &= 0, & i &= 1, 2, \dots, N \\ h_i(x_p, u) &= 0, & i &= 1, 2, \dots, N \end{aligned} \quad (6)$$

$$x_i = \sum_{j=1}^N c_{ij} y_j \quad i = 1, 2, \dots, N,$$

где N – число подсистем, выделенных в составе СТС;

$f_i, i=1, 2, \dots, N$ – локальные целевые функции подсистем;

x_p, u, y_i – векторы входов, управлений и выходов i -х подсистем соответственно;

g_i – математическая модель i -й подсистемы в виде векторнозначной функции;

h_i – векторнозначная функция в ограничениях на переменные состояния i -й подсистемы;

c_{ij} – матрицы связи компонентов векторов x_i с компонентами векторов y_j .

Матрица связи c_{ij} имеет размерность $m \times n$, где m и n – размерности векторов x_i и y_j соответственно. Компоненты данной матрицы имеют значение 1 – при наличии связи и значение 0 – при отсутствии связи.

Согласно приведенным выше положениям декомпозиция сепарабельной задачи управления СТС означает разделение множества ее переменных на отдельные подмножества. Такое разделение в общем случае реализуется в два этапа.

На первом этапе множество переменных исходной задачи подразделяется на два подмножества – множество переменных локальных задач управления и множество переменных координации. При этом предполагается, что переменные этих подмножеств изменяются поочередно – вначале на множестве переменных координации, затем на множестве переменных локальных задач. Указанные изменения являются взаимообусловленными, т. е. изменение переменных координации влечет изменение переменных локальных задач и соответственно обратно.

На втором этапе осуществляется разделение множества локальных переменных на подмножества для отдельных локальных задач. Обычно это означает представление исходного множества в виде декартового произведения отдельных подмножеств для переменных локальных задач.

Обозначим множество переменных задачи управления СТК (6) через M , полагая, что оно представляет объединение множеств X, U, Y

$$M = X \cup U \cup Y, \quad (7)$$

где U – множество допустимых управлений;

Y – множество допустимых значений выходов.

Тогда первый этап разделения означает разбиение множества M на подмножества переменных координации K и множество переменных локальных задач L :

$$K \subset M; K = \bar{X} \cup \bar{U} \cup \bar{Y} \quad (8)$$

$$\bar{X} \subset X; \bar{U} \subset U; \bar{Y} \subset Y \quad (9)$$

$$L \subset M; L = \overset{\epsilon}{X} \cup \overset{\epsilon}{U} \cup \overset{\epsilon}{Y} \quad (10)$$

$$\overset{\epsilon}{X} \subset X; \overset{\epsilon}{U} \subset U; \overset{\epsilon}{Y} \subset Y, \quad (11)$$

где $\bar{X}, \bar{U}, \bar{Y}$ – множества переменных исходной задачи, которые используются для координации;

$\overset{\epsilon}{X} \cup \overset{\epsilon}{U} \cup \overset{\epsilon}{Y}$ – множества переменных локальных задач.

На втором этапе осуществляется разбиение множества L на совокупность подмножеств отдельных локальных задач $L_i, i=1,2,\dots,N$.

$$L = L_1 \times L_2 \times \dots \times L_N \quad (12)$$

$$L_i \subset L; L_i = \overset{\epsilon}{X}_i \cup \overset{\epsilon}{U}_i \cup \overset{\epsilon}{Y}_i, i=1,2,\dots,N \quad (13)$$

$$\overset{\epsilon}{X}_i \subset \overset{\epsilon}{X}, \overset{\epsilon}{U}_i \subset \overset{\epsilon}{U}, \overset{\epsilon}{Y}_i \subset \overset{\epsilon}{Y}, i=1,2,\dots,N, \quad (14)$$

где $\overset{\epsilon}{X}_i, \overset{\epsilon}{U}_i, \overset{\epsilon}{Y}_i, i=1,2,\dots,N$ – подмножества переменных i -ой локальной задачи.

Взаимообусловленность указанных множеств выражается в том, что переменные координации из множества K отображаются на множество L в подмножества $L_i, i=1,2,\dots,N$, т. е. имеют место отображения:

$$R: K \rightarrow L; L \rightarrow L_i, i=1,2,\dots,N, \quad (15)$$

а также

$$L = R(K) \Rightarrow L_i = R_i(K), i=1,2,\dots,N. \quad (16)$$

Это означает, что переменные локальных задач являются функциями переменных координации. Имеет место также обратное отображение

$$S: L_i \rightarrow L, i=1,2,\dots,N; L \rightarrow K, \quad (17)$$

то есть

$$S: L_i \rightarrow L, i=1,2,\dots,N; L \rightarrow K. \quad (18)$$

Отсюда переменные координации – есть функции от переменных локальных задач.

Декомпозиция задачи управления СТС по данной схеме может трактоваться как параметрическая или пространственная. Имеется в виду, что она предполагает разделение пространств координат состояний СТС на подпространства, а также разбиение СТС на подсистемы, с их рассосредоточением в физическом пространстве.

Подобные методы декомпозиции наиболее отработаны для некоторых подклассов задач линейного программирования и транспортной задачи. Существуют разработки для отдельных видов частных целочисленных задач. Для нелинейных задач оптимизации ана-

логичных методов, тем более доведенных до уровня практической применимости, значительно меньше.

Задачи оптимального управления СТС, как отмечалось выше, обычно являются нелинейными. В связи с этим исследования в области разработки методов декомпозиции, обеспечивающих эффективное их решение, весьма актуальны и имеют большое практическое значение.

Таким образом, систематизированы и обоснованы требования, которым должна удовлетворять задача управления СТС, для того, чтобы к ее решению можно было применить декомпозиционный подход. Показано, при каких обстоятельствах задача управления СТС будет обладать свойством сепарабельности, т. е. доступна для декомпозиции. Наряду с этим разработана формальная процедура, в которой содержится обобщенный алгоритм декомпозиции таких задач.

Литература

1. Ху Вен-Цен, Володин В. М. Об одном алгоритме декомпозиции в задачах оптимизации химико-технологических систем // ТОХТ АН СССР. – 1978. – № 6, т. 12. – С. 889-895.

2. Лэсдон Л. С. Оптимизация больших систем / Пер. с англ. – М.: Наука, 1975. – 432 с.

3. Ху Вен-Цен, Умбетов У., Коштанова Н. Децентрализованное проектирование и управление в технологических процессах с гибкой структурой // Индустриально-инновационное развитие – основа устойчивой экономики Казахстана: Матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Шымкент, 2006. – Т. 3. – С. 492-494.

ОБРАБОТКА КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ И АНАЛИЗ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ

А. А. Зейнуллина

АО «Национальная компания «Қазақстан Ғарыш Сапары»

TERRA/MODIS жерсеріктік жүйесінің негізінде жасалған космостық түсірме арқылы Ақмола облысының өсімдігінің 2007 жылғы вегетациялық кезеңін мониторинг жасау тәжірибесі баяндалған. Қазіргі заман жерсеріктік жүйелері және олардың техникалық сипаттамалары және қашықтықтан зондау мәліметтерін өңдеуде қолданылатын негізгі тәсілдер келтірілген. MODIS космостық суреттерді алдынала өңдеу және вегетация индекстері есептері жасалған. Тамыз айында жасыл биомасса астықты дақылдардың максимальды дамуы басталып, сәйкесінше фенологиялық кезең масақтана бастайды деген қорытынды жасалды.

Түйінді сөздер: космостық мониторинг, қашықтықтан зондау, астық дақылдары, вегетация индекстері.

The experience of carrying out of space monitoring of Akmola area vegetative cover during a vegetative season of 2007 based on data of space survey of TERRA/MODIS satellite system is described. The main methods used at processing of remote probing data are cited. The primary processing of space pictures MODIS and calculations of vegetation indices are carried out. The conclusion is made that in August occurs the maximum development of green biomass of cereal crops corresponding to the approach of phenological phase of ear formation.

Key words: space monitoring, remote probing, cereal crops, vegetation indices.

Рациональное использование природных ресурсов, интегральная оценка различных мероприятий по охране природы и в сельскохозяйственной отрасли, в том числе и мониторинг культурной растительности, являются важнейшими задачами современности, внимание к которым постоянно возрастает. Наиболее эффективными для оперативного и систематического их мониторинга представляются методы дистанционного зондирования Земли.

Казахстан – один из крупных экспортеров зерна в Центрально-азиатском регионе. Яровые зерновые культуры занимают более 90 %

всех пахотных земель. В этой связи оценка состояния яровых посевов и определение фенологических фаз культурной растительности, по данным дистанционного зондирования Земли, являются актуальными задачами.

После приема и первичной обработки данных со спутника MODIS осуществляется дальнейшая обработка цифровых изображений, т. е. распаковка данных, геолокация и калибровка с помощью специализированных программных продуктов.

Программа `unpack.exe` предназначена для распаковки данных уровня Level0 в файлы уровня Level1a в формате HDF. Файл данных MODIS уровня Level0 содержит последовательность CCSDS пакетов, восстановленных из сигнала, принятого с борта спутника. По терминологии EOSDIS такой файл называется Production Data Set (PDS). Файл данных MODIS уровня Level1a представляет собой стандартный продукт EOSDIS с кодовым названием MOD01. Он имеет формат HDF и содержит массивы данных, полученных детекторами, и данные бортовой телеметрии.

Программа геолокации (`geolocate.exe`) осуществляет географическую привязку файла данных MODIS и создает файл формата HDF, содержащий массивы значений широты и долготы, а также углы сканирования для каждого пикселя с разрешением 1 км. Выходной файл является продуктом MOD03 по номенклатуре EOS. IMAPP может вычислить поля геолокации, используя эфемериды спутника и дополнительную информацию, передаваемую непосредственно в потоке бортовой телеметрии. Наличие этой информации позволяет проводить привязку сразу после получения данных. К сожалению, информация, передаваемая в режиме прямого вещания (DB), может содержать погрешности, которые не позволяют гарантировать точность привязки лучше, чем ~10 км. Пакет IMAPP позволяет также использовать точные эфемериды и данные об ориентации, получаемые и предоставляемые службами управления орбитальным сегментом. Благодаря использованию этих данных точность привязки может быть повышена до ~1 км. Недостаток использования точных данных заключается в том, что они имеют значительный объем и доступны только через несколько дней после приема.

Последняя из трех основных программ пакета IMAPP предназначена для калибровки (`calibrate.exe`) данных MODIS в абсолютные значения спектральной плотности энергетической яркости. В результате создается стандартный продукт MOD02.

Выходной продукт содержит четыре отдельных файла:

- MOD02QKM – калиброванные данные 1-го-2-го каналов с разрешением 250 м;

- MOD02HKM – калиброванные данные 3-7-го каналов с разрешением 500 м и 1-2-го каналов, приведенные к разрешению 500 м;
- MOD021KM – калиброванные данные каналов с разрешением 1 км, разделенные на две категории: видимые и БИК (8-19, 26) и тепловые ИК (20-36 за исключением 26). Также содержит данные каналов с разрешением 250 и 500 м, приведенные к разрешению 1 км;

- MOD02QBC – данные бортовой калибровки, содержащиеся в информации уровня Level1A.

В качестве входных данных для программы калибровки используются файлы уровня Level1A и файлы геолокации, созданные на предыдущих этапах обработки.

В настоящей работе использованы космические снимки MODIS для территории Акмолинской области за каждый месяц вегетационного сезона 2007 г.

Последовательность работ по обработке космических снимков включала следующие шаги:

1. Загружаем из списка спектральные каналы для расчета вегетационного индекса (рис. 1).

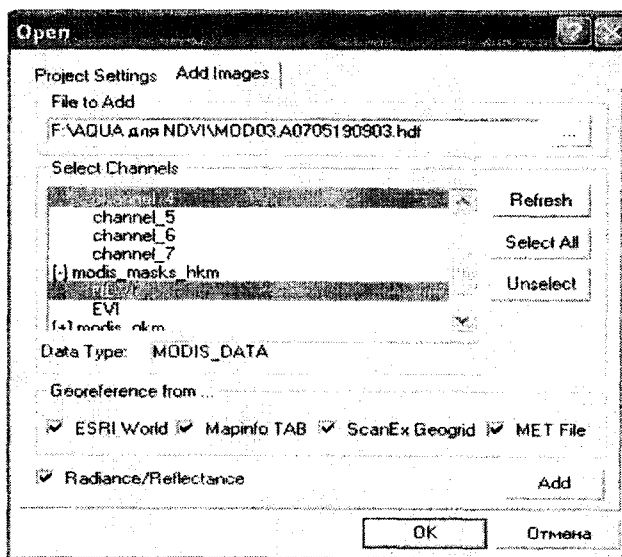


Рис. 1. Выбор каналов для расчета индексов

2. Вызвав диалог View Settings, который отвечает за настройку параметров отображения растровых каналов, необходимо в полях Channels задать наши загруженные каналы (рис. 2).

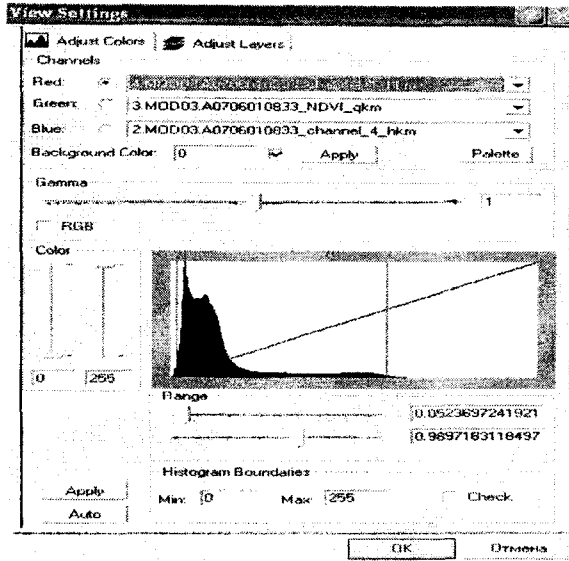


Рис. 2. Настройка параметров отображения растровых каналов

3. Затем рассчитываем согласно математической формуле вегетационные индексы. На рис. 3 приведен пример изображения рассчитанных индексов.

4. Значения в красном VIS и ближнем инфракрасном NIR диапазонах для расчета индекса вегетации по выбранному участку мы берем из строки состояния, одновременно наводя курсор на нужную нам местность (территорию). Это необходимо выполнить для всех объектов в нашей таблице.

Таким образом, проводим расчеты на каждый месяц вегетационного сезона 2007 г. Заполняем таблицу для расчета вегетационных индексов. Полученные результаты для двух тестовых участков с густой и разреженной растительностью приведены в табл. 1, 2.



Рис. 3. Цифровое изображение вегетационного индекса

Настоящая работа позволила нам получить данные значения индексов вегетации NDVI, IPVI, DVI, RVI (SR) и GEMI. На рис. 4-9 приведены сравнения сезонных кривых различных вегетационных индексов для участков с густой (участок 1) и разреженной растительностью (участок 2).

Таблица 1

Канальные значения MODIS и рассчитанные индексы для двух тестовых участков в апреле, мае и июне

	01.04.2007		03.05.2007		01.06.2007	
	снег/обл.	раст.	снег/обл.	раст.	густ. раст.	раст.
VIS	-0,05	0,132	-0,031	0,422	0,133	0,338
NIR	-0,04	0,1435	-0,025	0,4506	0,175	0,402
NDVI	0,00	0,04	0,00	0,03	0,14	0,09
SR	0,80	1,09	0,81	1,07	1,32	1,19
GEMI	0,00	0,33	0,03	0,05	0,38	0,26
DVI	0,01	0,01	0,01	0,03	0,04	0,06
IPVI	0,44	0,52	0,45	0,52	0,57	0,54

Таблица 2

Канальные значения MODIS и рассчитанные индексы для двух тестовых участков в июле и августе

	07.07.2007		02.08.2007	
	густ. раст.	раст.	густ. раст.	раст.
VIS	0,2115	0,2631	0,2245	0,2993
NIR	0,2895	0,2997	0,3099	0,3077
NDVI	0,16	0,07	0,16	0,01
SR	1,37	1,14	1,38	1,03
GEMI	0,41	0,31	0,41	0,23
DVI	0,08	0,04	0,09	0,01
IPVI	0,58	0,53	0,58	0,51

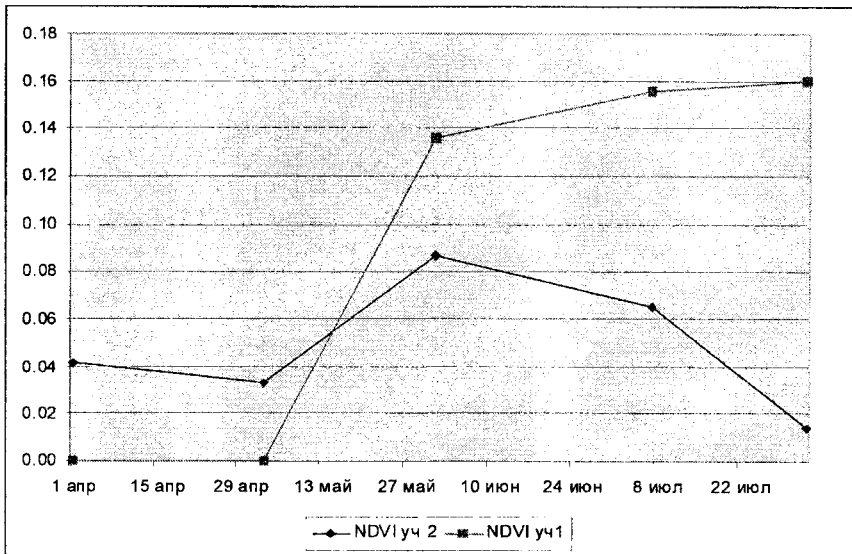


Рис. 4. Сезонные кривые индекса NDVI для участков (уч1) с густой и (уч2) разреженной растительностью

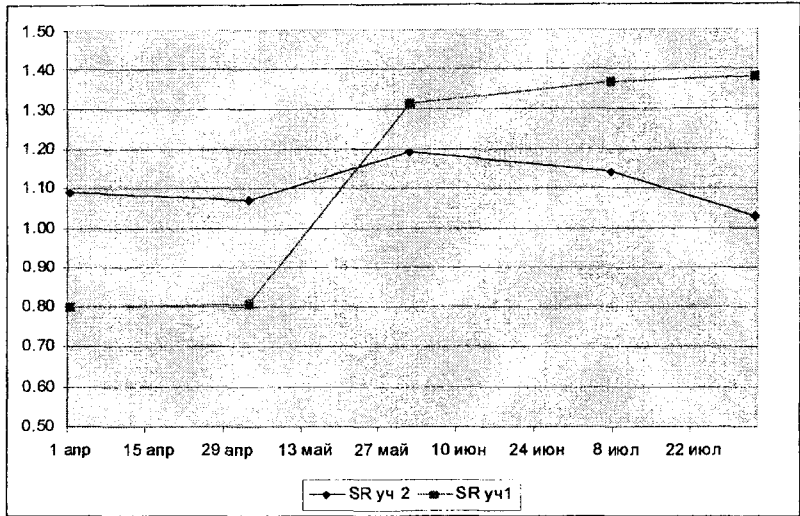


Рис. 5. Сезонные кривые индекса SR для участков (уч1) с густой и (уч2) разреженной растительностью

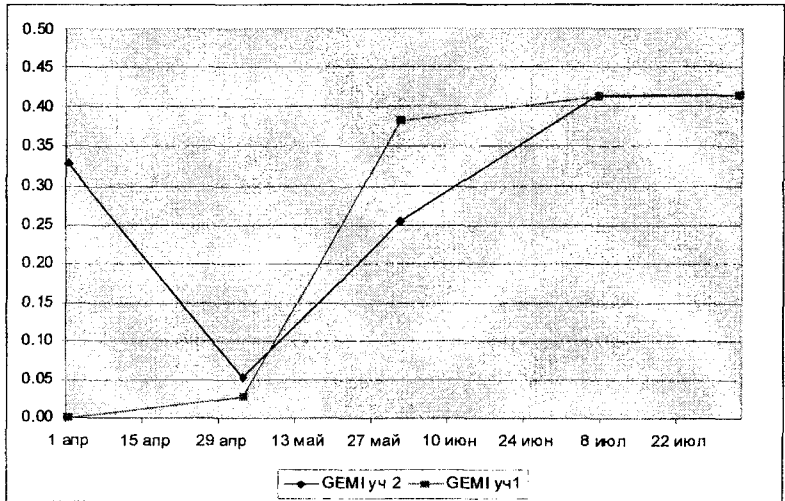


Рис. 6. Сезонные кривые индекса GEMI для участков (уч1) с густой и (уч2) разреженной растительностью

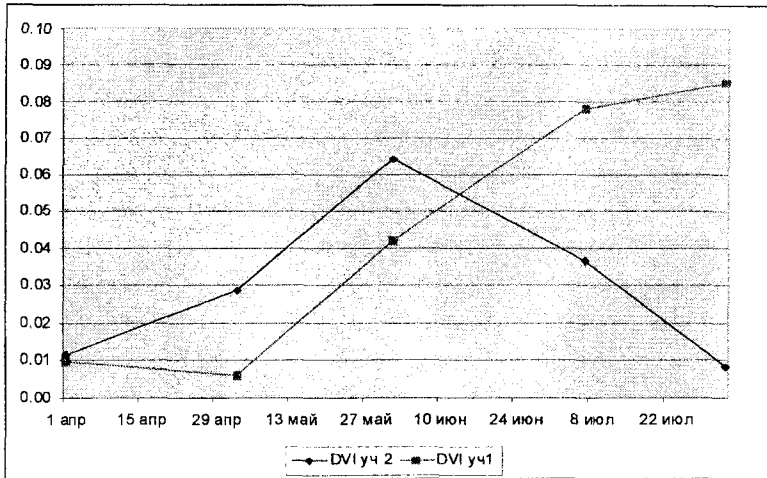


Рис. 7. Сезонные кривые индекса DVI для участков (уч1) с густой и (уч2) разреженной растительностью

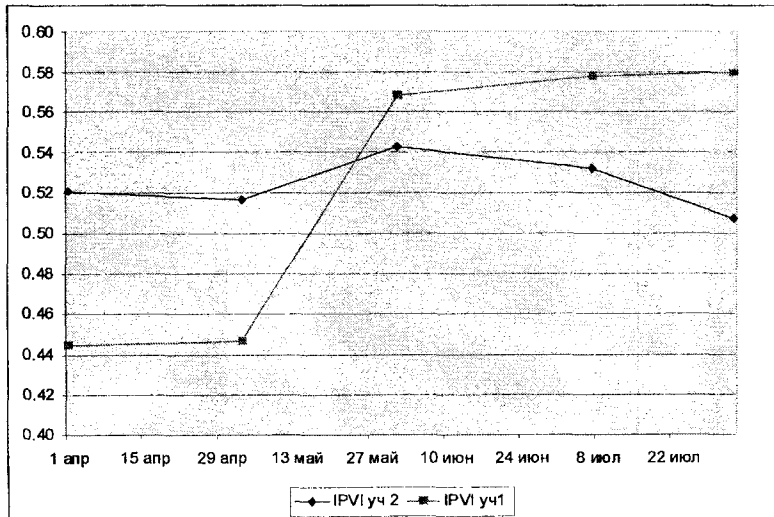


Рис. 8. Сезонные кривые индекса IPVI для участков (уч1) с густой и (уч2) разреженной растительностью

Поскольку спектральная кривая участка 2 является характерной для оголенной почвы с изреженной растительностью, то для анализа фенологических фаз взят участок 1 (рис. 9).

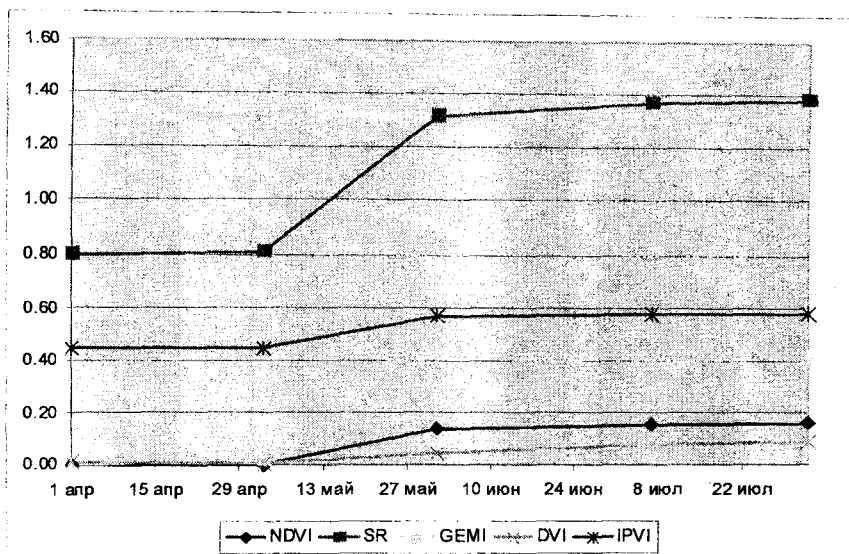


Рис. 9. Сезонные кривые вегетационных индексов для участка 1

По значениям всех индексов самый высокий коэффициент приходится на август месяц. В нашем случае $NDVI = 0,159805$, $RVI (SR) = 1,380401$, $DVI = 0,0854$, $IPVI = 0,579903$ и $GEMI = 0,413467$. Это означает, что в августе наступает максимальное развитие зеленой биомассы зерновых культур, что соответствует фазе колошения и началу фазу молочной спелости.

Таким образом для участков с густой (участок 1) и разреженной растительностью (участок 2) получены сезонные кривые различных вегетационных индексов таких, как нормализованный разностный вегетационный индекс (NDVI), относительный вегетационный индекс (RVI или SR), разностный вегетационный индекс (DVI), инфракрасный вегетационный индекс (IPVI) и индекс глобального мониторинга окружающей среды (GEMI). Определено, что по спутниковым данным MODIS среди значений всех индексов самый высокий коэффициент приходится на август месяц. Это $NDVI = 0,159805$, $RVI (SR) = 1,380401$, $DVI =$

= 0,0854, IPVI = 0,579903 и GEMI = 0,413467. Сделан вывод, что в августе наступает максимальное развитие зеленой биомассы зерновых культур, соответствующее наступлению фенологической фазы колошения.

Перспектива этих исследований при наличии соответствующих наземных данных об урожайности состоит в развитии методики прогноза продуктивности зерновых культур.

Литература

1. <http://modis.gsfc.nasa.gov/MODIS/>.
2. Космические исследования в Казахстане / Ред. У.М. Султангазин. – Алматы, 2002.
3. Закарин Э. А., Спивак Л. Ф., Архипкин О. П. и др. Методы дистанционного зондирования в сельском хозяйстве Казахстана. - Алматы: Фылым, 1999.
4. Baret F., Guyot G., Major D. TSAVI: A vegetation index which minimizes soil brightness effects on LAI or APAR estimation, in 12th Canadian Symposium on Remote Sensing and IGARSS 1990, Vancouver, Canada, July 10-14.
5. Baret F., Guyot G. Potentials and limits of vegetation indices for LAI and APAR assessment // Remote Sensing of Environment. – 1981. – Vol. 35. – P. 161-173.
6. Clevers J. G. P. W. The derivation of a simplified reflectance model for the estimation of leaf area index // Remote Sensing of Environment. – 1988. – Vol. 35. – P. 53-70.
7. Crippen R. E. Calculating the Vegetation Index Faster // Remote Sensing of Environment. – 1990. – Vol. 34. – P. 71-73.
8. Crist E. P., Cicone R. C. Application of the tasseled cap concept to simulated thematic mapper data // Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. – 1984. – Vol. 50. – P. 343-352.
9. Elvidge C. D., Lyon R. J. P. Influence of rock-soil spectral variation on the assessment of green biomass // Remote Sensing of Environment. – 1985. – Vol. 17. – P. 265-269.
10. Huete A. R., Jackson R. D., Post D. F. Spectral response of a plant canopy with different soil backgrounds // Remote Sensing of Environment. – 1985. – Vol. 17. – P. 37-53.
11. Huete A. R. A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI) // Remote Sensing of Environment. – 1988. – Vol. 25. – P. 295-309.
12. Jackson R. D. Spectral indices in n-space // Remote Sensing of Environment. – 1983. – Vol. 13. – P. 409-421.
13. <http://GIS-Lab.ru>
14. <http://gisa.ru>

**ВЛИЯНИЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПОЛИМЕРОВ
НА ПРОЦЕСС ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ
ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНЫХ КЛИНКЕРОВ**

**З. Керимбекова, к.т.н., Д. Абзалова, к.т.н.,
О. Кобланова, к.х.н., Г. Кадырова**

Шымкентский институт Международного
казахско-турецкого университета им. Х. А. Ясави

Суда еритін полимерлердің цементтердің дисперстілігіне және ұнтақтау аппаратының өнімділігіне әсері зерттелген. ФФСП сериялы қоспаларды енгізу тұтқырлы ұнтақ алуды интенсификациялайтындығы және өте ұсақ болдырмайды, цементте орта фракция шығымын арттырады.

Түйінді сөздер: суда еритін полимерлер, портландцементті клинкерлер, тұтқыр ұнтақ/

The influence of water-soluble polymers on dispersity of cements and productivity of milling apparatus is studied. It is shown that placement of addition of ФФСП series intensifies milling of the binder and prevents overgrinding, increases average fraction yield in cement.

Key words: water-soluble polymers, Portland cement clinkers, milling of the binder/

Одним из направлений повышения эффективности измельчения клинкера и добавок являются разработка и внедрение физико-химических способов интенсификации, основанных на создании малыми добавками водорастворимых полимеров адсорбционно-активной среды.

Распространенным интенсификатором помола в отечественной цементной промышленности является триэтаноламин. Однако из-за ограниченности ресурсов для его производства и высокой стоимости триэтаноламин широкого применения не получил.

Интенсифицирующие действия водорастворимых полимеров, образующих адсорбционно-активную среду, связаны со снижением

прочности измельчаемого материала на стадии грубого помола, уменьшением налипания и агрегирования на стадии тонкого измельчения, а также с повышением текучести цемента.

Эффективность помола повышается при измельчении клинкеров с высокими дефектностью структуры и адгезионно-аутогезионными свойствами; снижается при помоле клинкера с легкоизмельчаемыми пористыми добавками, а также с добавками, уменьшающими степень налипания (песок, трепель, шлаки) с увеличением влажности шахты более 1,5-2 % [1].

Изучено влияние водорастворимых полимеров на дисперсность цементов и производительность помольного агрегата (таблица). Помол порландцементного клинкера производился в лабораторной двухкамерной шаровой мельнице. В течение лабораторных экспериментов сохранялись постоянными коэффициент заполнения мельниц, масса мелющихся тел и клинкеров, их гранулометрический состав и продолжительность помола, изменялись состав и концентрация водорастворимого полимера. Добавка подавалась в камеру в тонкодисперсном (распыленном) состоянии. За эталон сравнения приняты размалываемость клинкера без добавок и с добавкой триэтаноламина, который широко применяется в практике производства цемента.

Эффективность водорастворимого полимера определялась по качеству остатка на сите N008, производительности помольного агрегата на основании поправочного коэффициента на тонкость помола [2].

В соответствии с результатами ситового анализа все исследуемые водорастворимые полимеры хорошо интенсифицируют процесс помола, повышают производительность помольного агрегата на 30-41 %. Оптимальные концентрации 0,03-0,05 % веса клинкера.

Анализ полученных данных показал, что применение водорастворимых полимеров в вышеуказанных количествах дало снижение удельного расхода электроэнергии при помоле до остатка на сите N008 $\Sigma R008=10$ % на 17,5-25 %.

Причем величина удельной поверхности S при добавке ФФСП-1 к клинкеру АО «Шымкентцемент» возрастает на 350-800 см/г, при добавке ФФСП-2 – на 150-600 см/г, при добавке ФФСП-3 – на 100-230 см/г (таблица). У клинкера АО «Шымкентцемент» величина S возрастает при добавке ФФСП-1 – на 700-820 см/г, при добавке ФФСП-2 – на 50-160 см/г, при добавке ФФСП-3 – на 50-100 см/г, а при добавке ТЭА эта величина меньше, чем у цемента без добавок. Это объясняется тем, что ТЭА, адсорбируясь на поверхность зерен,

**Влияние водорастворимых полимеров
на показатели процесса измельчения клинкеров**

Наименование добавки	Концентрация добавки, % к весу цемента	Дисперсность цемента	
		$\Sigma R_{008}=10\%$	S, см/г
Клинкер Шымкент- ского завода без добавок	-	10	2620
ТЭА	0,015	9,0	2720
	0,03	8,2	2920
	0,05	7,5	3150
	0,10	8,4	3240
ФФСП-1	0,015	8,8	2900
	0,03	8,0	3020
	0,05	7,6	3200
	0,10	8,2	3180
ФФСП-2	0,015	9,5	2800
	0,03	8,8	2910
	0,05	8,4	3050
	0,10	9,0	2950
ФФСП-3	0,015	9,4	2750
	0,03	8,6	2860
	0,05	8,3	2880
	0,10	8,8	2800

сильно влияет на физические свойства, увеличивая текучесть цемента [3].

По-видимому, с увеличением текучести у цемента теряется сопротивляемость к воздухопроницаемости. Для изучения данного явления нами был проведен эксперимент по размолу цементов до удельной поверхности примерно 5000 с оптимальными концентрациями водорастворимых полимеров. Исследуемые добавки хорошо интенсифицируют помол. Удельная поверхность цементов с применением водорастворимых полимеров увеличивается по мере увеличения времени помола.

Добавки серии ФФСП намного улучшают размалываемость клинкеров. Клинкеры размером диаметра 2-7 мм измельчались в лабораторной шаровой мельнице. Добавки в оптимальных количествах от веса клинкера выводились непосредственно перед помолом в распыленном виде.

По экспериментальным данным видно, что влияние добавки на размалываемость клинкера, независимо от его минералогического

состава, начинает проявляться уже после первых 10 мин. помола и возрастает по мере повышения дисперсности цемента.

При помоле цемента до принятой на большинстве заводов тонкости (8-10 % остаток на сите N008) удельный расход электроэнергии снизился ФФСП-1 на 5 %, ФФСП-2 – на 45 %, ФФСП-3 – на 40 % и с ТЭА – на 30 %.

Нами также исследовано влияние водорастворимого полимера (ФФСП-1) на коэффициент размалываемости клинкера АО «Шымкентцемент».

Существует несколько способов интенсификации помола цементного клинкера, один из которых заключается в совместном помоле клинкера, двухводного гипса и поверхностно-активной добавки – продукта поликонденсации сульфит-модифицированных метакрезолмеломиноформальдегидных смол в количестве 0,2-1 % массы цемента [4]. Однако существующий способ интенсификации помола не позволяет повысить коэффициент размалываемости клинкера, т.е. отношение времени помола чистого цемента ко времени цемента с добавками равной удельной поверхности. Данный коэффициент позволяет повысить поверхностно-активная добавка ФФСП-1. Использование этой добавки обеспечивает возможность получения за короткий срок цемента с удельной поверхностью 3000 см²/г, резкое снижение удельного расхода электроэнергии при производстве цемента.

Для объяснения влияния состава водорастворимых полимеров на дисперсность цементов рассмотрим механизм адсорбции водорастворимого полимера на клинкерных частицах. На поверхности частиц имеются два типа активных центров – кальциевые и кислородные. Причем для активизации последних необходимо присутствие воды, обеспечивающей их протонизацию [5]. Активные центры, ранее приписывающиеся кремнию и алюминию (железу) [6], теперь также рассматриваются как кислородные, специфика которых проявляется в наличии не полностью скомпенсированных дополнительных валентных сил, зависящих от центрального атома металла в кислородном тетраэдре. Основные структурные дефекты клинкерных частиц (границы кристаллов, дефекты упаковки, дислокация) характеризуются избытком кальция и представляют собой преимущественно зоны кальциевых центров.

Что же касается наших интенсификаторов, то эти добавки в отличие от известных хемосорбируются на активных центрах поверхности обоих типов – кальциевых и кислородных. Поэтому можно рассматривать процесс измельчения клинкера в присутствии ФФСП-1,

ФФСР-2, ФФСР-3 как результат активации (раскрытия в трещины) структурных дефектов, усиливаемый или порождаемый адсорбированными молекулами водорастворимых полимеров.

Таким образом, введение добавки серии ФФСР интенсифицирует помол вяжущего, предотвращает переизмельчение и увеличивает выход средней фракции в цементе.

Литература

1. *Голдштейн Л. Я.* Интенсификация технологического процесса и использование промышленных отходов в производстве цемента // Тр. Ин-та «Гипроцемент», 1970.

2. *Пироцкий В. З., Мацев Н. А., Демин А. В., Коротаева З. М.* Технология помола цемента с использованием интенсификаторов. - М.: Цемент, 1988.

3. *Тажобаев К. Т., Пашенко А. А., Карибаев К. К., Таймасов Б. Т.* Влияние этаноламинов на удельную поверхность цемента // Цемент. - 1974. - № 11.

4. *Карибаев К. К.* Поверхностно-активные вещества в производстве вяжущих материалов. - Алма-Ата: Наука, 1980.

5. *Тимашев В. В., Крыхтин Г. С., Нудель М. Э.* Интенсификация работы помольно-сушильных установок путем введения ПАВ // Цемент. - 1974. - № 15.

6. *Харлампович Г. Д., Чуркин Ю. В.* Фенолы. - М.: Химия, 1974.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ
«РАБОЧИЙ ОРГАН ЗЕМЛЕРОЙНОЙ МАШИНЫ –
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС»**

А. С. Кадыров, д.т.н.

Карагандинский государственный технический университет

Мақалада құрылыстың «топырақтағы қабырға» әдісімен траншеялы машина қолданысының көрсеткіштерін оптимизациялаудың математикалық үлгісін зерттеу және өңдеуге арналған. Траншеялы машиналардың жұмыс мүшесінің әр түрлі қозғалыс траекториясында етудің оптималды жылдамдығы мен қуатын анықтаудың теңдеулері алынған.

Түйінді сөздер: математикалық моделдеу, жерқазғыш машиналар, траншеялық машиналар.

The mathematical model of optimization of purpose indices of trenching machines at construction by method "cast-in-place trench" is presented. The optimum sinking speed and capacity of trenching machines at various trajectories of the tool movement are determined.

Key words: mathematical modeling, digging machines, trenching machines.

Технологический процесс строительства подземных сооружений способом «стена в грунте» характеризуется различными организационно-технологическими параметрами, совокупность которых определяет условия строительства. Эти параметры формируют общие экономические показатели, по которым оценивается эффективность строительного процесса. Установление взаимосвязей между параметрами строительного процесса – главная задача аналитического исследования.

После формирования множества технологических вариантов производства работ, разделения их на подмножества в зависимости от типов машин, выполняющих ведущую операцию, исследовалась функция приведенных затрат $I_{з.о}$. В результате математических преобразований получена зависимость (1) [1]

$$P_{з.о} = \sum \left(a + \frac{b}{V} + \frac{cN}{V} \right), \quad (1)$$

где a – параметр, характеризующий условно-постоянную часть приведенных затрат на объем работ;

b – величина, определяющая изменение приведенных затрат в зависимости от стоимостного выражения скорости проходки;

c – параметр, характеризующий влияние удельной энергоёмкости на приведенные затраты;

N – реализуемая мощность землеройной машины;

V – скорость подачи рабочего органа.

На этапе оптимизации гипотетических (или проектируемых) рабочих органов, для которых еще невозможно определить капиталовложения в базовую машину, критерий «приведенные затраты» снижается до части себестоимости, не зависящей от капиталовложений.

$$c' = a_1 + \frac{b_1}{V} + \frac{c_1 N}{V}. \quad (2)$$

Общий вид функций приведенных затрат и себестоимости (1) и (2) остается неизменным. Попытка определить абсолютный минимум функции $P_{з.о}$ от двух переменных N и V не привела к успеху, так как первые производные не равны 0. В связи с этим установление минимума функции $P_{з.о}$ производилось методом Лагранжа.

Исследование целевой функции заключается в нахождении ее экстремальных точек и выявлении их характера (максимума или минимума). Анализ целевой функции может быть выполнен различными математическими методами. Если между переменными величинами формально установлена взаимосвязь, то исследование целевой функции сводится к определению относительного экстремума. Если такой связи нет, то оптимальный вариант определяется в результате перебора и сравнения всех способов производства работ.

Допустим, что между аргументами N и V существует следующая взаимосвязь:

$$g(N, V) = 0. \quad (3)$$

Относительный экстремум целевой функции можно найти методом множителей Лагранжа, позволяющим исследовать ее несколько переменных. Для этого составляется вспомогательная функция Лагранжа:

$$L(N, V, \lambda) = f(N, V) + \sum_{i=1}^m \lambda_i g_i(N, V) \quad (4)$$

где $f(N, V)$ – целевая функция;

λ_i – множитель Лагранжа для i -го уравнения связи;

m – количество уравнений связи между переменными.

Затем вычисляются и приравняются к нулю частные производные по N , V и λ :

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial L}{\partial N_i} = \frac{\partial f}{\partial N_i} + \sum_{i=1}^m \lambda_i \frac{\partial g_i}{\partial N_i} = 0, \end{array} \right. \quad (5)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial L}{\partial V_i} = \frac{\partial f}{\partial V_i} + \sum_{i=1}^m \lambda_i \frac{\partial g_i}{\partial V_i} = 0, \end{array} \right. \quad (6)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial L}{\partial \lambda_i} = g_i(N, V) = 0. \end{array} \right. \quad (7)$$

Полученные уравнения объединяются в систему и решаются относительно переменных N , V , λ . Система уравнений представляет собой только необходимые условия первого порядка, поэтому N и V будут называться условно-стационарными точками. Для определения их характера в соответствии с работой [2] записывается условие, позволяющее установить экстремальные значения функции:

$$\sum_{i=1}^n \frac{\partial^2 L}{\partial x_i \partial x_j} (x, \lambda) \varepsilon_i \varepsilon_j, \quad (8)$$

где $x_1 = N$; $\varepsilon_1 = \Delta N$; $n = 2$; $x_2 = V$; $\varepsilon_2 = \Delta V$.

Условие (4) второго порядка квадратичной формы является достаточным для определения характера относительного экстремума. Если в полученной точке целевая функция минимальна, то квадратичная форма положительна, и наоборот, если максимальна, то квадратичная форма отрицательна. При этом должно выполняться равенство:

$$\sum_{i=1}^n \frac{\partial g_k}{\partial N_i}(N, V) \Delta N_i + \sum \frac{\partial g_k}{\partial V_i}(N, V) \Delta V_i = 0, \quad (9)$$

где $k=1, 2, \dots, m$.

Рассмотрим группу рабочих органов, к которой относятся бурильные, фрезерные, баровые и другие машины, имеющие одно вращательное и поступательное переносное и относительное движение (или наоборот).

Мощность связана с параметрами процесса зависимостью

$$N = Q \cdot V + M \cdot \omega, \quad (10)$$

где Q – усилие подачи на резец;

M – момент от силы резания;

ω – угловая скорость.

Раскрывая значения крутящего момента и усилия подачи через выражения удельных сил сопротивления подаче и вращению долота, получим:

$$\begin{aligned} N &= M\omega + QV = BhR\omega + AhV = \\ &= 2\pi BR \frac{h\omega}{2\pi} + \frac{2\pi A}{\omega} \frac{h\omega}{2\pi} V = 2\pi BRV + 2\pi \frac{A}{\omega} V^2, \end{aligned} \quad (11)$$

при преобразовании уравнения (11) воспользовались зависимостью, связывающую угловую скорость, толщину срезаемой стружки и скорость подачи

$$V = \frac{h\omega}{2\pi}$$

Представим уравнение связи в виде:

$$N - mV - nV^2 = 0, \quad (12)$$

где $m=2\pi RB$, $n=2\pi \frac{A}{\omega}$.

Составляя вспомогательную функцию Лагранжа с введением в нее множителя Лагранжа λ , получим

$$L(N, V, \lambda) = a + \frac{b}{V} + \frac{cN}{V} + \lambda(N - mV - nV^2). \quad (13)$$

Определим частные производные по N , V , λ и приравняем их к нулю

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial V} = -\frac{b}{V^2} - \frac{cN}{V^2} - \lambda m - 2\lambda nV = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial N} = \frac{c}{V} + \lambda = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda} = N - mV - nV^2 = 0 \end{cases}$$

Решение системы трех уравнений позволило определить экстремальные значения скорости подачи рабочего органа и реализуемой мощности

$$V = \sqrt{\frac{b}{cn}} = \sqrt{\frac{b\omega}{2\pi Ac}}, \quad (14)$$

$$N = m\sqrt{\frac{b}{cn}} + \frac{b}{c} = BR\sqrt{\frac{2\pi B\omega}{Ac}} + \frac{b}{c}. \quad (15)$$

В результате решения системы уравнений получены координаты условно-стационарной точки. Характер относительного экстремума в этой точке определяем по уравнениям (8) и (9). При существовании минимума в условно-стационарной точке должно выполняться неравенство

$$\frac{\partial^2 L}{\partial N^2}(N, V, \lambda)\Delta N + \frac{2\partial^2 L}{\partial N\partial V}(N, V, \lambda)\Delta V\Delta N + \frac{\partial^2 L}{\partial V^2}(N, V, \lambda)\Delta V > 0. \quad (16)$$

Произведем анализ выражения (16)

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 L}{\partial N^2} = 0 \\ \frac{\partial^2 L}{\partial V^2} = \frac{2b}{V^3} \\ \frac{\partial^2 L}{\partial N\partial V} = -\frac{2c}{V^3} \end{cases}. \quad (17)$$

$$\frac{2b}{V^3} - \frac{2c}{V^2} > 0$$

$$2b - 2cV > 0.$$

Экономическая величина b по своей сути больше величины c , поэтому можно считать, что неравенство верно. Таким образом, целевая функция при аргументах V и N , определяемых из уравнений (14) и (15) будет минимальной.

При анализе функции себестоимости (2) алгоритм решения будет таким же, а минимальная целевая функция определится координатами:

$$V = \sqrt{\frac{b_1 \omega}{2\pi A c_1}}, \quad N = BR \sqrt{\frac{2\pi b_1 \omega}{A c_1} + \frac{b_1}{c_1}}$$

Анализ результатов исследования режимов работы машин и механизмов, участвующих в процессе устройства траншейных фундаментов, показывает, что формальная взаимосвязь между показателями N и V установлена для проходки траншей вращательным [1] бурением. Для проходки траншей ударным бурением имеются статистические данные. Поскольку аналогичные данные не получены из обзора для проходки траншей без выемки грунта, они были установлены в ходе данных исследований.

Таким образом, исследована математическая модель оптимизации назначения траншейных машин при строительстве способом «стана в грунте». Получены выражения определения оптимальной скорости проходки и мощности траншейных машин при различных траекториях движения рабочего органа.

Литература

1. Кадыров А. С. Теория и расчет фрезерных и бурильных рабочих органов землеройных машин, применяемых при строительстве способом «стены в грунте»: Автореф. дис. на соискание уч. степ. д-ра техн. наук. – М., 1989.

ТРАНСПОРТ

УДК625.768.5

МРНТИ 73.31.11

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЖИДКИХ ХЛОРИСТЫХ СОЛЕЙ ПРИ БОРЬБЕ СО СКОЛЬЗКОСТЬЮ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ КАЗАХСТАНА

Р. Ж. Досбаева

Таразский государственный университет им. М. Х. Дулати

Жалпы пайдаланымдық автомобиль жолдарындағы қысқы тайғақтықты жою үшін сұйық химиялық реагентті? оңтайлы варианты таңдалған.

Түйінді сөздер: автомобиль жолдары, қар-мұз таптамасы, химиялық реагенттер, жол тайғақтығы.

The optimum variant of liquid chemical reagent for liquidation of winter kinds of lubricity on highways of common use is selected.

Key words: highways, snow and ice cover, chemical reagents, road lubricity.

Зимний период является наиболее неблагоприятным с точки зрения обеспечения бесперебойного и безопасного функционирования транспорта. Низкий коэффициент сцепления приводит к увеличению тормозного пути и соответственно создает опасность потери контроля над управлением автомобилем. Степень риска попасть в ДТП на полностью или частично покрытом снегом или льдом дорожном покрытии до 4,5 раза выше, чем на чистом сухом покрытии. Обеспечение надлежащего качества содержания автомобильных дорог является одной из приоритетных задач дорожных эксплуатационных служб [1].

На сегодняшний день известно множество различных способов борьбы со скользкостью. Наиболее дешевым и эффективным средством успешного устранения зимней скользкости дорог является использование противогололедных химических реагентов. Однако в Казахстане химические реагенты в жидком виде не нашли широкого применения из-за отсутствия заводов (баз) по приготовле-

нию этих материалов, технологических требований к ним и норм их распределения.

Специалистами Таразского государственного университета с участием ученых АО «КаздорНИИ» проведены практические исследования на автомобильных дорогах Карагандинской обл., касающиеся усовершенствования применения химических реагентов для ликвидации зимних видов скользкости. Объектами экспериментального исследования приняты: подъездная автомобильная дорога к г. Караганды (участок № 1, км 0–7), участок международного коридора «гр. Российской Федерации (на Екатеринбург)–Алматы» (участок № 2, км 1444–1451), автомобильная дорога в местной (областной) сети Карагандинской обл. «Топар – Карабас» (участок № 3, км 2–10). Экспериментальные работы проводились в 3 этапа: определение концентрации жидких противогололедных материалов; определение силы сцепления снежно-ледяного наката над поверхностью дорожных покрытий; уточнение нормы распределения жидких реагентов.

На *первом этапе* концентрация жидких хлористых солей определялась в лаборатории АО «КаздорНИИ» и на промышленной базе Карагандинского ОФ РГП «Казахавтодор». При этом в качестве противогололедных материалов были использованы традиционные химические реагенты: хлористый натрий (ГОСТ 4233.77), шестиводный хлористый магний (бишофит, ГОСТ 4209.77), шестиводный хлористый кальций (ГОСТ (ТУ): ФС 42-2567-94) и технический карбамид (мочевина, ГОСТ 6691-77). Взвешивание материалов проводилось на электронных весах, точность измерения которых составляет $\pm 0,1$ мг. После тщательного перемешивания ареометром в соответствии с ГОСТ 1300-57 измерялась плотность рассола, затем в соответствии с [2] устанавливалась его концентрация.

При выполнении *второго этапа* испытания был использован прибор [2], определяющий силу смерзания снежно-ледяного образования над дорожным покрытием. Данный прибор имитирует работу отвала снегоуборочной машины, который при снегоочистке горизонтально сдвигает снежно-ледяное образование над поверхностью покрытия.

Третий этап испытаний проводился в полевых условиях. При этом распределение химических реагентов осуществлялось аварийным методом, т. е. над снежно-ледяным накатом. Распределение химических реагентов осуществлялось универсальным пескоразбрасывателем фирмы «Рено», предоставленным Карагандинским ОФ РГП «Казахавтодор» и передвижным лабораторным распределителем жидких реагентов, сконструированным на базе автомобиля УАЗ-3303 (АО «КаздорНИИ») [3].

Во время экспериментальных испытаний были использованы традиционные хлористые соли в виде жидкого раствора. Их концентрация определялась в лабораторных условиях. При проведении полевых испытаний плотность распределения выбранных реагентов принималась в диапазонах начиная с 30-90 мл/м², в соответствии с профилактическим методом распределения - до 150-270 мл/м², т. е. при аварийной норме распределения. Плотность снежно-ледяного наката ρ_c во всех испытаниях принималась равной $\rho_c=0,60-0,75$ т/м³, а температура воздуха в момент проведения эксперимента колебалась от -6 до -8 °С.

При испытании снежно-ледяных образцов на сдвиг без дополнительной обработки с химическими реагентами или при их недостаточном времени вступления в реакцию обрыв произошел не в местах касания с покрытием, а в его теле. В дальнейшем, с увеличением времени реакции наблюдалось понижение значений ϕ . Отмечен закономерный процесс: вследствие увеличения времени реакции реагента со снежно-ледяным накатом уменьшается сила его смерзания, т.е. результаты эксперимента позволяют точно определить время выдержки реагента после его распределения на обледенелой поверхности покрытия. Таким образом, снижение силы смерзания снежно-ледяного наката над поверхностью дорожного покрытия зависит от выдержки реагента и плотности (нормы) распределения противогололедных растворов.

Исследована продолжительность действия противогололедных растворов, в частности хлористого натрия ($C=16,7$ %), принятого при различной плотности их распределения (рис. 1, таблица). Например, при плотности распределения $\rho=30$ мл/м² раствор значительно ниже расплавляет снежно-ледяной накат ($\rho_c=0,60-0,75$ т/м³), чем при плотности распределения $\rho=90$ мл/м² и выше.

Экспериментами также установлено, что при $\rho=30$ мл/м² за время реакции реагента $t=100-140$ мин минимальное значение силы смерзания наката достигает $\tau=8,20-8,45$ МПа. Далее его действия, как отмечено выше, могут вызвать отрицательный эффект, т. е. растворившийся слой льда снова может превратиться в прочную ледяную корку. Отсюда видно, что такая концентрация раствора при большой толщине (свыше 3 мм) снежно-ледяного наката и с малой плотностью распределения реагентов (в пределах до 90 мл/м²) не может полностью его расплавить и снизить силу смерзания, а при $\rho=90$ мл/м² этот показатель значению τ может снизиться до 3,5-4 МПа в пределах 150-165 мин.

**Результаты испытания снежно-ледяных образований
на сдвиг при обработке их жидкими реагентами**

Показатель	Изменение показателя сдвигающего усилия τ с течением времени (мин), МПа								
	0	20	40	60	80	100	120	140	160
30 мл/м ²	11,21	10,49	9,73	8,67	8,10	8,31	8,44	8,51	8,40
	10,96	10,03	9,52	9,01	8,06	8,01	8,30	8,40	8,64
	13,18	12,01	10,08	8,81	8,48	8,01	8,52	8,41	8,47
	12,05	10,24	9,71	9,54	8,17	8,13	8,18	8,32	8,29
	τ_{cp}	11,85	10,94	9,76	9,01	8,20	8,115	8,36	8,41
σ^2_{cp}	0,870	0,701	0,224	0,253	0,165	0,100	0,130	0,085	0,127
C_v	0,073	0,064	0,023	0,023	0,020	0,012	0,016	0,010	0,015
90 мл/м ²	11,44	9,78	8,10	6,61	5,68	5,14	4,68	4,19	3,83
	13,16	10,21	8,21	6,71	5,58	5,05	4,55	4,40	3,84
	12,48	10,01	8,21	6,43	5,49	5,09	4,61	4,25	4,00
	10,65	9,67	8,08	6,57	5,64	5,11	4,61	4,35	4,03
	τ_{cp}	11,93	9,917	8,15	6,58	5,598	5,10	4,61	4,30
σ^2_{cp}	0,963	0,209	0,061	0,100	0,032	0,084	0,077	0,082	0,091
C_v	0,081	0,021	0,008	0,015	0,006	0,016	0,017	0,019	0,023
150 мл/м ²	14,20	7,12	5,94	4,33	2,58	1,74	0,60		
	14,01	7,49	6,12	4,21	2,50	1,63	0,58		
	12,93	6,90	5,87	4,30	2,51	1,64	0,58		
	10,85	7,01	5,89	4,38	2,63	1,68	0,62		
	τ_{cp}	12,997	7,13	5,96	4,31	2,56	1,67	0,595	
σ^2_{cp}	1,331	0,222	0,099	0,041	0,109	0,042	0,017		
C_v	0,102	0,031	0,017	0,009	0,043	0,025	0,029		
210 мл/м ²	10,08	6,13	4,21	2,57	0,89				
	11,25	6,33	4,01	2,45	0,81				
	14,06	6,05	3,96	2,41	0,79				
	13,21	5,92	4,25	2,52	0,79				
	τ_{cp}	12,15	6,35	4,11	2,49	0,82			
σ^2_{cp}	1,571	0,350	0,142	0,062	0,041				
C_v	0,129	0,055	0,035	0,025	0,050				
270 мл/м ²	12,29	6,03	2,71	0,55					
	15,24	6,21	2,69	0,61					
	10,23	6,45	2,80	0,61					
	13,21	6,00	2,85	0,62					
	τ_{cp}	12,74	6,17	2,76	0,60				
σ^2_{cp}	1,801	0,179	0,066	0,028					
C_v	0,141	0,029	0,024	0,047					

τ_{cp} – среднее значение силы смерзания снежно-ледяного наката, МПа; σ^2_{cp} – средне-кватратическое отклонение; C_v – коэффициент вариации.

Материал: NaCl, $p=30-270 \text{ мл/м}^2$, $C=16,7 \%$, $t_a=-6-8 \text{ }^\circ\text{C}$, $W_a=68 \%$,
 $p_c=0,60-0,75 \text{ т/м}^3$

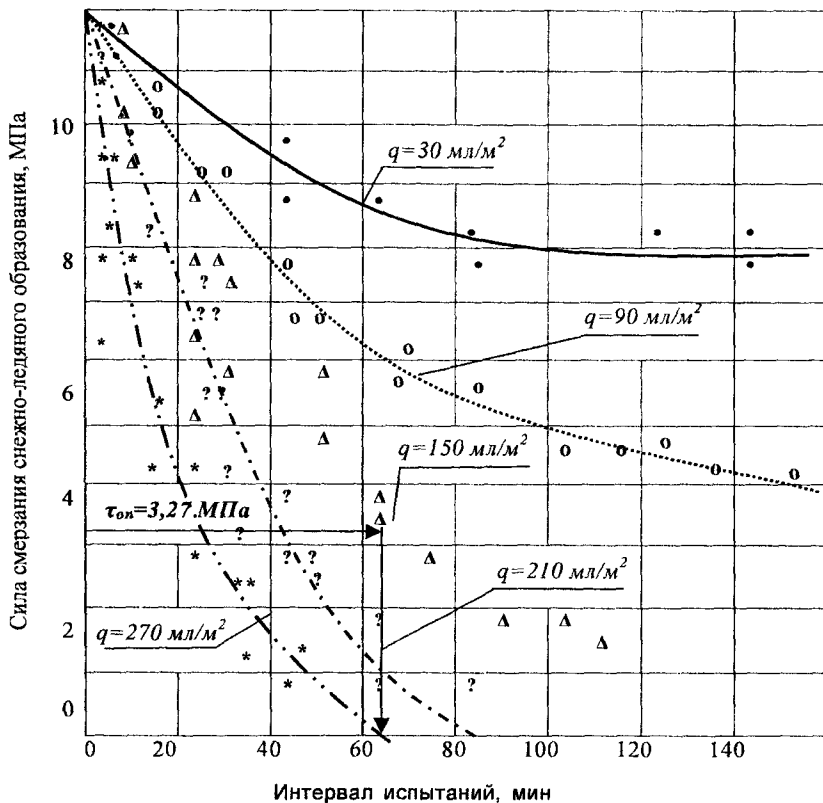


Рис. 1. Снижение силы смерзания снежно-ледяного образования от воздействия жидких химических реагентов с течением времени

Аналогичные испытания были проведены с использованием различных реагентов при плотности снежно-ледяного наката $p_c=0,60-0,75 \text{ т/м}^3$, температуры и влажности воздуха $t_a=-6-8 \text{ }^\circ\text{C}$ и $W_a=68 \%$ на тех же участках автомобильных дорог. При проведении экспериментальных исследований плотность распределения химических реагентов принималась равной $p=90 \text{ мл/м}^2$, а их концентрация $C=15 \%$ (рис. 2).

$p=90 \text{ мл/м}^2$, $C=15 \%$, $t_0=-6-8 \text{ }^\circ\text{C}$, $W_в=68 \%$, $p_c=0,60-0,75 \text{ т/м}^3$

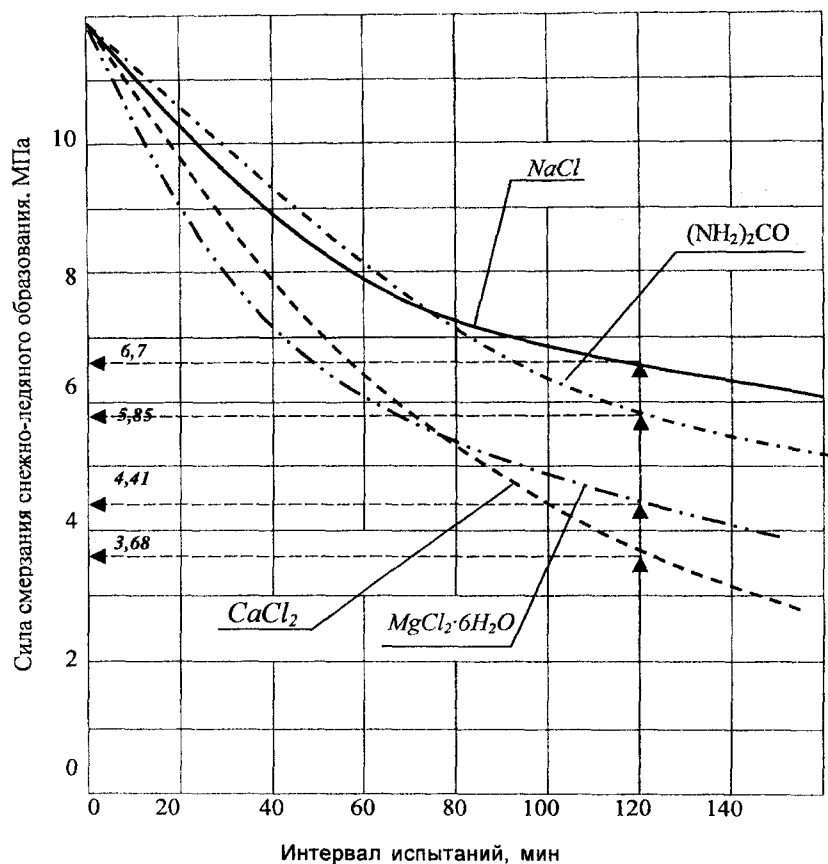


Рис. 2. Снижение силы смерзания снежно-ледяного образования от воздействия различных видов жидких противогололедных материалов с 15 %-ной концентрацией

Как показывают результаты испытания, из выбранных материалов самым активным и быстродействующим оказался хлористый кальций, так как в течение 2-х ч выдержки значение силы смерзания наката снизилось до 3,68 МПа, т. е. на 1,2 раза меньше показателя

шестиводного хлористого магния (бишофита) (4,41 МПа), на 1,52 раза меньше мочевины (5,85 МПа) и на 1,82 раза меньше хлористого натрия (6,70 МПа). Однако такое быстрое действие в технологическом процессе не всегда дает положительные результаты. Например, положительность действий хлористого натрия и мочевины оказалась на 1,5-2 ч больше, чем хлористого кальция. Таким образом, с увеличением продолжительности выдержки реагентов (до оптимального времени вступления в реакцию со снежно-ледяным образованием) в технологическом процессе потребуются меньше механизированных действий при ликвидации скользкости на поверхности дорожных покрытий.

Литература

1. Киялбаев А. К., Телтаев Б. Б. Зимние виды скользкости и химические методы борьбы с ними. – Алматы: КазАТК, 2004. – 110 с.
2. Прибор для измерения силы сцепления между снежно-ледяным образованием и дорожным покрытием: Предв. патент № 17923. Заявка № 2005/1296.1 от 15.11.2005 г.
3. ПР РК 218-64-2007 Инструкция по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах общего пользования. – Астана: Минтрансском РК, 2008. – 96 с.

**ОРГАНИЗАЦИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ
МЕСТНОЙ РАБОТЫ В КОМПЛЕКСЕ ЗАДАЧ ГРАФИКА
ИСПОЛНЕННОЙ РАБОТЫ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

Г. Н. Казбекова

Казахская академия транспорта и коммуникаций
им. М. Тынышпаева

Оперативті жоспарлаудың шешімі бойынша болжамды графикті құруда оның негізіне қозғалыстағы бірліктермен (пойыздармен және вагондармен) жоспарланған әрекеттер кіреді. Сонымен қатар, жергілікті жұмыстың бейнелік үлгісін тұрғызу үшін жүк таситын және жергілікті жұмыс жоспарларының оперативті (тәуліктік, ауысымды және ағымдағылардың) түрі анықталды. Түйінді сөздер: теміржол келігі, болжамды графиктер, моделдеу, тасымалдау процесін ұйымдастыру.

The procedure of formation of forecast and executed schedules and their maintenance in automated mode is developed. The basis of forecast schedule make operations to be planned with movable units (trains and railcars) and forecast time of their execution.

Key words: railway transport, forecast schedules, modeling, organization of a vehicular process.

Современные требования к организации перевозочного процесса и качеству выполняемых перевозок диктуют необходимость применения новых организационных и технологических решений в управлении перевозками, базирующихся на широком внедрении комплексных информационных систем. Внедрение таких информационных систем направлено на улучшение работы железнодорожного транспорта и сокращение эксплуатационных расходов. Одной из них является автоматизированная система управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте (АСУ ПП), включающая широкий круг задач, основной из которых является задача оперативного управления местной работой железных дорог и их отделений.

Поэтому разработка мер по организации моделирования и контроля местной работы на железной дороге имеет важное значение, позволяет более аргументированно решать задачи графика исполненной работы, планирования и управления на отделениях железных дорог, железных дорогах и в целом по сети.

Выстраиваемые функциональные взаимосвязи между комплексами задач и подсистемами АСУМР свидетельствуют, что график исполненной работы (ГИР) реализуется, прежде всего, как инструмент моделирования разрабатываемых оперативных планов, способный оценить выполнимость, надежность, эффективность плана в заданный период. Тем не менее закладываемый при разработке механизм функционирования комплекса задач ГИР позволяет в полной мере осуществлять контроль местной работы на заданном в НСИ полигоне [1].

График исполненной работы и прогнозный график формируются в автоматизированном режиме согласно всем принятым условным обозначениям и правилам его составления с использованием мнемоники суточных планов-графиков. Выстраиваемый по итогам функционирования комплекса задач график должен наглядно отражать работу станций управляемого полигона, т. е. отделения дороги, по приему, отправлению, расформированию, формированию поездов, по подаче и уборке, погрузке и выгрузке вагонов, выполнение норм технологического процесса, положение на грузовых пунктах и в целом по станции, использование путей, маневровых средств, погрузочно-выгрузочных механизмов в местах общего пользования и отдельных подъездных путях грузовладельцев.

Автором разработан порядок формирования прогнозного и исполненного графиков, ведения их в автоматизированном режиме на основе изучения суточных планов-графиков и графиков исполненной работы некоторых станций, а также результатов опытной эксплуатации комплекса задач на головных объектах отрасли.

В основе построения автоматизированного графика лежит процесс регистрации событий – совершения технологических операций – с поездами и вагонами и отображение этих событий на сформированной определенным образом для каждого управляемого полигона координатной сетке в виде условных значков, присваиваемых каждому событию или группе однородных событий. При формировании прогнозного графика по результатам оперативного планирования в его основу закладываются планируемые операции с подвижными единицами (поездами и вагонами) и прогнозные времена их выполнения [3].

Каждой совершаемой λ_k или прогнозируемой λ'_k технологической операции в комплексе задач соответствует определенный набор технологических параметров

$$\lambda_k(\lambda'_k) = \{Obj; el^{PLG}; t^\lambda; \Delta t^\lambda\}, \quad (1)$$

где *Obj* – объект, с которым совершалась λ_k технологическая операция.

В качестве объекта выступают поезда (n^n всех μ категорий) и вагоны различных родов и принадлежности;

el^{PLG} – элемент полигона управления с детализацией до пути парка станции и грузового фронта, на котором совершается регистрируемая технологическая операция $el^{PLG} = PUT(PARK(SIST(s)))$;

t^λ – время, регистрируемое в связи с данной технологической операцией. В зависимости от состава переменной информации о поездах и вагонах, содержащейся в динамической модели, на базе которой функционирует комплекс задач ГИР, это может быть время начала выполнения операции (t_H^λ) или время завершения данной операции (t_k^λ);

Δt^λ – длительность выполнения технологической операции

$$\Delta t^\lambda = t_k^\lambda - t_H^\lambda. \quad (2)$$

Все λ_k операции регистрируются в комплексе задач и отображаются в графическом виде.

Поле графика представляет собой координатную сетку, где по оси абсцисс – оси времени – производится перемещение вертикальной оси реального времени, местоположение которой по оси в каждый момент времени соответствует текущему астрономическому времени

$$t_{\text{мес}} = \{\text{час; мин; сутки; месяц; год}\}. \quad (3)$$

Ось ординат представляет собой последовательное расположение элементов контролируемого (управляемого) полигона (el^{PLG}), детализированных до путей парков станции и грузовых фронтов подъездных путей и мест общего пользования ($PUT(PARK)$). Размещение условных значков на поле графика осуществляется на основа-

нии технологических параметров совершения операций с поездами и вагонами [2].

Каждой технологической операции λ_k с одним объектом в логистической последовательности элементов оборота вагона на полигоне управления соответствуют одна из допустимого числа предшествующих операций λ_{k-1} и одна из последующих λ_{k+1}

$$\Theta_n^{PLG} = \{\lambda_H^\ominus, \dots, \lambda_{K-1}, \lambda_K, \lambda_{K+1}, \dots, \lambda_3^\ominus\}, \quad (4)$$

где Θ_n^{PLG} – цикл оборота местного вагона на конкретном полигоне управления;

$\{\lambda_H^\ominus\}$ – начальная операция в цикле оборота местного вагона на полигоне управления;

λ_3^\ominus – заключительная операция в цикле оборота местного вагона на полигоне управления.

В комплексе задач ГИР предусматривается оценка непроизводительных простоев вагонов $\Delta t_{н.п.}^\lambda$ от момента завершения предыдущей технологической операции $t_3^{\lambda_{k-1}}$ до момента начала следующей $t_H^{\lambda_k}$

$$\Delta t_{н.п.}^\lambda = t_3^{\lambda_k} - t_K^{\lambda_{k-1}} \cdot n \quad (5)$$

с целью информирования пользователя комплекса задач о чрезмерных непроизводительных простоях вагонов при совершении технологических операций на конкретных элементах полигона управления

$$\Delta t_{н.п.}^\lambda > \Delta t_{н.п.}^{дон}, \quad (6)$$

где $\Delta t_{н.п.}^{дон}$ – допустимая длительность непроизводительного простоя вагонов при выполнении технологических операций на конкретном элементе полигона управления [5].

Так, для двух объектов Obj_1 и Obj_2 , с которыми по разработанному плану производятся технологические операции λ_{k1}' и λ_{k2}' на одном пути или грузовом фронте:

$$PUT_{Obj_1}^{\lambda_{k2}} = PUT_{Obj_2}^{\lambda_{k2}} \quad (7)$$

должно быть выполнено условие:

$$t_K^{\lambda_{k1}'} + t_{дон}^{\lambda_{k2}'} \leq t_H^{\lambda_{k2}'} - t_{дон}^{\lambda_{k1}'}$$

где t_{K1}^{λ} – время окончания выполнения технологической операции с первым объектом на заданном пути;

t_{H}^{λ} – время начала выполнения технологической операции со вторым объектом на заданном пути;

$t_{дон}^{\lambda_{\text{ПУГ}}}$ – допустимый разброс времени выполнения операции на конкретном пути или грузовом фронте.

При построении прогнозного графика местной работы при моделировании технологических процессов на основании рассчитанных оперативных (суточных, сменных и текущих) планов грузовой и местной работы производится оценка выполнимости конкретной технологической операции по заданным ее параметрам на конкретном элементе (пути) полигона управления по критерию занятости пути или фронта.

Произведена оценка выполнимости конкретной технологической операции по заданным ее параметрам на конкретном элементе (пути) полигона управления по критерию занятости пути. Данная оценка позволяет выполнить построение прогнозного графика местной работы. Моделирование технологических процессов основано на расчетных оперативных планах.

Литература

1. Гильденгорн И. А. Совершенствование системы организации местной работы отделения дороги на основе математического моделирования // Вестн. ВНИИЖТ. – 1987. – № 2. – С. 7-11.
2. Грибков В. И., Приписцова С. В. Интенсивная технология местной работы на станции Бескудниково // Железнодорожный транспорт. Сер. «Организация движения и пассажирские перевозки». ЭИ/ЦНИИТЭИ, 1986, экспр. I.C.27-37.
3. Информационная технология оперативного контроля сроков доставки грузов путем сравнения прогнозного графика с данными о реальном продвижении отправки в АСУ Грузовой экспресс. Утв. ЦД МПС 2003 г.
4. Казаков П. Е., Ульянов В. Г., Ситников В. С. Местной работе – оптимальную технологию // Железнодорожный транспорт. – 1998. – № 9. – С. 5-6.
5. Кочнев Ф. П., Акулиничев В. М., Макарович А. М. Организация движения на железнодорожном транспорте. – М.: Транспорт, 1979. – 586 с.

**РАНЖИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ
ПРИДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ****А. А. Киялбай**Управление дорожной полиции ДВД

Жол бойындағы инфрақұрылымның бизнес-процестерін ранжирлеу жүзеге асырылған, басым бағыттар – адамдардың денсаулығын және автокөліктің техникалық дұрыстығын қамтамасыз ету. Жол бойындағы техникалық қызмет көрсету мен автомобиль көлігін жөндеу жүйесіне қойылатын талаптар оңтайландырылған.

Түйінді сөздер: бизнес-процестер, жол бойы инфрақұрылымы.

The ranging of business processes of roadside infrastructure is implemented, the priority processes – guarantee of health of people and technical serviceability of motor transport are determined. The requirements to the system of roadside maintenance and repair of a motor transport are optimized.

Key words: business processes, roadside infrastructure.

В условиях конкурентной борьбы уровень спроса на транспортные услуги определяется прежде всего качеством сервиса. Для получения необходимого эффекта требуется решение комплекса задач по повышению уровня транспортных услуг, предоставляемых грузовладельцам и пассажирам. Важность и актуальность услуг подтверждаются удельным весом этой сферы деятельности в валовом внутреннем продукте развитых стран, составляющим 70-80 % [1]. Таким образом, транспортные услуги как при перевозке грузов, так и при перевозке пассажиров относятся к материальным услугам.

В связи с вышеизложенным методологической базой данного исследования являются [1,2]: системный подход и базовые принципы стандарта ISO-2001, рассматривающие придорожный бизнес в автодорожной отрасли Казахстана, как систему бизнес-процессов; проектно-интегрированный подход, рассматривающий бизнес-процессы придорожного сервис-менеджмента как совокупность векторов

интеграции в горизонтальной и вертикальной проекции на концептуально-организационном, технологическом и финансовом уровнях. Организационная концепция предусматривает создание структуры, которая в функциональной и обеспечивающей частях системы выполняет роль бизнес-интегратора.

Конечная цель исследований – повышение безопасности автомобильных перевозок и качества бизнес-процессов комплексного обслуживания водителей и пассажиров, совершающих деловые и туристические поездки. Добиться поставленной цели представляется возможным путем инновационных организационно-экономических решений в исследуемой сфере.

С учетом вышеизложенного требуется выполнить экспертную оценку основных бизнес-процессов придорожной инфраструктуры, т. е. сервис-менеджмента. Необходимость экспертного исследования продиктована требованиями рационального использования всех ресурсов в данном проекте, что делает крайне актуальной задачу рационального планирования бюджета на все виды обеспечения основной деятельности. Системный подход требует строгого ранжирования бизнес-процессов по степени их важности.

Целью экспертизы является ранжирование бизнес-процессов по следующим критериям: частоте случаев, их динамики и тяжести последствий для отдельной личности, организации (предприятия) и общества в целом.

В связи с тем, что стандарты для указанного класса бизнес-процессов не разработаны, возникает необходимость решить эту задачу исходя из специфики проблемы и поставленной цели. В качестве базовой совокупности основных бизнес-процессов воспользуемся структурной моделью бизнес-процессов. Указанную совокупность бизнес-процессов для дальнейшего моделирования обозначим следующим образом:

- процесс организации пунктов питания – В1;
- процесс обеспечения горюче-смазочными материалами автотранспорта – В2;
- процесс медицинского обслуживания пассажиров и водителей автотранспорта – В3;
- процесс информационного обеспечения пассажиров и водителей на всей автомобильной магистрали – В4;
- процесс технического обслуживания и ремонта автомобилей – В5;
- процесс организации отдыха водителей и пассажиров – В6;

– процесс эвакуационного обеспечения транспортных средств – В7.

Вспомогательными бизнес-процессами являются услуги, которые необходимы для поддержки основных бизнес-процессов. К этому виду процессов можно отнести:

а) вспомогательные бизнес-процессы, предназначенные для жизнеобеспечения основных и сопутствующих процессов и ориентированные на поддержку их специфики;

б) обеспечивающие бизнес-процессы, предназначенные для жизнеобеспечения основных и сопутствующих процессов и ориентированные на поддержку их универсальных качеств;

в) некоторые составляющие процесса управления – подпроцессы, охватывающие весь комплекс функций управления на уровне каждого бизнес-процесса и системы в целом, например, процесс координации; процесс прогнозирования; процесс планирования; учетно-отчетные процессы;

г) бизнес-процессы развития – это процессы совершенствования услуг; процессы развития технологии; процесс модификации оборудования.

Таким образом, функциональная модель делового процесса будет охватывать основные процессы жизненного цикла системы (подсистемы), а также связанные с ними вспомогательные процессы, входящие в состав основной деятельности организации. Это полностью согласуется с требованиями ИСО семейства 9001 версии 2000 г.

Определив согласно рекомендациям [5] полный перечень процессов, приступим к его упорядочению. В качестве инструмента ранжирования приоритетов среди всего перечня процессов нами выбран метод экспертных оценок. При этом учитывалось, что приоритетные процессы должны отвечать следующим характеристикам [1-3]: оказывать наибольшее влияние; быть максимально эффективными в целевых радикальных улучшениях; легко подвергаться улучшению.

Как известно, метод экспертных оценок используется для получения решений в слабоформализованных задачах, но в которых накоплен достаточно большой объем информации и носителями информации являются специалисты, выступающие в роли экспертов. Отбор экспертов осуществлялся на основе следующих критериев [1]: компетентности; отсутствия личной заинтересованности в результате экспертизы; креативности (широта познаний); отсутствия конформизма (отсутствие подверженности чужому влиянию).

Согласно существующим рекомендациям группа экспертов не должна превышать 20 человек [2]. В качестве экспертов нами были

выбраны 6 ведущих специалистов. Затем были разработаны 2 анкеты. В первой содержалась текстовая часть, поясняющая правила экспертизы; перечень вариантов (Vi) – бизнес-процессов; таблица, в которой эксперт должен проставлять оценки степени важности по каждому из вариантов. Результаты анкетирования экспертов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сводная 30-балльная экспертная оценка вариантов

Эксперт	Вариант Vi						
	1	2	3	4	5	6	7
1	22	24	30	7	23	21	14
2	23	20	29	8	24	17	12
3	24	18	30	9	22	20	13
4	21	20	30	7	24	18	11
5	20	17	29	8	22	19	12
6	22	20	30	9	24	21	11

Во второй анкете был приведен список экспертов, при этом каждый эксперт должен был оценить компетентность своих коллег по 10-балльной шкале. Данные взаимооценок шести выбранных для эксперимента экспертов представлены в табл. 2.

Групповая экспертная оценка может считаться достоверной, если ответы экспертов согласованы. Для оценки согласованности мнений экспертов был использован критерий согласованности экспертов – коэффициент ранговой корреляции Спирмена [4].

Вычисление коэффициента ранговой корреляции Спирмена осуществляется по формуле:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{j=1}^n (X_{1j} - X_{2j})^2}{n^3 - n}, \quad (1)$$

где n – количество экспертов;

J – текущий номер вариантов;

m – количество экспертов;

X_{1j} – ранговая оценка первого эксперта J -го варианта;

X_{2j} – ранговая оценка второго эксперта J -го варианта.

Таблица 2

Взаимная групповая оценка компетентности экспертов

Эксперт	Э1	Э2	Э3	Э4	Э5	Э6
Э1	5	5	2	5	1	3
Э2	4	6	5	4	2	5
Э3	4	5	6	4	4	3
Э4	6	5	6	3	5	4
Э5	6	5	6	4	5	3
Э6	5	5	6	4	4	3
Средняя оценка (коэффициент компетентности) K_i	5,0	5,1	5,1	4	3,5	3,5

Преобразование табл. 3 из балльной системы в ранговую производится присвоением самой максимальной оценке в баллах в строке оценок каждого эксперта наивысшего ранга – 1. Затем следующей самой высокой балльной оценке присваивается ранг 2 и т. д.

Таблица 3

Ранговые экспертные оценки

Эксперт	Вариант V_i						
	1	2	3	4	5	6	7
1	4	2	1	7	3	5	6
2	3	4	1	7	2	5	6
3	2	5	1	7	3	4	6
4	3	4	1	7	2	5	6
5	3	5	1	7	2	4	6
6	3	5	1	7	2	4	6

Оценка согласованности при использовании рангового коэффициента Спирмена предполагает попарные вычисления коэффициентов корреляции между всеми экспертами, что является достаточно трудоемким процессом, но при компьютерной обработке этот недостаток незаметен.

Согласованность оценивается попарно – каждый с каждым (1,2; 1,3; 1,4...1,m, затем 2,3; 2,4; ..2,m и т. д.). Если $\rho = 0$ или близок к нулю, то гипотеза о тесной связи мнений экспертов не может быть принята при уровне доверительной вероятности 0.95. Если ρ отри-

цательное, то мнения экспертов противоположны. Если r положительное, то мнения согласованы и чем выше r , тем больше совпадают мнения. Расчетные значения коэффициентов r сводят в матрицу корреляций (табл. 4).

Таблица 4

**Корреляционная матрица
согласованности мнений экспертов**

Эксперт	Мнение эксперта					
	1	2	3	4	5	6
1	1	0,9	0,75	0,6	0,56	1
2	0,9	1	0,9	0,9	0,8	0,9
3	0,75	0,9	1	1	0,9	1
4	0,6	0,9	1	1	0,7	1
5	0,56	0,8	0,9	0,7	1	1
6	1	0,9	1	1	1	1

Анализ матрицы корреляций показывает, что мнения экспертов согласованы и можно без коррективов завершить дальнейшие расчеты.

Следующий этап предусматривает вычисление относительных балльных оценок с учетом компетенции экспертов по формуле:

$$B_j = \frac{\sum_{i=1}^m K_i \times X_{ij}}{\sum K_i}, \quad (2)$$

где K_i – коэффициент компетентности i -го эксперта, вычисленный с учетом данных табл. 3, в которую были сведены данные второй анкеты. Затем определяются ранги вариантов.

На следующем этапе по результатам балльных оценок строятся так называемые нормированные балльные оценки для определения рангов экспертируемых вариантов. Нормированные оценки вариантов представлены в табл. 5.

По формуле (2) рассчитываются ранги экспертируемых вариантов с учетом компетентности экспертов (табл. 6).

По результатам ранжирования следует сделать выводы о том, что процесс обеспечения здоровья людей и «здоровья» автомобилей получил два высших приоритета (1-й и 2-й ранг). Это объясняется тем, что в связи с резким увеличением автопарка в личном

Таблица 5

Нормированные балльные оценки вариантов

Эксперт	Вариант В _i						
	1	2	3	4	5	6	7
1	0,16	0,170,	21	0,05	0,16	0,15	0,10
2	0,17	0,150,	22	0,06	0,18	0,13	0,09
3	0,18	0,130,	22	0,07	0,16	0,15	0,10
4	0,16	0,150,	23	0,05	0,18	0,14	0,08
5	0,16	0,130,	23	0,06	0,17	0,15	0,09
6	0,16	0,150,	22	0,07	0,18	0,15	0,08

Таблица 6

Ранги вариантов с учетом компетенции экспертов

Эксперт	Вариант В _i						
	1	2	3	4	5	6	7
1	8,6	6,7	1,0	22,9	7,6	9,5	16,2
2	7,6	10,5	1,9	21,0	6,7	13,3	18,1
3	6,7	12,4	1,0	21,0	8,6	10,5	17,2
4	9,5	10,5	1,0	21,9	6,7	12,4	18,1
5	9,5	12,4	1,0	21,0	7,6	10,5	17,2
6	7,6	9,5	1,0	20,0	5,7	8,6	18,1
Сумма	49,6	61,9	6,7	127,7	42,9	64,8	104,8
В _j	8,6	10,8	1,2	22,3	7,5	11,3	18,3
Ранг	3	4	1	7	2	5	6

пользовании, причем в своем большинстве это автомобили не новые, с низким остаточным техническим ресурсом, резко увеличилось число ДТП с тяжелыми последствиями. По этой причине процессу оказания медицинской помощи отводится самый высший приоритет. Учитывая, что вопросы организации медицинской помощи имеют свою профессиональную и финансовую специфику и их решение регламентируются строгими нормативными и плановыми документами Министерства здравоохранения РК, дальнейшее исследование данных процессов не предусматривается.

Таким образом, в процессе разработки модели оптимизации требований к системе придорожного технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта в сервисных объектах, распо-

ложенных на участках автомобильной дороги Алматы – Усть-Каменогорск (км 14-855) и «Майкапчагай – Семей – Павлодар – гр РФ» (км 410-540), мы исходили из следующих гипотетических предположений:

1. В географических и климатических условиях Восточно-Казахстанского и Алматинского региона все неисправности и отказы автомобилей можно классифицировать по 3 группам: мелкие (простые), средней сложности и повышенной сложности.

2. Устранение неисправностей первой группы может быть осуществлено самостоятельно водителем автомобиля. Устранение неисправностей второй группы требует некоторого специального оборудования и определенных профессиональных навыков, что можно осуществить только в условиях небольшой ремонтной мастерской. Третья группа неисправностей и отказов требует специального ремонтно-диагностического оборудования и технического персонала высокой квалификации, что становится возможным в условиях СТО.

3. Автомобильный парк следует представить двумя группами – пассажирским и грузовым транспортом. Пассажирский транспорт состоит из автобусов и легковых автомобилей. Грузовой транспорт в основном может быть представлен двумя типами автомобилей: КамАЗ и Мерседес-Бенц.

4. Транспортные потоки состоят из международных, междугородных и местных перевозок. В настоящей работе рассматриваются только международные и междугородные перевозки и транспорт, осуществляющий данную транспортную работу.

В связи с тем, что в последние годы произошли серьезные качественные изменения в структуре парка автомобилей, появились очень сложные и дорогостоящие импортные диагностические комплексы, требующие специального высококвалифицированного технического обслуживания и проблема эффективности его использования, особенно в организационной части, приобрела крайне высокую актуальность как в практическом, так и научном плане. Данная проблема вышла далеко за пределы отдельного региона или предприятия и приобрела государственный масштаб. В связи с этим мы считаем, что в Казахстане необходимо создать, особенно на наиболее важных и оживленных транспортных коридорах, специальные фирмы – «сервис-интеграторы», подобные тем, что в развитых странах осуществляют комплексное ТО на оптимальных для заказчика условиях.

Полный набор возможных моделей интенсивности отказов представлен в графической форме. Как видно из рисунка, на долю классической модели интенсивности отказов приходится очень незначи-

тельный процент отказов. Это объясняется существенным повышением надежности автомобилей, особенно импортного производства. Отсюда следует, что доминировавшая ранее планово-предупредительная концепция только повышает интенсивность отказов в начальный период после замены узлов (повышение интенсивности отказов в период приработки) и, как следствие, повышает эксплуатационные расходы.

Таким образом, важнейший принцип, реализованный в ISO-2000 – принцип процессного подхода к построению системы управления предполагает объединение всех имеющихся ресурсов, а именно материальных, финансовых, кадровых и информационных – для достижения поставленной системной цели.



4 % A
Сложное механическое оборудование



5 % C
Типичная структурная усталость



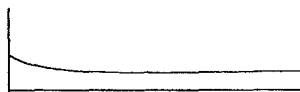
7 % D
Сложное электромеханическое оборудование



14 % E
Электронные компоненты, например компьютеры или компьютерные сети



Классическая кривая интенсивности отказов



Исследования RCM

68 % F

Интенсивность отказов сложного оборудования

Литература

1. Сервис на транспорте / Ред. В.М.Николашина. – М.: Изд. центр «Академия», 2006. – 271 с.
2. *Сербинский Б. Ю., Напхоненко Н. В., Колоскова Л. И., Напхоненко А. А.* Экономика автосервиса. Создание автосервисного участка на базе действующего предприятия: Учебное пособие. – М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов- на-Дону: Изд центр «МарТ», 2006. – 432 с.
3. Экономика и организация внешнеторговых перевозок: Учебник / Ред. К. В. Холопова. – М.: Юность, 2000. – 684 с.
4. Управление автосервисом: Учебное пособие для вузов / Ред. Л. Б. Миротина. – М.: Экзамен, 2004. – 320 с.

ИНФОРМАЦИЯ

НТ2007К2087

БЕТОННЫЕ СМЕСИ НА ОСНОВЕ СЕРЫ И СЕРОАСФАЛЬТА

Назначение – повышение прочности, коррозионной стойкости изделий специального назначения.

Бетоны на основе серы относятся к бесцементным, обладают высокой коррозионной и морозостойкостью при прочности на сжатие 40-50 МПа, низкой истираемостью и теплопроводностью.

<i>Этапы разработки</i>	Технологический регламент Опытно-промышленный образец
<i>Состояние защиты</i>	Патент(ы) Авторское свидетельство
<i>Вид делового предложения</i>	Совместное производство
<i>Организация-разработчик</i>	Акмолинский филиал Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева

**МЕХАНИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ
РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ВЕРХНЕГО СТРОЕНИЯ
БЕЗБАЛЛАСТНОГО ПУТИ****С. К. Искакова, к.т.н.**Казахская академия транспорта и коммуникаций
им. М. Тынышпаева

Жол бетонына бетондалған шпалдардағы, жартастық және осал топырақтарда орналасқан тоннелдердегі шпаласты төсеніштері бар шпалдардағы балластсыз жолдың механико-математикалық моделдері мен осындай жүйелердің тербелістерін сипаттайтын дифференциалдық теңдеулер ұсынылған.

Түйінді сөздер: механико-математикалық моделдер, шпалдар, балластсыз темір жол.

In the work are presented the mechanical-mathematical models of a nonballast track on sleepers embed into track concrete, on sleepers with subsleeper foot pads in tunnels located in rock- and soft ground as well the differential equations describing violations of such systems.

Key words: mechanical-mathematical models, sleepers, nonballast railway track.

Проблеме обеспечения безопасности и комфортабельности движения поездов уделяется большое внимание. Уменьшение динамического воздействия подвижного состава на элементы конструкции пути для увеличения срока эксплуатации, уменьшения расходов на ремонт и содержание пути является весьма актуальной проблемой.

Для приближённой оценки динамического взаимодействия верхнего строения пути с тоннельной обделкой можно воспользоваться упрощёнными моделями с конечным числом степеней свободы. Для верхнего строения пути с замоноличенными в лотковую часть тоннельной обделки шпалами можно воспользоваться расчётной схемой с одной степенью свободы (рис. 1).

Дифференциальное уравнение колебания этой системы имеет вид:

$$M \frac{d^2 U_p}{dt^2} + r_p \frac{dU_p}{dt} + K_p U_p = P(t).$$

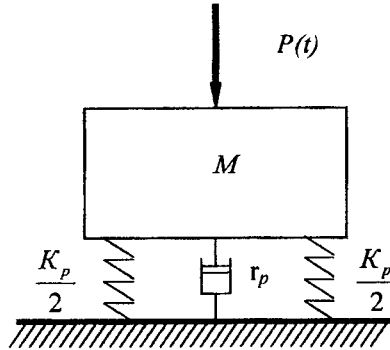


Рис. 1. Расчётная схема системы с одной степенью свободы

Колебания верхнего строения пути с подшпальными прокладками можно описать, используя модель с двумя степенями свободы (рис. 2). Колебания такой системы описываются системой обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$M_1 \frac{d^2 U_p}{dt^2} + r_p \frac{dU_p}{dt} + K_p (U_p - U_o) = P(t)$$

$$M_2 \frac{d^2 U_o}{dt^2} + r_n \frac{dU_o}{dt} - K_p (U_p - U_o) + K_o U_o = 0 .$$

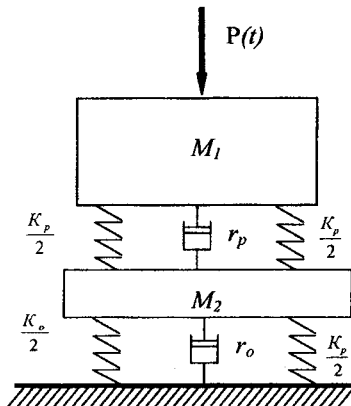


Рис. 2. Расчётная схема модели с двумя степенями свободы

В настоящее время разработаны и исследованы математические модели различных конструкций верхнего строения пути в тоннелях: модели пути на балласте; модели пути на балласте с подбалластными матами; модели пути с железобетонными шпалами, вбетонированными в путевой бетон; модели пути с железобетонными шпалами, уложенные на упругие прокладки; модели пути, учитывающие включение в работу путевого бетона (как плиты) и тоннельной обделки как балки на упругом основании.

Предложены механико-математические модели безбалластного пути, которые можно использовать для описания работы различных конструкций верхнего строения пути в тоннелях.

Механико-математическую модель безбалластного пути, уложенного на шпалах, вбетонированных в путевой бетон, уложенный на лотковую часть тоннельной обделки, представим в виде балки Эйлера - Бернулли на упругом основании (рис. 3). Для тоннелей, расположенных в скальных грунтах с толстым слоем путевого бетона, упругие свойства такого пути определяются в основном свойствами подрельсовых прокладок и самих рельсов.

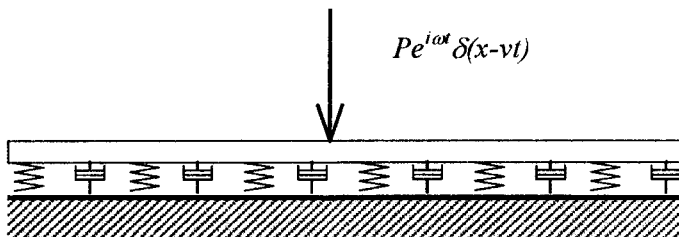


Рис. 3. Расчётная схема пути с железобетонными шпалами вбетонированными в путевой бетон

Колесания бесконечного рельса на упругом основании описываются уравнением в частных производных:

$$E_p I_p \frac{\partial^4 U_p}{\partial x^2} + m_p \frac{\partial^2 U_p}{\partial t^2} + r_p \frac{\partial U_p}{\partial t} + K_p U_p = P e^{i\omega \cdot t} \delta(x - vt).$$

Для безбалластного пути на шпалах с подшпальными подкладками в тоннелях, расположенных в скальных грунтах, предлагается механико-математическая модель, состоящая из балки Эйлера - Бер-

нулли, объединённой вязкоупругой прослойкой со слоем, обладающим массой и нулевой изгибной жёсткостью (рис. 4).

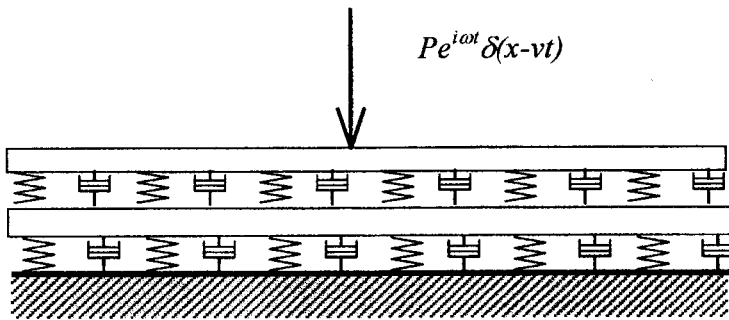


Рис. 4. Расчётная схема пути на подрельсовых и подшпальных подкладках

Динамические характеристики балки зависят от параметров рельса. Погонная масса нижнего слоя определяется массой шпал, приходящейся на единицу длины рельса. Тоннельная обделка вместе с окружающим её скальным массивом грунта в этой модели считается недеформируемой.

Характеристики прослойки между балкой и слоем распределённой массы зависят от свойств подрельсовых прокладок, а параметры упругого основания - от свойств упругих подкладок под шпалами.

Колебания такой системы описываются системой двух уравнений в частных производных:

$$E_p I_p \frac{\partial^4 U_p}{\partial x^4} + m_p \frac{\partial^2 U_p}{\partial t^2} + r_p \frac{\partial(U_p - U_w)}{\partial t} + K_p (U_p - U_w) = P e^{i\omega t} \delta(x - vt),$$

$$m_w \frac{\partial^2 U_w}{\partial t^2} + r_p \frac{\partial(U_w - U_p)}{\partial t} + r_w \frac{\partial(U_w - U_0)}{\partial t} - K_p (U_p - U_w) + K_w U_w = 0.$$

Для безбалластного пути на шпалах с подшпальными подкладками в тоннелях, расположенных в слабых грунтах, при учёте деформативности грунта и тоннельной обделки при движении нагрузки разработана механико-математическая модель, состоящая из трёхслойной балки Эйлера - Бернулли, объединённых вязкоупругой прослойкой (рис. 5).

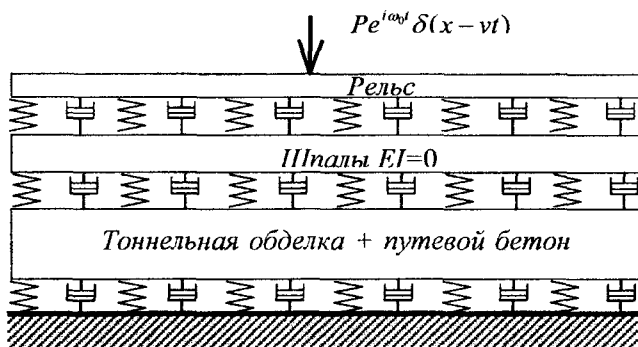


Рис. 5. Путь с подшпальными подкладками. Расчётная схема, учитывающая деформативность путевого бетона, тоннельной обделки и грунта

Систему дифференциальных уравнений колебаний бесконечной трехслойной балки с вязкоупругими прослойками можно представить в виде:

$$E_p I_p \frac{\partial^4 U_p}{\partial x^4} + m_p \frac{\partial^2 U_p}{\partial t^2} + r_p \frac{\partial(U_p - U_w)}{\partial t} + K_p (U_p - U_w) = P e^{i\omega t} \delta(x - vt),$$

$$m_w \frac{\partial^2 U_w}{\partial t^2} + r_p \frac{\partial(U_w - U_p)}{\partial t} + r_w \frac{\partial(U_w - U_o)}{\partial t} - K_p (U_p - U_w) + K_w (U_w - U_o) = 0,$$

$$E_o I_o \frac{\partial^4 U_o}{\partial x^4} + m_o \frac{\partial^2 U_o}{\partial t^2} + r_o \frac{\partial U_o}{\partial t} r_w - \frac{\partial(U_w - U_o)}{\partial t} - K_w (U_w - U_o) + K_o U_o = 0,$$

где E_p , E_o – модули упругости материала рельса и тоннельной обделки совместно с путевым бетоном;

I_p , I_o – моменты инерции поперечных сечений рельса, и тоннельной обделки при изгибе в вертикальной плоскости (момент инерции тоннельной обделки определяется с учетом степени включения в работу частей тоннельной обделки);

m_p , m_w , m_o – погонная масса рельса, шпал и тоннельной обделки;

K_p – коэффициент упругости упругой прослойки для рельсовых крепежных приспособлений и шпал на единицу длины рельса;

K_w – коэффициент упругости подшпальных прокладок на единицу длины рельса;

K_o – коэффициент, характеризующий упругие свойства грунта ($K_o = Kb$, K – коэффициент постели грунта, b – ширина тоннельной обделки);

r_p, r_w – коэффициенты сопротивления, пропорциональные скорости смещения рельса, шпал и тоннельной обделки (зависят от демпфирующих свойств рельсовых подкладок и прокладок под шпалами);

r_o – коэффициент, учитывающий диссипацию энергии в грунт;

ω_o – частота возмущающей силы;

P – амплитуда возмущающей силы;

$\delta(x-vt)$ – функция Дирака;

v – скорость движения силы;

x, t – пространственная координата и время.

Таким образом, в работе представлены механико-математические модели безбалластного пути на шпалах, вбетонированных в путевой бетон, на шпалах с подшпальными подкладками в тоннелях, расположенных в скальных и в слабых грунтах, и дифференциальные уравнения, описывающие колебания таких систем. Разработанные модели позволяют оценить величину силового воздействия, передающегося на тоннельную обделку и грунтовое основание при движении нагрузки в тоннеле, и кроме того, дают возможность сравнить различные конструкции и оценить степень влияния параметров элементов верхнего строения пути на динамический процесс взаимодействия пути с основанием.

Литература

1. Дорман И. Я. Виброизолирующие конструкции пути метрополитена // Новое в отечественном и зарубежном подземном строительстве: Информ. обзор. – М.: ТИМР, 1995. – Вып. 3. – 52 с.
2. Кравченко Н. Д. Путь с лежневым железобетонным подрельсовым основанием // Метрострой. – 1986. – № 5. – С. 27-29.
3. Елизаров Ю. М. Снижение шума и вибраций при формировании сборного железобетона. – М.: Стройиздат, 1970. – 127 с.
4. Мрочек Г. Эффективность использования резиновых амортизаторов // Метрострой. – 1992. – № 2. – С. 14-15.
5. Клинов С. Безбалластный путь в тоннелях // Метрострой. – 1984. – № 7.

АТМОСФЕРНЫЕ ДАЛЬНИЕ СВЯЗИ И ПОГОДА В КАЗАХСТАНЕ

В. Г. Сальников, д.г.н.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби

Қазақстандағы ауа райының өңірлік ерекшеліктерін қалыптастырудағы атмосферадағы ұзақтағы байланыстардың ролі зерттелген. Эль-Ниньо кезеңіндегі ҚР аумағының үстінде жауын шашын режиміндегі айтарлықтай жауап анықталған. **Түйінді сөздер:** атмосфералық ауа, ауа райын болжау, жауын шашын.

The role of atmospheric long-range communications in the formation of regional peculiarities of weather over Kazakhstan is studied. The notional response in precipitation conditions over RK territory during El Nino period is traced.

Key words: atmospheric air, weather forecast, precipitation.

С учетом различных диагностических исследований установлено, что преобладающие моды изменчивости (типы колебаний) в свободной атмосфере Земли характеризуются вполне определённой общей пространственной структурой. В соответствии с терминологией, введённой Уоллесом и Гатцлером [1], наиболее типичными флуктуациями в полях приземного давления в средних широтах северного полушария являются азиатско-европейское, восточно-атлантическое, тихоокеанское, западно-атлантическое колебания, а также колебания над североамериканским сектором северного полушария. Было показано, что упомянутые явления в приземных полях связаны с картиной дальних связей в поле поверхности 500 гПа, которая характеризуется географически фиксированными центрами действия, где преимущественно происходит развитие барических гребней и ложбин в тропосфере. При этом возникает вопрос, могут ли подобные аномальные явления самостоятельно генерироваться атмосферой с фиксированным воздействием на границах и какую роль играют вариации температуры подстилающей поверхности в изменении ха-

рактических этих аномалий на различных стадиях их существования. Большинство специалистов, занимающихся изучением динамики общей циркуляции атмосферы, давно уже рассматривают состояние поверхности океанов и континентов как важный фактор поведения атмосферы. Много синоптических случаев сильных, по-видимому, связей между аномалиями температуры поверхности океана и атмосферной циркуляцией было описано в работе Немайеса [2]. Рассмотрены также интересные эмпирические данные, связывающие эпизоды потепления воды в экваториальной зоне Тихого океана с аномалиями циркуляции атмосферы средних широт [3].

Среди явлений планетарного масштаба, протекающих в системе «атмосфера – океан», значительное внимание в последние годы обращается на явление Эль-Ниньо и связанное с ним южное колебание (ЮКЭН). Многие из наиболее заметных межгодовых вариаций метеорологических элементов в атмосфере северного полушария и гидрологических величин в океане связаны с явлением ЮКЭН [4].

Временная эволюция аномалий температуры поверхности экваториальной части Тихого океана обладает отчётливой характерной структурой, которая может служить основой для долгосрочного прогноза динамики атмосферных процессов, преимущественных погодных режимов с заблаговременностью до нескольких сезонов. Решение этой проблемы во многом зависит от возможности выделять и проследивать эволюцию крупномасштабных возмущений атмосферной циркуляции (режимов).

Для выделенных лет Эль-Ниньо автором [5] построены карты распределения аномалий осадков по рассматриваемой территории. Характеризовался промежуток времени от января года, в котором началось Эль-Ниньо до декабря следующего года, т.е. всего 24 месяца. Отдельно анализировались случаи для лет мощного, а также раннего и позднего Эль-Ниньо. Для оценки статистической значимости полученных результатов использовался критерий Стьюдента. Задавались два уровня значимости – 5 и 10 %.

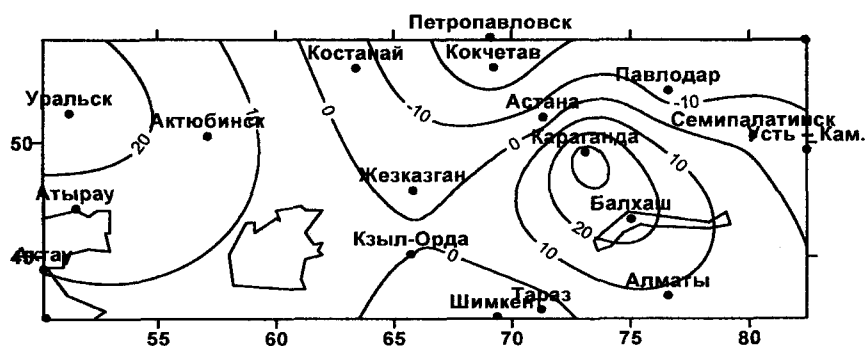
В среднем многолетнем плане месячные суммы осадков в равнинной части Казахстана уменьшаются с севера на юг [6]. Помимо широтного убывания осадков с севера на юг для Казахстана характерно увеличение их сезонных сумм от Уральской и Актобинской обл. к Павлодарской.

В годы Эль-Ниньо (рисунок) характерные особенности распределения осадков по территории Казахстана претерпевают существенные изменения. Весной на всей территории республики суммы осадков изменяются в пределах нормы. В летние месяцы зоны положи-

тельной аномальности осадков смещаются на южные и западные районы Казахстана. При этом аномальность выражена достаточно чётко. В то же время над восточной и северной частями отмечается дефицит осадков. Осенью практически над всей исследуемой территорией, за исключением западных районов, наблюдается избыточное количество выпадающих осадков с локальным максимумом над юго-востоком Казахстана. В зимние месяцы зоны избыточного увлажнения смещаются в западную часть Казахстана. Однородность распределения осадков для лет Эль-Ниньо по с лежит в пределах 0,6-0,7.

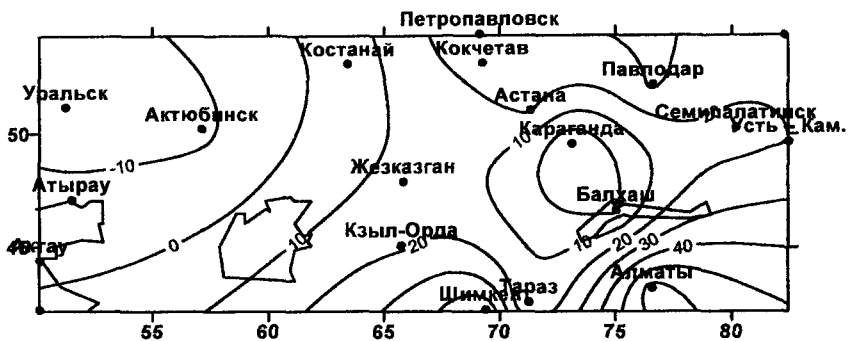


а

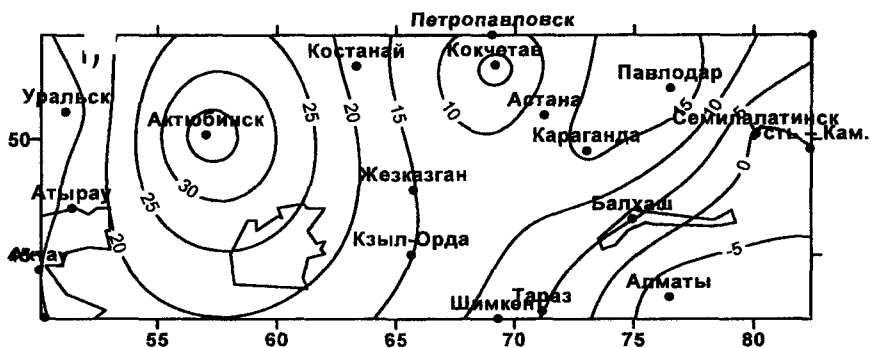


б

Композиционные поля аномалий осадков в центральные месяцы сезонов в годы Эль-Ниньо: а – весна; б – лето



в



г

Композиционные поля аномалий осадков в центральные месяцы сезонов в годы Эль-Ниньо: в – осень; г – зима

Для зимы тех лет, которые следуют за годом Эль-Ниньо, характерно появление положительных аномалий осадков практически на всей территории республики. Только на крайнем юге отмечается зона небольшого их дефицита. Весной похожая картина осадков сохраняется. С лета отмечается затухание возмущений распределения осадков, связанных, по-видимому, с действием Эль-Ниньо. И уже летом и осенью осадки по всей рассматриваемой территории колеблются в пределах нормы. Однородность распределения осадков для лет, следующих за годом Эль-Ниньо по r , лежит в пределах 0,53–0,65.

Для лет мощного, раннего и позднего Эль-Ниньо характерно возрастание величины аномалий месячных сумм осадков. Однако для

окончательных выводов необходимо произвести проверку полученных данных на большем материале.

В результате исследований показано, что в годы Эль-Ниньо во внетропических широтах северного полушария отмечаются усиление западных ветров, увеличение степени бароклинности атмосферы, сдвиг шторм-треков и изменение в меридиональном переносе тепла стационарными вихрями.

Полученные возмущения в распределении месячных сумм осадков в годы Эль-Ниньо являются отражением соответствующих изменений динамической структуры атмосферы.

Рассмотрим один из возможных механизмов такой связи. Анализ полей атмосферного давления для лет с мощным Эль-Ниньо показывает наличие значительных отрицательных и положительных аномалий соответственно в области исландского минимума и азорского максимума. Центры данных образований сдвинуты в северо-восточном направлении. Положительной аномалии массы в южной части Северной Атлантики соответствуют положительные значения индекса северо-атлантического колебания. При этом наблюдается усиление зональной циркуляции атмосферы и увеличение месячных сумм осадков на территории Казахстана. Перераспределение массы между субполярными и субтропическими широтами Северной Атлантики тесно связано с изменениями атмосферной циркуляции в районе Тихого океана. При нормальных условиях конвективная активность повышена над Индонезией, в западной части Тихого океана, и подавлена в восточной, где из-за холодной воды существует пассатная инверсия. Появление положительных аномалий температуры в восточной части Тихого океана приводит к изменению географического положения и интенсивности циркуляционных ячеек Гадлея и Уокера и связанных с ними основных источников тепла и влаги в атмосфере. Необычное расположение этих областей при Эль-Ниньо возмущает атмосферную циркуляцию на всём земном шаре. В северной части Тихого океана происходит смещение алеутского минимума на юго-восток, распространение гребня на северо-запад Канады и усиление субтропического струйного течения. С этими изменениями атмосферной циркуляции связаны отрицательные аномалии осадков в районе Аляски, в южной части Канады и положительные – на юго-востоке США. Нисходящая ветвь ячейки Уокера смещается на северо-восток Бразилии и обуславливает там засушливую погоду. В районе Атлантического океана отмечаются изменение интенсивности пассатных ветров, смещение внутритропической зоны конвергенции и азорского максимума.

Таким образом, исследована роль дальних связей в атмосфере в формировании региональных особенностей погоды над Казахстаном, представлены результаты изучения влияния явления Эль-Ниньо на формирование погоды над его территорией. Сделан вывод о том, что усиление зонального переноса в умеренных широтах северного полушария, степени бароклинности атмосферы в годы Эль-Ниньо приводит к существенной аномальности распределения месячных сумм осадков на территории республики. Наиболее значительное проявление сигнала отмечается в период с июня года Эль-Ниньо по март следующего года. Экстремальные аномалии наблюдаются практически на всей территории республики.

Литература

1. *Wallace J. M. and Gutzler D. S.* Teleconnection in the geopotential height field during the Northern Hemisphere winter // *Mon. Wea. Rev.* - 1981. - Vol. 109, № 4. - P. 784- 812.
2. *Namias J.* Short period climatic variations // *Collected Works of J. Namias. University of California. - San Diego, 1975.- 905 p.*
3. *Horel J. D. and Wallase J. M.* Planetary-scale atmospheric phenomena associated with the southern oscillation // *Mon. Wea. Rev.* - 1981. - Vol. 109. - P. 813-829.
4. The global climate system. A critical review of the climate system during 1982-1984: World climate data program // WMO. - Geneva. - 1985. - 52 p.
5. *Nobre C. A., Lues C., Molion B.* The climatologi of drought prediction. *Impact Clim. Var. Agr. Vol. 2, Asses. Semiarid reg. - Dor. drecht, 1988. - P. 2700-271 9.*
6. *Wolter K.* The Southern Oscillation in surface circulation and climate over the tropical Atlantic, Eastern Pacific and Indian oceans us captured by cluster analysis. *Jour. Of climate and appl. Met., 1989. - Vol. 26, № 4. - P. 540-558.*

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СЛИВОЧНОГО МАСЛА С РАСТИТЕЛЬНЫМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ

Т. К. Байбусинов, М. К. Алимарданова, д.т.н.

Алматинский технологический университет

Сары май шығару технологиясында өсімдік тұқымдарына жататын шөп қоспаларын қолдану нәтижелері көрсетілген. Соның ішінде сары майды жоғары құнды май қышқылдармен, витаминдермен байытуына баса назар аударылған. Өнімнің емдік-сауықтыру қасиеттері клиникалық зерттеулер жүргізу арқылы дәлелденді.
Түйінді сөздер: өсімдік майы, өсімдік толтырғыштар.

The possibility of using of vegetable fillers from plants of pigweeds-, labiate- and celery family at production of a dairy butter is investigated. The production technology is developed, physicochemical characteristics of a new dairy butter with vegetable fillers are studied.

Key words: dairy butter, vegetable fillers.

Сливочное масло – один из важных продуктов питания, однако его производство ограничено из-за недостатка молочного сырья. В связи с этим разработка ресурсосберегающих технологий получения животного масла целевого назначения с повышенной биологической и пищевой ценностью весьма актуальна.

Цель настоящего исследования – создание нового вида сливочного масла с растительными наполнителями. При разработке технологии сливочного масла с растительными наполнителями нами в качестве растительных наполнителей были использованы растения семейства маревых, губоцветных и сельдерейных. Внесение этих растений способствует обогащению продукта витаминами А, С, РР, Е, и группы В.

На первом этапе работы определяли количество растительного наполнителя, вносимого в сливочное масло в виде концентрата. При внесении 4-5 % растительного концентрата сливочное масло при-

обретало излишне выраженный вкус и запах наполнителя, внесение 1-2 % – наиболее благоприятно отразилось на органолептических показателях продукта. Такое количество концентрата придает характерный вкус и запах введенного наполнителя и приятный светло-желтый цвет.

Затем определяли этап в технологии производства масла, на котором лучше всего вносить растительный наполнитель. При производстве масла методом преобразования высокожирных сливок растительный концентрат добавляли на этапе получения высокожирных сливок и при методе сбивания – на этапе образования пласта масла.

Физико-химические показатели полученного масла сливочного с растительными наполнителями

Наименование показателя, единицы измерений	Контроль	Масло сливочное с растительными наполнителями
Пищевая ценность, г/100 г	0,8±0,1	0,8±0,1
продукта:	72,5±0,2	70,3±0,3
белки	1,3±0,4	2,3±0,2
жиры	25,0±0,02	25,2±0,02
углеводы	0,40±0,01	1,40±0,02
влага		
зола		
Физико-химические:		
термоустойчивость	0,87±0,03	0,86±0,03
Содержание витаминов, мг/100 г		
продукта:		
β – каротин	0,30±0,03	2,45±0,02
Е	2,35±0,01	3,9±0,02
В ₁	0,01±0,4	0,015±0,2
В ₂	0,01±0,01	0,044±0,1
PP	-	0,32±0,02
С	-	3,5±0,01
ПНЖК (г/100 г):	0,98	1,33
С _{18:2} линолевая	0,91±0,01	0,96±0,02
С _{18:3} линоленовая	0,07±0,01	0,36±0,4

Общее содержание полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) в сливочном масле с растительными наполнителями составило

1,33 г/100 г, что на 35 % больше, чем в контрольном варианте, содержание витамина С составило 3,5 мг/100 г продукта, витамина РР – 0,32 мг/100 г продукта, а в контрольном варианте витамины С и РР наблюдаются как следы (таблица). Увеличение содержания витаминов и ПНЖК в масле объясняется составом применяемых растительных наполнителей.

При производстве сливочного масла с растительными наполнителями расход сырья ниже, чем при выработке сливочного масла традиционных видов. На сливочное масло с растительными наполнителями разработана и утверждена соответствующая нормативно-техническая документация.

Таким образом, разработанное сливочное масло с растительными наполнителями по физико-химическим показателям соответствует контрольному варианту и обладает высокой биологической и пищевой ценностью, что позволяет использовать растения семейства маревых, губоцветных и сельдерейных при производстве молочных продуктов для повышения срока хранения и пищевой ценности.

Литература

1. Пестряков Т. А., Матвеева Е. К., Вышемирский Ф. А., Остроумов Л. А. Разработка технологии сливочного масла с облепихой // Совершенствование производства и улучшения качества масла // Тр. ВНИИМС НПО. – Углич. – 1978. Вып. 22. – С. 29-31.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ КИСЛОМОЛОЧНОГО КОКТЕЙЛЯ

С.Т. Абимильдина, к.б.н.

Исследовательский центр мясной и молочной промышленности

Арнайы тамақтануға арналған сүтқышқылды коктейльдің биотехнологиялық режимдерін тағайындау үшін рецептуралық құрамы өндірістік жағдайда сыналды және сапалық көрсеткіштерінің жиынтығы анықталды.

Түйінді сөздер: сүтқышқылды коктейлдер, мамандандырылған тағам.

The formulation is tested, the quality indices are determined, the biotechnological conditions of industrial production of a fermented milk cocktail for special nutrition are specified.

Key words: fermented milk cocktails, specialized nutrition.

Определены параметры и режимы биотехнологического процесса производства кисломолочного коктейля для беременных и лактирующих женщин. Установлен процесс заквашивания и сквашивания с применением лиофилизированных заквасочных культур нового поколения DVS (для прямого внесения в резервуар) компании «Христиан Хансен», являющихся тщательно отобранными и международно-признанными молочнокислыми микроорганизмами. Метод прямой инокуляции заквашиваемыми культурами молока широко распространен в мировой практике, так как является наиболее совершенным в отношении к биотехнологичности производственного процесса и санитарно-гигиенической безопасности вырабатываемой продукции.

С использованием заквасочных культур нового поколения в лабораторных условиях были выработаны опытные образцы кисломолочного продукта с проведением дегустации и определением комплекса качественных показателей (табл. 1-3).

Таблица 1

Органолептические показатели кисломолочного коктейля

Показатель	Внешний вид и консистенция
Вкус и запах	Однородная в меру вязкая, с наличием мелких воздушных пузырьков Чистый, кисломолочный, с ароматом и вкусом внесенных наполнителей
Цвет	Обусловлен цветом внесенных наполнителей, равномерный по всей массе

Высокая оценка органолептических показателей подтверждает соответствие коктейля требованиям, предъявляемым к данным продуктам.

Таблица 2

Физико-химические показатели кисломолочного коктейля для специализированного питания

Показатель	Массовая доля	
	по норме	по результатам исследования
Массовая доля, %, не более:		
белка	3,5 ± 0,5	3,7
жира	1,2 ± 0,2	1,3
углеводов	12,0 ± 0,5	12,3
сухих веществ	16,6 ± 0,2	16,7
Титруемая кислотность, °Т	86 ± 0,5	86
Активная кислотность, ед. рН	4,0 ± 0,1	4,1

Таблица 3

Микробиологические показатели кисломолочного коктейля

Показатель бактериологического загрязнения	Фактические данные
БГКП (колиформы), в 0,1 г продукта	Не обнаружено
Патогенные, в том числе сальмонеллы, в 25 г продукта	- " -
<i>S. aureus</i>	- " -

Таким образом, разработанный новый молочный продукт для специализированного питания при определении комплекса качественных показателей (органолептических, физико-химических и микробиологических) отвечает санитарным нормам и правилам согласно требованиям СанПиН 4.01.071.03. РК для данного вида продукта.

Также изучены изменения качественных показателей в процессе хранения кисломолочного коктейля для беременных и лактирующих женщин. Рассмотрен процесс созревания и хранения кисломолочного коктейля при температуре 6 ± 4 °С. Исследованы углеводный состав, микробиологические свойства, функционально-технологические, структурно-механические и реологические свойства молочного продукта в процессе хранения в сравнении с контрольным образцом, в качестве которого использовали молочный коктейль, выработанный по традиционной технологии.

Углеводный состав представлен простыми и сложными сахарами и их производными. Под действием фермента, вырабатываемого молочнокислыми бактериями и некоторыми дрожжами, молочный сахар расщепляется на глюкозу и галактозу. Моносахариды (глюкоза и галактоза) подвергаются дальнейшему расщеплению с образованием многих вкусовых и ароматических веществ. Молочные дрожжи в отличие от других видов дрожжей и молочнокислых бактерий вырабатывают фермент галактовальденазу, превращающий галактозу в глюкозу.

Исследовались изменения химического состава, функционально-технологических, структурно-механических и реологических свойств продукта в процессе хранения. Результаты проведенных исследований химического состава кисломолочного коктейля – массовой доли сухих веществ, жира, белка, углеводов, органических кислот – свидетельствуют о незначительных допустимых изменениях этих показателей в процессе хранения.

Рассмотрены функционально–технологические свойства (кислообразование) кисломолочного коктейля в процессе хранения при различных температурных режимах. Показано, что нарастание кислотности кисломолочного коктейля в процессе хранения зависит от температуры и от срока продолжительности хранения (рис. 1).

Для исследования структурно-механических свойств кисломолочного коктейля были изучены степень взбитости, эффективная вязкость, предельное напряжение сдвига (рис. 2, табл. 4).

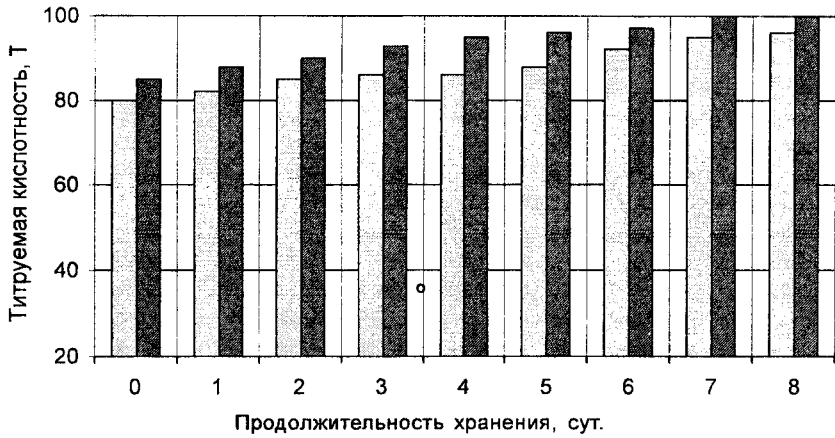


Рис. 1. Изменения титруемой кислотности кисломолочного коктейля в процессе хранения при различных температурах:
 ■ - (t=2-6 °C); ■ - (t=10 °C)

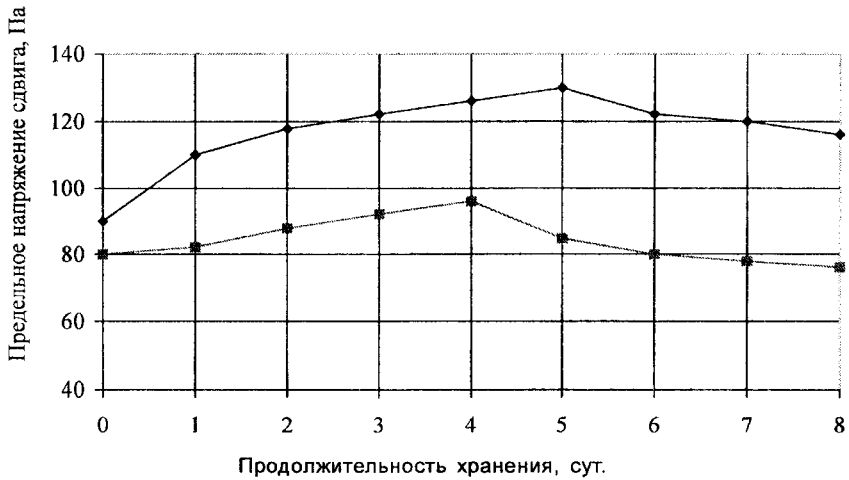


Рис. 2. Изменение величины предельного напряжения сдвига кисломолочных продуктов в процессе хранения:
 ◆ - кисломолочный продукт; ■ - контроль

**Структурно-механические показатели опытных образцов
кисломолочного коктейля в процессе хранения
при различных температурах**

Показатель	Кисломолочный коктейль T= (2-6) °C	Контроль T= (2-6) °C	Кисломолочный коктейль T= 10 °C	Контроль T= 10 °C
Степень взбитости, %	115-120	100-110	105-110	95-98
Эффективная вязкость, спз	11,0 ± 0,2	16,0 ± 0,2	13,0 ± 0,2	19,0 ± 0,2

Установлено, что с увеличением температуры продукта и продолжительности хранения изменяются и структурно-механические показатели (табл 5, рис. 2).

Период упрочнения структуры составил 5 сут., что на 33,6 % выше по сравнению с контрольным образцом. Данный факт связан с взаимодействием между веществами дисперсионной среды и гидратированным структурообразователем. Эффект образования структуры усиливается также за счет полимерных соединений сыворотки. При дальнейшем хранении происходит разрушение сывороточных гелей. В этот период протекают процессы, сопровождающиеся возникновением медленно убывающей во времени эластичной деформации.

Характерной особенностью продукта является то, что его реологические свойства претерпевают существенные изменения не только при изменении температуры при наличии поверхностно-активных веществ, которые обеспечивают получение устойчивой пенообразной структуры.

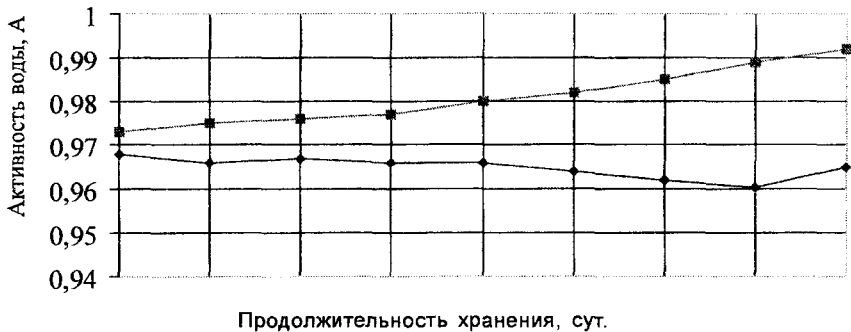
Среди основных реологических свойств данных продуктов наиболее существенное влияние на тепловые и гидромеханические процессы при выработке оказывают вязкостные свойства и состояние воды. Для оценки состояния воды в пищевых продуктах широко используются показатели влагосвязывающей способности и активности воды (A_w), что было учтено. Данные показатели характеризуют прочность связи влаги в продукте, если первая отражает количественную сторону, то другая – качественную.

В связи с этим была исследована динамика изменения активности воды в процессе хранения кисломолочного коктейля для беременных и лактирующих женщин в сравнении с контролем (табл. 5, рис. 3).

Таблица 5

**Динамика изменения активности воды в процессе хранения
кисломолочного коктейля и контрольного образца**

Наименование продукта	Показатель, Aw				
	0	2	4	6	8
Кисломолочный коктейль	0,968	0,966	0,964	0,962	0,960
Контроль	0,973	0,976	0,978	0,986	0,989



**Рис. 3. Изменение активности воды
в процессе хранения коктейля и контрольного образца**
 —◆— - кисломолочный коктейль; —■— - контроль

На основании проведенных исследований химического состава, функционально-технологических, структурно-механических и реологических свойств кисломолочного коктейля для специализированного питания в процессе хранения установлен окончательный срок его хранения при температуре: +2 -+ 6 °С – 7 сут.; +10 °С – не более 5 сут.

Определена пищевая, биологическая и энергетическая ценность разработанного кисломолочного коктейля.

Пищевая ценность продуктов питания – это показатель, который отражает всю полноту их полезных свойств, характеризующихся химическим составом, в том числе и органолептическими достоинствами, с учетом его потребления в общепринятых количествах.

Таблица 6

**Пищевая ценность кисломолочного коктейля
для специализированного питания**

Показатель	Внешний вид и консистенция
Вкус и запах	Однородная в меру вязкая, с наличием мелких воздушных пузырьков Чистый, кисломолочный, с ароматом и вкусом внесенных наполнителей
Цвет	Обусловлен цветом внесенных наполнителей, равномерный по всей массе
Сухие вещества %, не более	16,6 ± 0,2
Жиры %, не более	1,2 ± 0,2
Белки, %, не более	3,5 ± 0,5
Углеводы, %, не более	12,0 ± 0,5
Зола, в т. ч. О.К., % не более	0,7 ± 0,1

Для оценки биологической ценности кисломолочного коктейля был рассчитан аминокислотный скор. Характеристику биологической ценности продукта определяли, рассчитав значение аминокислотного сора по методике А.А. Покровского, учитывающей содержание аминокислот в данном продукте по сравнению с содержанием ее в полноценном белке, принятом за стандарт согласно шкале ФАО/ВОЗ (табл. 7).

Таблица 7

Аминокислотные состав и скор кисломолочного коктейля

Аминокислота	Содержание аминокислот, г в 100 г, белка		Скор, %
	ФАО /ВОЗ	кисломолочный коктейль	
Валин	50,0	44,67	89
Лизин	55,0	57,76	105
Треонин	40,0	42,86	107
Метионин + цистин	35,0	28,37	86
Изолейцин	40,0	48,94	122
Лейцин	70,0	90,26	129
Фенилаланин + тирозин	60,0	55,39	163
Триптофан	10,0	10,99	110

Показано, что незаменимые аминокислоты в разработанном кисломолочном коктейле хорошо сбалансированы. Отмечен высокий

процент сора фенилаланин+тирозин и лейцина, которые являются лимитирующими биологическую ценность продукта.

На основании показателей пищевой ценности определена энергетическая ценность кисломолочного коктейля по формуле:

$$\text{Э.Ц.} = 4 (\text{Б} + \text{У}) + 9 \text{ Ж} + 3 \text{ О.К.}$$

$$\text{Э ц} = 4 (3,2 + 12,0) + 9 \cdot 1,2 + 3 \cdot 0,7 = 73,7 \text{ ккал} \cdot 4,89 = 360 \text{ кДж} .$$

Результаты исследования показывают, что разработанный продукт сбалансирован по пищевой, биологической и энергетической ценности и отвечает требованиям СанПиН, предъявляемым к данной группе кисломолочных специализированных продуктов.

ИНФОРМАЦИЯ

НТ2007К2084

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ ПРОИЗВОДСТВА МУКИ ИЗ ЦЕЛЬНОСМОЛОТОГО ЗЕРНА ЗЛАКОВЫХ И ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР

Назначение – производство муки.

Технологический регламент определяет последовательность технологических процессов производства муки.

Этапы разработки

Технорабочая документация
Технологический регламент

Организация-разработчик

Научно-исследовательский
институт зерна и продуктов
его переработки

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 635.64:631.52

МРНТИ 68.35.51

СОРТА ТОМАТА НАРОДНОЙ СЕЛЕКЦИИ

Е. П. Петров, д.с.-х.н., **С. Е. Петров***, к.с.-х.н.

Казахский национальный аграрный университет
НИИ картофельного и овощного хозяйства*

Томат өнімділігін арттыру, тұрғындардың пісу мезгілі кеш салат сорттарына деген сұранысын қанағаттандыру үшін халық селекциясының Жергілікті және Алакөл сорттарын дақылдыққа енгізу ұсынылған.

Түйінді сөздер: ауыл шаруашылық дақылдарын селекциялау, томат.

In order to increase productivity of tomato, meeting the demand of population in salad varieties of late maturity term it is recommended to introduce into culture varieties of folk selection Mestny and Alakolsky.

Key words: selection of agricultural cultures, tomato.

В обеспечении населения продуктами овощеводства томату принадлежит одно из ведущих мест. Чтобы довести производство томата (на человека в год) до нормы, рекомендованной Институтом питания (25-32 кг), необходимо значительно повысить его урожайность. По содержанию витаминов, макро- и микроэлементов плоды томата полноценнее многих плодовых и ягодных культур. В плодах томата содержится 3-5 мг% томатина, что определяет их фитонцидные свойства. По сравнению с другими овощными культурами томат используется наиболее полноценно. Однако наибольшим спросом пользуются его плоды в свежем виде. После распада СССР начался бессистемный завоз в Казахстан семян овощных культур, в том числе томата. В торговой сети объединения "Сортсеменовоц" предлагается большое разнообразие сортов и гибридов томата из стран дальнего и ближнего зарубежья, однако нет сортов народной селекции. В торговых точках покупателям продаются плоды томата, в основном предназначенные для переработки на томатопродукты, имеющие не-

большую массу (60-80 г), высокую плотность и довольно низкие вкусовые качества. Для потребления в свежем виде на рынки поступает мизерная доля плодов томата салатного назначения, в основном с дачных участков. Имея большую массу (200-300 г и более), а зачастую и привлекательный вид, плоды таких сортов обладают отличными вкусовыми качествами и пользуются повышенным спросом у населения. Цена на плоды этих сортов в 8-10 раз выше, чем на плоды томата массового производства.

Такое положение заставляет пересмотреть концепцию производства томата в республике, осуществлять поиск сортов народной селекции для удовлетворения потребности населения в салатных сортах.

В результате многолетней культуры ещё сохранились некоторые сорта народной селекции томата, в основном позднеспелые. Эти сорта необходимы для продления периода потребления свежей продукции. Нами были найдены два таких сорта – один в окрестностях г. Алматы (назвали его Местный; вегетационный период 110-120 дней, высота растения 50-60 см, плоды плоско-округлые, красные, многокамерные, на вершине плода корковидное пятно, масса плода 250-350 г, отличного вкусового качества), второй – в окрестностях оз. Алаколь (назвали его Алакольский; вегетационный период 118-128 дней, высота растения 50-60 см, плоды округлой формы, красные, 5-6-камерные, масса плода первых сборов 300-400 г, отличные вкусовые качества).

В 2003-2005 гг. исследовались позднеспелые сорта томата Волгоградский 5/95 (контроль), Титан, Местный и Алакольский. Работа проведена на учебно-опытной станции "Агроуниверситет" Алматинской обл.

Посев семян для выращивания рассады проведен в арочной пленочной теплице в 2003 г. 10 апреля, в 2004 г. – 6 апреля, в 2005 г. – 11 апреля. Сеянцы томата в 12-дневном возрасте распикированы в грунт теплицы по схеме 6x5 см. Уход за рассадой состоял в регулировании температуры, поливах и подкормках. Первую подкормку провели через 5 дней после пикировки сеянцев (10 г суперфосфата, 3,7 г мочевины на 1 м², вторую – за 2 дня до высадки рассады в открытый грунт (10 г суперфосфата, 5 г калийной соли, 1,8 г мочевины на 1 м²).

Подготовка почвы к высадке рассады заключалась в уборке растительных остатков, внесении 20 т/га навоза, зяблевой вспашке на глубину 27-30 см, ранневесеннем бороновании в два следа, планировке, нарезке временной оросительной сети. Высадку рассады в открытый грунт провели по рядовой схеме 70x20 см в 2003 г. 20 мая,

в 2004 г. – 11 мая, в 2005 г. – 16 мая. Уход за растениями в период вегетации состоял из 2-х прополок вручную, культивации с подкормкой минеральным удобрением (1,1 ц мочевины и 3 ц/га суперфосфата) и 8-11 поливов.

Фенологические наблюдения показали, что наступление очередных фаз развития у сорта Местный было на день позже по сравнению с контролем, а у сорта Алакольский – на 7-10 дней позже.

Биометрия выявила различия в габитусе испытуемых растений. Высота растений была примерно одинаковой (49,5-51,5 см). Площадь листовой поверхности растения перед первым сбором у сорта Волгоградский 5/95 составляла 1156 см², Титан – 1330 см², Местный – 1189 см², Алакольский – 1225 см².

Первый сбор провели в 2003 г. 19 августа, в 2004 г. – 10 августа, в 2005 г. – 2 августа. Последний сбор урожая был в 2003 г. 7 октября, в 2004 г. – 20 сентября, в 2005 г. – 7 октября. Во время сборов выполнен подсчет числа стандартных и мелких плодов, определена средняя масса плода. Изучены урожайные данные и масса плода по периодам сборов (таблица).

Наиболее высокий урожай в ранних сборах и за вегетацию дал сорт Алакольский, несколько меньше – сорт Титан. Математическая обработка полученных данных подтвердила достоверность прибавок урожая. Наибольшая средняя масса плода за вегетацию была у томата сорта Местный – 252 г, наименьшая у сорта Титан – 88 г.

Таблица 1

**Урожайность и масса плодов томата
в зависимости от сорта (2003-2005 гг.)**

Сорт	Урожай с 1 га				Прибавка урожая, ц/га		Масса плода, г		
	за 6 сборов		за вегетацию		раннего	общего	август	сентябрь	средняя
	ц	%	ц	%					
Волгоградский 5/95 (контроль)	206	100	569	100	-	-	132	107	112
Титан	230	111,7	608	106,9	24	39	100	85	88
Местный	191	92,7	541	95,1	-	-	296	254	252
Алакольский	235	114,1	673	118,3	29	104	307	180	183
НСР	3,8-11,8		1,8-5,7						
Sx, %	7,3-33,1		1,3-6,7						

Таблица 2

**Рассчитана экономическая эффективность выращивания
(2003-2005 гг.) изучаемых сортов томата**

Сорт	Урожай- ность, ц/га	Выручка, тенге/га	Затраты на выра- щивание, тенге/га	Прибыль, тенге/га	Себесто- имость 1 ц, тенге	Рента- бель- ность, %
Волгоград- ский 5/95 (контроль)	569	853500	387595	465905	681	120,2
Титан	608	912500	397040	515460	653	129,8
Местный	541	1081333	380782	700551	704	184,0
Алакольский	673	1436000	412920	933080	614	225,9

Самая высокая прибыль получена по сорту Алакольский (933080 тенге/га), несколько меньше – по сорту Местный. Наименьшая себестоимость продукции была у сорта Алакольский, а самая высокая – у сорта Местный. Максимальная рентабельность получена по сорту Алакольский.

Обобщая результаты исследований, можно сделать следующий вывод о том, что для повышения продуктивности томата, удовлетворения спроса населения в салатных сортах позднего срока созревания необходимо ввести в культуру сорта народной селекции Местный и Алакольский.

**ДЕГЕРЕС ҚҰЙРЫҚТЫ ҚОЙЫ ТҰҚЫМЫНЫҢ
ЕТТІ-МАЙЛЫ-ЖҮНДІ ТИПІ**

*Т. С. Садықұлов, а.-ш. ғ. д., Қ. Ш. Нұрғазы, а.-ш. ғ. д.,
Қ. Н. Бегімбеков, а.-ш. ғ. к.*

Қазақ ұлттық аграрлық университеті

Приведены особенности и современное состояние разведения нового мясо-сального-шерстного типа дегересской курдючной породы овец в центральном и юго-восточном регионах Казахстана.

Ключевые слова: дегересские овцы, курдючные овцы.

The peculiarities and present-day state of breeding of a new mutton-fat-wool type of degrees fat-rumped sheep in central and south-east regions of Kazakhstan are cited.

Key words: degrees sheep, fat-rumped sheep.

Табиғаттың аса қатал шөл және шөлейт жағдайындағы еліміздің ұлан-байтақ жайылымдық жерлерін тұрақты игеру мақсатында жыл бойы жайылымды пайдаланып өсірілетін құйрықты қойлардың экономикалық тиімділігі қой өсірудегі басқа бағыттарға қарағанда әлдеқайда жоғары екендігі анық. Бүгінгі қой өнімінің ішінде, негізінен, одан алынатын еті мен майы ғана, сәл де болса, бағаланып отырған заманда, шаруашылық иелері осындай жалпы өсіп-жетілуі, еттілік, майлылық өнімдері, тез жетілгіштігі, ортаның өзгеру жағдайларына бейімделгіштігі жақсы, әрі арзан, әрі жылдам өнім беретін мал өсіруге көп пейіл танытуда. Осы тұрғыдан келгенде, бүгінде Қазақстанда өсіріліп отырған отандық 14 қой тұқымының негізгілерінің бірі болып табылатын дегерес құйрықты қойын жетілдіру жұмыстарының маңызы үлкен деп ойлаймыз.

Дегерес қой тұқымын апробациядан өткізген кезде (1980 ж) ССРО АШМ болашақта өсіру аймағының ерекше жаздайына жақсы бейімделген дегерес қойының жана тұқымішілік (аймақтық) типін құруды ұсынған еді. Жаңа тұқымішілік тип тазатұқымды еділбай (Оңтүстік – Шығыс Қазақстан) және қазақтың жергілікті қылшық жүнді қойлардың саулықтарың (Орталық Қазақстан) әртүрлі ұрпақтарының ұнамды «өз ішіндегі» будандарын бия-

зылау жүнді дегерес қошқарларымен шағылыстыру арқылы шығарылды. ССРО АШМ дегерес қойының жаңа типіне арнап стандарт құрастырды (1983 ж.) (1 кесте).

Кесте 1

**Етті-майлы-жүнді дегерес қойының
стандарттық көрсеткіштері**

Мал топтары	Тірілей салмағы, кг				Қырқылған жүні, кг				Жүн сапасы			
	Эл	I	II	III	Эл	I	II	III	Эл	I	II	III
Сақа қошқарлар	90	85	80	75	4,0	3,5	3,3	3,0	I клас- сты	I клас- сты	I, II клас- сты	Бар- лық клас- стар
15 айлық еркен тоқтылар	55	50	45	42	3,1	2,8	2,5	2,3	жүн- нің			
Сақа саулықтар	60	55	50	45	2,8	2,5	2,3	2,0	ең са- палы-			
15 айлық ұрғашы тоқтылар	45	42	40	35	2,5	2,3	2,1	2,0	сы			

Дегерес құйрықты қойы тұқымының етті-майлы-жүнді жаңа типінің стандарты бойынша бонитировкалау кезінде қойылатын негізгі талап – малдың тірілей массасы, жабағы жүнінің мөлшері мен сапасы. Сонымен қатар, малды дене бітіміне, сыртқы пішініне, құйрығының көлемі мен пішініне, қарай да бағалайды. Қойдың жүн сапасын бағалауда жабағының тығыздығы, жүнінің түсі, түрі (биязылау, ұяң), талшықтарының ұзындығы, жиілігі, жуан-жіңішкелігі (сапасы) мен біркелкілігі, үзілуге беріктігі, шайырының түсі мен мөлшері, жуылған жүн шығымы ескеріледі.

Етті-майлы-жүнді дегерес қойының экстерьерін сипаттауда оның басының көлемі мен пішінін, мүйізсіздігін, жүнділігін, мойнының ұзындығы мен жуандығын, терісінің қалыңдығын, шоқтығының биіктігі мен жалпақтығын, жотасының пішінін, сауырының ұзындығы мен енін, кеудесінің кеңдігін, денесінің артқы үштен бір бөлігінің дамуын, құйрығының үлкендігі мен пішінін, аяқтарының орналасуын, бүкіл денесіндегі жүн жамылғысының ерекшеліктерін бағалайды. Желіні және жыныс бездерінің дамуына да көңіл бөлу керек.

Бұл қойлар негізінен ұяң жүнді мал болуы тиіс. Тұқымдық ерекшеліктері мен өнімділік деңгейіне қарай дегерес тұқымының етті-майлы-жүнді типіне жататын қойларын төмендегідей 4 класқа бөледі.

Элита. Жануарлардың дене бітімі мықты және өнімінің көрсеткіштері мен сапасы бойынша I класстың қойларынан әжептәуір асып түседі, тұқымның стандартына толығымен сай келеді;

I класс. Жануарлардың дене бітімі мықты, тығыз, мүйізі жоқ және өнімділік белгілері мен қасиеттері бойынша тұқымның стандартына қойы-

латын талаптарға сай келеді. Ақ немесе ақсұр түсті ұяң (кілемдік) жүнінің сапасы жоғары – қылшығы жұмсақ, жіңішке, түбіті мен аралық жүн талшықтары мол, жеткілікті ұзын, тығыз келеді. Ақсұр түсті ұяң жүнде азды-көпті түсті жүн талшықтары кездеседі. Денесінің әр бөлігіндегі жүнінің сапасы біркелкі, тек жамбасы мен санына қарай жүн талшықтары сәл жуандауы мүмкін. Құйрығының көлемі орташа немесе үлкен, пішіні – тартыңқы;

II класс. Жануарлардың дене бітімі сәлекет типке қарай ауытқыған, көбінесе ірілігі мен тірілей салмағы жөнінен I классты малдан қалыспайды, тек жүнінің сапасы төмендеу – түбіті мен аралық талшығы қысқарақ, қылшығы қаттырақ, ұзынырақ және өлі, құрғақ талшықтар кездеседі;

III класс. Жануарлардың дене бітімі нәзік типке қарай ауытқыған, ет-май өнімділігінің белгілері жеткілікті дамыған, бірақ сәл ұсақтау. Сыртқы пішінінде кейбір кемшіліктер ұшырасады. Жүні ұяң, бірақ түсі ақ, ақсұрдан гөрі түстіге жақын және жүні түсті мал көбірек кездеседі.

Дене бітімі нашар, экстерьерінде кемістіктері бар және жоғарыда аталған класстар талаптарын қанағаттандырмайтын мал жарамсыздар тобына шығарылуы тиіс.

Өнімділігі әр түрлі бағыттағы дегерес қойлардың айқын байқалатын көптеген экстерьерлік ерекшеліктері болады, оларды жануарларды бағалау кезінде ескеру қажет. Мысалы, етті-майлы-жүнді (ұяң жүнді) немесе етті-жүнді-майлы (биязылау жүнді) типтегі қойлардың жақсы байқалатын өзіне тән пішіні болуы тиіс.

Етті-майлы-жүнді дегерес қойының ұнамды типінің малы дене бітімі мен сыртқы пішіні бойынша қысқаша былай сипатталады. Мал ірі, сүйекті, дене бітімі мықты, ет-май өнімдерін анықтайтын қасиеттері жеткілікті дамыған. Басы басқа құйрықты қой тұқымдарына қарағанда қысқарақ және өзіне тән салмақты. Тұмсығында сәл дөңестігі бар, ол әсіресе қошқарларында жиірек кездеседі. Кеңсірігі тұмсық дөңесіне таман кеңірек келеді. Кеудесі кең әрі терең, жекелеген қошқарлардың төс сүйегі тырсынып сыртқа теуіп шығып тұрады. Мойын ұзындығы мен жуандығы орташа. Шоқтығы мен құйымшағының биіктіктері, көбінесе, бірдей немесе шамалас, бірақ бойы биязылау жүнді малға қарағанда жатағандау көрінеді. Арқасы түзу және кең, бөксесі жақсы жетілген, кең, құйрықты қойларға тән сәл түсіңкі. Сирақтары биік емес, бірақ, мықты, жеткілікті жуан, дұрыс та түзу орналасқан, тұяқтары берік, осыған байланысты ұзақ жүріске, шөбі сирек жайылымға төзімді.

Басында, тұмсығы мен құлағында, құлақ қалқандарының төменгі ұштарын қосатын сызыққа дейін және сирақтарында жылтыр да қысқа, көбінесе түсті қылшық жабын жүн өседі. Саулықтардың дені мүйізсіз, кейбірінде ғана, әсіресе қошқарларында жиірек, мүйіз тұқылы кездеседі. Мал тұрқының ұзындығы орташа, бүкіл денесін толық жүн жауып тұрады. Жабағы

жүні ақ, ақсұр түсті, ұяң жүннің жоғары сапалысы жиі кездеседі. Жабағысының құрамында 50-60 % түбіт, 25-30 % аралық, 10-20 % қылшық жүн талшықтары кездеседі. Жүні балағына, сауырына, бауырына қарай сәл жуандауы мүмкін. Түбіт жүнінің ұзындығы 6-13 см, қылшығының ұзындығы 12-30 см немесе одан да ұзын. Бүкіл тұла бойындағы (тұмсығы, құлағы, сирағынан басқа) жүнінің ұзындығы, жіңішкелігі, тығыздығы жөнінен көбінесе біркелкі (немесе біркелкілігі жеткілікті дәрежеде) болады. Жүні жеткілікті тығыз, бірақ бұл көрсеткіш әр малда әр түрлі деңгейде болады. Жүнінің шайыры да әр түрлі – ашық сары түстен қою сары түске дейін (жыл мезгіліне, ауа райының әсеріне, малдың қоңдылығына, жүнінің тығыздығына, біртектілігіне қарай) ауытқиды.

Жаңа туылған қозыларының жүні көбінесе әр түсті (қоңыр, қызғылт, ақшыл сары, көкшіл), кейде өте аз мөлшерде ала-құла болып, ал таза ақ жүнді қозылар өте сирек кездеседі, өсе келе көпшілігінің жүнінің түсі өзгеріп ағара түседі де жабағы жүнін қырқып алғаннан кейінгі жүні таза ақ болып шығады, тек тұмсығын, аяқтары мен құлақтарын жауып тұратын жабын жүні ғана бастапқы түсін сақтайды (яғни қоңыр, қызғылт, ақшыл сары, көкшіл, сұр, ала), ал жабын жүні ақ боп туған қозылар – сол ақ түсін қалдырады. Қара түсті қозы таза тұқымды дегерес қойында кездеспейді.

Соңғы (15-20) жылдарда дегерес қойына кірістіре будандастыру үшін пайдаланылған тәжік, алай, сарыарқа тұқымдарының қазіргі дегерес қойларының популяциясындағы қалдықтары ретінде кейбір қойлардың «шұбар бет», «дөң мұрын», «салпаң құлақ», «шұнақ құлақ», «шу асау» сияқты ерекшеліктері бар жануарлардың кездесуі ұнамды типтегі тұқымдық мал үшін кемшілік ретінде саналмайды.

Дегерес қойының қазіргі селекциялық отарларындағы етті-майлы жүнді типке жататын малдың өнімділігі жоғары. Тұқымдық қошқарларының орташа тірілей салмағы 93,2-98,4 кг, қырқылған жүнінің түсімі – 4,5-5,9 кг арасында ауытқиды. Бұл көрсеткіштер тұқым стандарты бойынша элита класындағы малға қойылатын талаптардан тірілей салмағы бойынша – 3,6-9,3 %, ал қырқылған жүнінің түсімі бойынша – 12,5-47,5 % жоғары (2 – кесте).

Өсірілген аймағына, байланысты, яғни жеке шаруашылықтардағы селекциялық отарлар бойынша, ұнамды типті саулықтардан қырқылған жүннің орташа түсімі 3,3-4,1 кг, тірілей салмағы – 58,5-62,3 кг аралығында ауытқиды, яғни бұл көрсеткіштер тұқым стандартына (55-60 кг) толық сәйкес, немесе одан асып түседі. 2001 – 2007 жылдар көрсеткіштерін салыстыру арқылы қай шаруашылықтағы немесе қандай жастағы немесе жынысты мал болмасын, қырқылған жүннің түсімі бойынша генетикалық ілгерілеу байқалады.

2007 жылғы көрсеткіштер бойынша асыл тұқымды шаруашылықтар арасынан малдың орташа тірілей салмағы жөнінен де, олардан қырқылған жүннің орташа түсімі жөнінен де Алматы облысының Балқаш ауданындағы

**Етті-майлы-жүнді дегерес қойларының тірілей салмағы
мен қырқылған жүн түсімінің өзгергіштігі, кг**

Шаруашылық	Статистикалық параметрлер (өлшем бірлігі)	Жасына, жынысына қарай мал топтары			
		сақа мал		1 жасар мал	
		♂	♀	♂	♀
Тірілей салмағы					
«Күнгеі»	n	36	580	73	109
	$X \pm m_x$	98,0±0,37	59,0±0,23	57,4±0,34	42,5±0,25
«Мәди»	n	22	216	45	210
	$X \pm m_x$	97,3±0,22	62,3±0,33	52,0±0,26	42,7±0,31
«Бабатай»	n	30	433	87	200
	$X \pm m_x$	98,4±0,46	59,0±0,34	56,9±0,34	45,3±0,35
«Сәрсенбек»	n	32	374	78	134
	$X \pm m_x$	93,2±0,35	58,5±0,28	54,6±0,23	42,9±0,25
«Шорманов»	n	28	358	76	205
	$X \pm m_x$	93,9±0,56	59,6±0,35	54,8±0,29	44,0±0,22
Қырқылған жүн түсімі					
«Күнгеі»	n	57	350	98	200
	$X \pm m_x$	5,9±0,12	3,8±0,12	4,4±0,15	3,3±0,11
«Мәди»	n	28	203	25	127
	$X \pm m_x$	4,6±0,12	3,7±0,12	4,9±0,12	3,2±0,12
«Бабатай»	n	29	395	98	197
	$X \pm m_x$	5,8±0,17	4,1±0,02	4,0±0,08	3,4±0,14
«Сәрсенбек»	n	30	390	97	195
	$X \pm m_x$	4,6±0,15	3,4±0,02	3,4±0,07	3,1±0,60
«Шорманов»	n	34	392	95	196
	$X \pm m_x$	4,5±0,13	3,3±0,02	3,2±0,08	2,9±0,04

«Күнгеі» шаруа қожалығы (жетекшісі-Рақымов Қожақан) мен Қарағанды облысының Ақтоғай ауданындағы «Бабатай» шаруа қожалығының (жетекшісі – Көпбаев Исатай) қойларының көрсеткіштері басқалардан әлде қайда жоғары (3-кесте). Алматы облысы Жамбыл ауданына қарасты «Мәди» шаруа қожалығы (жетекшісі-Қасенов Талайбек) мен Қарағанды облысы Ақтоғай ауданындағы «Шорманов» (жетекшісі-Шорманов Орынбай) және «Сәрсенбек» (жетекшісі-Оспанов Батырбек) шаруа қожалықтары ассоциациялары өсіріп отырған қойлардың да көрсеткіштері тұқым стандартынан кем емес.

**Етті-майлы-жүнді бір жасар ұрғашы
тоқтыларды бонитировкалау нәтижелері**

Шаруашылық	Өлшем бірлігі	Өр классты мал саны				
		Барлығы	Элита	I	II	III
«Күнгеі»	п/%	273/100	50/18,3	166/60,8	50/18,3	7/2,6
«Мәди»	п/%	205/100	57/27,8	125/61,0	19/9,4	4/1,8
«Бабатай»	п/%	482/100	75/15,6	305/63,2	76/15,8	26/5,4
«Сәрсенбек»	п/%	483/100	51/10,6	307/63,4	82/17,0	43/9,0
«Шорманов»	п/%	358/100	42/11,7	227/63,3	59/16,5	30/8,5
Барлығы	п/%	1801/100	275/15,3	1130/62,7	286/15,9	110/6,1

Қазіргі селекциялық отарлардан тараған дегерес қозыларының тез жетілгіштігі де өсіріліп отырған жағдайларына қарай жеткілікті дәрежеде жоғары (4-кесте). Ұяң жүнді еркек қозылар 3,5-4 айлығында өр шаруашылық бойынша орта есеппен 33,7-36,6 кг салмақ тартса, ұрғашылары – 31,2-34,6 кг салмақ тартқан. Бұл көрсеткіштер 2001 жылғы осындай көрсеткіштерді еркек малда 3 % -дан, ұрғашы малда 6 %-ға дейін асып түсіп отыр, яғни осындай деңгейде генетикалық ілгерілеу байқалады.

**Етті-майлы-жүнді дегерес қозыларының
енесінен бөлердегі тірілей салмағының өзгергіштігі, кг**

Шаруашылық	Көрсеткіштер					
	♂			♀		
	n	$X \pm m_x$	C_v	n	$X \pm m_x$	C_v
«Күнгеі»	90	36,4±0,11	14,8	97	33,8±0,26	11,5
«Мәди»	93	35,8±0,24	13,0	89	34,6±0,34	14,7
«Бабатай»	167	36,6±0,35	13,5	107	34,5±0,39	12,7
«Сәрсенбек»	112	33,7±0,25	14,3	138	31,2±0,35	17,2
«Шорманов»	119	35,4±0,34	16,7	125	33,3±0,32	17,3

Кейінгі 7 жыл ішінде ҚР АШМ бұйрығымен дегерес қойын өсіріп отырған 3 жеке шаруашылық («Күнгеі», «Бабатай» – 2001 ж., «Мәди»-2002 ж.), 2 шаруа қожалықтар ассоциациясы («Сәрсенбек» және «Шорманов»-2003 ж.) және 2 ЖШС («Жамшы» және «МКС Акбоз»-2007 ж.) асыл тұқымды шаруашылықтар қатарына өтті. Мұнда тұқымның ұнамды типінің ең жо-

ғары өнімді малдары өсірілуде. Ал жалпы дегерес қойларының саны елімізде 190 мың басқа жетті. Оның ішінде асыл тұқымды шаруашылықтарда өсіріп отырған ұнамды типті саулықтар саны 27,5 мыңнан, ал селекциялық топта 6,5 мыңнан асады. Бұлардың биязылау жүнділері – 39,0 %, етті-майлы-жүнді типке жататын ұяң жүнділері – 61,0 %.

Дегерес тұқымды қой ішіндегі ұнамды типті мал үлесі жылдан жылға өсе түсуде. 2007 жылғы ұрғашы бір жастағы тоқтылардың ішіндегі ұнамды типті малдың үлесі биязылау жүнді малдың 76 %-ы, ұяң жүнді малдың 78 %-ы, оның ішінде элита класты мал – тиісінше, 14,6 %, 15,3 %. Бұлар – қазіргі жағдайлар үшін жеткілікті дәрежеде жоғары көрсеткіштер.

Дегерес тұқымы қазіргі кезде республикада құйрықты қой санын жедел көбейтуге көп әсерін тигізіп отыр. Кейінгі жеті жыл ішінде жоғарыда аталған асыл тұқымды шаруашылықтар бойынша Қазақстанның 5 облысының (Алматы, Қарағанды, Жамбыл, Оңтүстік Қазақстан және Шығыс Қазақстан) шаруашылықтарына 16500 бастан астам асыл тұқымды дегерес қойлары сатылды оның 85% аналық мал. Сатылған асыл тұқымды мал басының саны жөнінен дегерес қойы, республикадағы өсірілетін қой тұқымдарының ішінде ең жоғарғы орындардың бірін алады. Дегерес қойының жүн өнімінің мөлшері мен сапасы басқа құйрықты қой тұқымдарына қарағанда өте жоғары және ет-май өнімі мен әртүрлі аймақтың жер жағдайына бейімділігі жағынан республикада көп тараған жергілікті қазақы құйрықты қойлардан кем түспейтіндіктен, көптеген шаруашылықтар осы тұқым малын сатып алуға және оның таза өсіруге бет алып отыр.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЗАМЕНИМЫХ АМИНОКИСЛОТ СУЯГНЫМИ КАРАКУЛЬСКИМИ ОВЦАМИ

С. Алимбеков, к.с.-х.н.

Юго-Западный научно-исследовательский институт
животноводства и растениеводства

Буаз саулықтарды азықтандыруда шикі протеин мөлшерін нормалауда оның сапасына аса көңіл аудару керек. Замануи көзқарастар бойынша шикі протеиннің тиімді пайдалануына оның келесі сапалық көрсеткіштері жатады: қарында ферменттік ыдырауға ұшырауы, алмаспайтын аминқышқылдары, көмірсулар мөлшері.

Түйінді сөздер: протеин, жемдік қоспалар, алмаспайтын аминқышқылдары, қаракуль қойлары.

The content and accessibility of amino acids in protein of fodders is investigated for determination of their nutritive value. The method of feeding of synthetic nitrogen and feed additive with adjusted level of fissionable protein based on urea and high-protein soy groats is proposed.

Key words: protein, feed additives, essential amino acids, Karakul shee.

Потребность животных в аминокислотах определяется величиной синтеза белков тела и его производных (молоко, мясо, шерсть, сперма) и необходимостью восстановления тех белков тканей и органов, которые распадаются в процессе жизнедеятельности.

Известно, что многие аминокислоты поступают в кровь воротной вены в виде свободных аминокислот. Большинство аминокислот используется для синтеза белка, но часть из них вовлекается в обмен. Все доступные аминокислоты потенциально должны применяться для белкового синтеза, даже при использовании их в качестве источников энергии [1]. Поэтому все аминокислоты, всасываемые и вовлекаемые в процессы обмена, могут быть определены как доступные.

Основными факторами, снижающими доступность аминокислот при неполном переваривании и всасывании, являются: недоступность общего протеина вследствие непроницаемости стенок клеток растений; ингибирование участков белка, связывающих фермент; наличие

ингибиторов протеаз; ингибирование всасывания аминокислот пептидами или пептидоподобными соединениями.

Иногда переваривание белков корма происходит нормально, но всасывание аминокислот ингибируется. Основной причиной снижения доступности аминокислот является тепловое воздействие на белки в период приготовления кормов. Тепловая обработка различно действует на белки, умеренное тепловое воздействие улучшает переваримость протеина корма за счет денатурации нативных белков и инактивации некоторых ингибиторов протеаз.

Выраженное значение для снижения доступности аминокислот имеет так называемая реакция Мейларда, обусловленная тем, что со стороны белков в реакцию побурения вовлекается главным образом лизин, который может реагировать своими свободными и очень активными Σ -аминогруппами, образуя вначале недоступные лизин – углеводные комплексы, что в дальнейшем приводит к полному разрушению молекулы лизина [2]. Следует также отметить, что при нагревании одного протеина не наблюдается такого разрушения лизина, как при нагревании его совместно с редуцирующими сахарами [3, 4]. Кроме указанных случаев может иметь место непосредственное повреждение нескольких других аминокислот. Гидроксильная группа треонина, как и группа лизина, реагирует с функциональными карбоксильными группами. Серосодержащие аминокислоты, особенно цистин и цистеин, имеют также высокую чувствительность к экстремальным воздействиям. Цистин и цистеин очень быстро разрушаются в протеинах кормов, подвергнутых тепловой обработке или при окислении [5]. Метионин, который устойчив к высоким температурам, легко разрушается при окислении и превращается в метионинсульфоксид, а в дальнейшем – в метионинсульфон.

К отличительным аспектам обмена азота у жвачных относится главным образом характер поступления аминокислот в тонкий отдел кишечника. Что касается потребности тканей в аминокислотах то она, по-видимому, такая, как и у нежвачных животных [6, 7]. Имеется 3 основных источника поступления аминокислот в организм жвачных: белки, пептиды и аминокислоты кормового происхождения, которые прошли через рубец без перестройки, микробный белок, синтезированный в рубце, эндогенный азот, происходящий главным образом из веществ, секретируемых в пищеварительный тракт вместе с эпителиальной тканью ротовой полости и пищеварительного тракта. Эти стороны азотистого обмена тесно связаны между собой, поскольку пептиды, аминокислоты и аммиак, получаемые при микробном расщеплении кормового протеина в рубце, служат источником азота для

микробной популяции. Избыточный аммиак всасывается в систему воротной вены и часть мочевины, образуемой в печени, возвращается в рубец со слюной, пополняя запас аммиака в рубце [8].

Доля участия протеина корма в снабжении организма жвачных аминокислотами зависит от степени расщепления его в рубце, аминокислотного соотношения и переваримости той фракции, которая доходит до тонкого отдела кишечника. Основными факторами, определяющими разрушение кормового протеина в рубце, являются его растворимость и количество поедаемого корма. Протеолитическая активность рубца в нормальном состоянии велика и не зависит от содержания протеина в рационе [9].

Высокорастворимые протеины разрушаются в значительной степени независимо от уровня потребления корма, но разрушение менее растворимых белков уменьшается при увеличении скорости прохождения пищевых масс из рубца, что имеет место при поедании больших количеств корма [5]. Степень разрушения протеина сои в рубце овец уменьшается при увеличении поедаемости корма [10].

За последние годы получено большое количество данных о поступлении аминокислот в просвет двенадцатиперстной кишки и их всасывания из тонкого отдела кишечника [11, 12]. Всасывание незаменимых аминокислот происходит предпочтительнее, чем заменимых, около 70 % аминокислот, выходя из сычуга, всасывается при прохождении через тонкий отдел кишечника.

Системы оценки протеинового питания, разрабатываемые в настоящее время, имеют точное теоретическое обоснование. Однако современные рекомендации нуждаются в дальнейшем совершенствовании как с теоретической, так и практической точки зрения. Содержание и доступность аминокислот в протеинах имеет большое значение при определении питательной ценности многих кормовых средств, так как не всякая аминокислота в протеине корма становится доступной в процессе пищеварения и обмена веществ.

Автором исследован процесс использования незаменимых аминокислот в пищеварительном тракте суягных каракульских маток. Основу питания составлял сено-концентратный рацион с различным соотношением сена люцернового и разнотравного, соломы ячменной. Грубые корма скармливались в измельченном виде. Дополнительно животным скармливали ячмень.

Различное соотношение кормов в кормосмесях, а также использование белковых добавок (шрот соевый и ячмень, обработанный мочевиной) в рационах предопределили различное содержание аминокислот, в том числе незаменимых, несмотря на практически оди-

наковое содержание сырого протеина (181, 187, 186 г). Наименьшее количество аминокислот было употреблено животными I группы, где в качестве белковой добавки использовалась мочевина (86,8 г), а наибольшее – II группы (105,0 г), где животным в качестве белковой добавки скармливали шрот соевый. В III группе белковые добавки (шрот соевый и мочевина) использовались в равной пропорции 50х50, поэтому уровень аминокислот занимает промежуточное положение – 97,1 г. Аналогичная картина и по содержанию незаменимых аминокислот. Уровень аминокислотного питания оказал определенное влияние на особенности его переваривания в желудочно-кишечном тракте животных.

Показано, что биологическая полноценность протеина рационов оказывает благоприятное воздействие на переваримость незаменимых аминокислот. Так, скармливание в качестве белковой добавки соевого шрота (II группа), отличающегося высокой биологической полноценностью протеина, повысило переваримость всех незаменимых аминокислот в сравнении с I и III группами.

Из всех незаменимых аминокислот хуже всего переваривался триптофан в группах, где скармливался шрот соевый, тогда как в I группе его переваримость была несколько выше. По-видимому, при дефиците общего количества незаменимых аминокислот эффективность использования некоторых лимитирующих возрастает. Схожие данные приводятся и в других исследованиях. Так, коэффициент переваримости следующих незаменимых аминокислот составил, %: метионин 82, лизин 72, треонин 72, изолейцин 76, лейцин 76, Валин 74, фенилаланин 64 [12]. Причем на эффективность использования незаменимых аминокислот существенное влияние оказывает физиологический статус животного, а именно стадия беременности: чем больше указанный срок, тем выше всасываемость аминокислот [13]. Следовательно, повышение биологической полноценности протеина рационов при кормлении суягных каракульских маток, при одинаковом содержании сырого протеина, является одним из приемов, повышающих эффективность использования азотистой составляющей.

Реакция на потребление аминокислоты может быть определена по продуктивности (надой молока, содержание белка в продукции, отложение азота). Косвенным показателем использования аминокислот является отложение азота в теле [14].

В результате исследований установлено, что отложение азота в теле суягных маток имеет определенную взаимосвязь с уровнем потребленных аминокислот, в том числе, незаменимых (таблица 1).

Использование азота сукяными овцами

Показатель	Группа		
	I	II	III
Принято азота с кормом, г	30,0	29,84	29,7
Выделение с калом, г	9,9	11,88	10,56
Переварено, г	20,1	17,96	19,14
Выделено с мочой, г	13,13	10,12	11,55
Выделено всего, г	23,03	22,0	22,11
Баланс±	6,97	7,84	7,59
Использовано, %			
– от принятого	23,23	26,27	25,50
– от переваренного	34,68	43,65	39,59

Таким образом, установлено благоприятное воздействие биологической полноценности протеина рационов кормления на переваримость незаменимых аминокислот. Скармливание в качестве белковой добавки соевого шрота, отличающегося высокой биологической полноценностью протеина, повышает переваримость всех незаменимых аминокислот. При нормировании протеинового питания сукяных каракульских маток необходимо контролировать качественные параметры протеина – расщепляемость в преджелудках, содержание незаменимых аминокислот, отношение легкоферментируемых углеводов (сахар, крахмал) к расщепляемой фракции протеина.

Литература

1. Эрберсдоблер Г. Доступность аминокислот // Белковый обмен и питание. – М.: Колос, 1980. – С. 100-115.
2. Heyens K., Paulsen H. In: Veränderungen der Nahrung durch industrielle und haushaltsmessige Verarbeitung. – 1960. – P. 15.
3. Carpenter K. J. J. Nutrition Abstr. Rev. – 1973. – Vol. 43. – 604 p.
4. Carpenter K. J. International Association of fish meal manufacturers Symposium on the use of fish meal in animal feeding. – 1973. – Vol. 31.
5. Miller E. L., Carpenter K. J., Milner C. K. – Brit. J. Nutrition. – 1965. – Vol. 19. – 547 p.
6. Lewis D., Mitchell R. M. The amino acid requirements of sheep //

Ph. D. Thesis. Univ. of Nottingham, 1974.

7. *Lewis D., Mitchell R. M.* Amino acid requirements of ruminants. In: Protein Metabolism and Nutrition, Butterworth, London – Boston, 1976. – P. 417-424.

8. *Leibholz J.* Australian J. Agr. Res. – 1965. – Vol. 16. – 973 p.

9. *Blackburn T. H., Hobson P. N.* British J. Nutrition. – 1960. – Vol. 14. – 445 p.

10. *Orskov E. R., Fraser C., Mc Donald I. Br. J. Nutr.* – 1971. – Vol. 25. – 243 p.

11. *Hogan J. P.* Quantative aspects of nitrogen utilization in ruminants // J. Dairy Sci. – 1975, Vol. 58, № 10. – P. 1164-1175.

12. *Coelho da Silva J. S., Seeley R. S., Beever D.E.* The effect in sheep on physical form and stage of growth on the sites of digestion of a dried grass. Brit. J. Nutr. – 1972. – Vol. 28, № 3. – P. 357-371.

13. *Cripps A. W., Williams V. J.* Brit. J. Nutr. – 1975. – Vol. 33. – P. 17-32.

14. *Oldham J. D.* In: Protein Metabolism in Ruminants, 1979. – P. 1-16.

ИНФОРМАЦИЯ

HT2008K2100

ВНУТРИПОРОДНЫЙ САРЬАРКИНСКИЙ ТИП ЛОШАДЕЙ МУГАЛЖАРСКОЙ ПОРОДЫ

Живая масса жеребцов 550 кг, кобыл 480 кг. К 6-месячному возрасту жеребята достигают 220 кг. Убойный выход 56-58 %. Молочность 2000-2500 л.

Вид делового предложения

Совместное производство

Организация-разработчик

Научно-производственный
центр животноводства и ветеринарии

Регистрационное свидетельство № 7528-Ж
от 01.08.2006 г.
выдано Министерством культуры и информации
Республики Казахстан

Отв. редактор *И. А. Власова* Редактор *А. А. Козлова*
Редактор текста на казахском языке *С. А. Оскенбай*
Редактор текста на английском языке *Р. И. Курбанова*
Компьютерная верстка и дизайн *Л. Е. Чертковой*

Подписано в печать 17.09.2008.
Формат 60x84/16. Печать офсетная. Бумага офсетная.
Усл. п. л. 12,0. Усл. кр.-от. 12,0. Уч.-изд. л.12,1.
Тираж 200 экз. Заказ 134.

Редакционно-издательский отдел и типография НЦ НТИ.
050026, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 221